



Скалозуб В.В.
Соловьев В.П.
Жуковицкий И.В.
Гончаров К.В.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

(ОСНОВЫ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ)



2013

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ИМЕНИ АКАДЕМИКА В. ЛАЗАРЯНА



Tempus



Интеллектуальные
транспортные системы
железнодорожного транспорта
(основы инновационных технологий)
ПОСОБИЕ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ДНЕПРОПЕТРОВСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА ИМЕНИ АКАДЕМИКА В. ЛАЗАРЯНА
2013

ПОСОБИЕ СОЗДАНО В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО ПРОЕКТА:

COMMUNICATION AND INFORMATION TECHNOLOGY FOR IMPROVEMENT
SAFETY AND EFFICIENCY OF TRAFFIC FLOWS: EU-RU-UA MASTER AND PHD
PROGRAMS IN INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS ПО ПРОГРАММЕ TEMPUS

517374-TEMPUS-1-2011-RUTEMPUS-JPCR

КОММУНИКАЦИОННЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ
ПОТОКОВ: ЕВРОПЕЙСКАЯ-РОССИЙСКАЯ-УКРАИНСКАЯ МАГИСТЕРСКАЯ И
ДОКТОРСКАЯ ПРОГРАММА В ОБЛАСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ
ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Проект CITISET финансируется при поддержке Европейской Комиссии.
Содержание данного материала является предметом ответственности
авторов и не отражает точку зрения Европейской Комиссии



УДК 656.25:004.89
ББК 39.275:32.813
И 73

Авторы:

В. В. Скалозуб, В. П. Соловьев, И. В. Жуковицкий, К. В. Гончаров

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. *Т. В. Бутько*,
д-р техн. наук, проф. *А. И. Михалев*

Печатается по решению ученого совета
Днепропетровского национального университета железнодорожного
транспорта имени академика В. Лазаряна
(*протокол № 5 от 30.12.2013*).

Интеллектуальные транспортные системы железнодорожного транспорта (основы инновационных технологий) [Текст]: пособие / В. В. Скалозуб, В. П. Соловьев, И. В. Жуковицкий, К. В. Гончаров. – Д. : Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2013. – 207 с.

Описаны сущность, назначение, сервисы, основные принципы построения и интеллектуальные технологии, характерные для современного железнодорожного транспорта Российской Федерации и Украины. Рассмотрены основные проблемы транспорта и пути их решения на основе интеллектуальных транспортных систем, ИТС, а также роль и место в них интеллектуальных информационно-телекоммуникационных технологий. Обсуждаются понятия сервисов, стандартов и архитектуры ИТС, транспортной и железнодорожной телематики, общие принципы построения и использования глобальных спутниковых радионавигационных систем, а также вопросы информационной безопасности в ИТС. В книге представлены инновационные технологии, перспективы и направления развития ИТС железнодорожного транспорта, терминология телематики и ИТС.

Для преподавателей, докторантов, аспирантов и магистров высших учебных заведений

Ил. 57. Табл. 5. Библиогр.: 39 наим.

© В. В. Скалозуб, В. П. Соловьев,
И. В. Жуковицкий, К. В. Гончаров, 2013
© Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп.
им. акад. В. Лазаряна, оригинал-макет, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ТРАНСПОРТА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИТС	13
1.1. Роль транспорта в современных мировых социальных, экономических и экологических процессах	14
1.2. Проблемы развития и реализации потребности в перевозках и мобильности в мире, Европе, Российской Федерации и странах СНГ	21
1.3. Сущность и источники ИТС, роль интеллектуальных инфокоммуникационных технологий в решении транспортных проблем, включая железнодорожный транспорт	29
1.4. Особенности задач управления перевозками в ИТС железнодорожного транспорта	35
1.5. Основные задачи транспортной политики Европейского союза до 2050 г. Белая книга	40
2. СЕРВИСЫ И СТАНДАРТЫ ИТС	43
2.1 Категории сервисов и стандартов ИТС для процессов перевозки пассажиров и грузов	44
2.2 Значение стандартов для развития и продвижения ИТС	48
2.3 Архитектура и организация ИТС	53
2.4 Концепция и законы РФ по ИТС	62
3 ТРАНСПОРТНАЯ И ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ ТЕЛЕМАТИКА	69
3.1 Сущность, определения и терминология телематики	69
3.2 Техническое обеспечение телематики, основные стандарты	71
3.3 Особенности железнодорожной телематики	73
3.4 Телематика в интеллектуальных системах на железнодорожном транспорте	80
3.4.1 Системы управления и обеспечения безопасности движения поездов	80
3.4.2 Системы автоматической идентификации подвижного состава (САИ ПС)	91
3.4.3 Системы технической диагностики подвижного состава	97
4 ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ	99

4.1	Историческая справка о развитии глобальных навигационных систем слежения GNSS.....	99
4.2	Принципы построения спутниковых радионавигационных систем	104
4.3	Особенности использование GNSS в ИТС железнодорожного транспорта	115
5	ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ	121
5.1	Обзор предметной области	121
5.2	Структурные элементы ИТС.....	126
5.3	Основные виды угроз.	127
5.4	Меры по обеспечения информационной безопасности	128
5.4.1	Информационная безопасность центров обработки данных и стационарных объектов.....	128
5.4.1.1.	Использование межсетевых экранов	128
5.4.1.2.	Система обнаружения и предотвращения вторжений	132
5.4.1.3.	Защита от вирусов	137
5.4.2	Информационная безопасность систем связи	140
5.4.2.1.	Причины уязвимостей сетевого стека и приложений.....	140
5.4.2.2.	Организация VPN	141
5.4.2.3.	Защита беспроводных сетей	144
5.4.3	Информационная безопасность периферийных устройств ...	146
5.4.4	Защита от утечек информации.....	147
5.5	Создание комплексной системы защиты информации.....	149
5.6	Заключение	151
6	ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА.....	152
6.1.	Системы интервального регулирования движения поездов на базе радиоканала.....	152
6.2.	Высокоскоростные направления ИТС «Москва – Санкт-Петербург»	161
6.3.	Структура интеллектуальных систем управления грузовыми перевозками Укрзализныци	165
6.4.	Реализация интеллектуальных технологий железнодорожного транспорта. Информационные структуры взаимодействия объектов при выполнении процессов перевозок	171

7 ПЕРСПЕКТИВЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ИТС ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА.....	178
7.1. Направления развития интеллектуальных систем железнодорожного транспорта Украины	178
7.2. Направления развития интеллектуальных систем железнодорожного транспорта Российской Федерации	181
7.3. Обзор технических инноваций ИТС [16]	186
ТЕРМИНОЛОГИЯ ТЕЛЕМАТИКИ И ИТС	193
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	205

Введение

Одной из основных общих тенденций современного общества является расширение процесса глобализации, включая создание и интеграцию глобальных технологий. В книге рассматриваются проблемы связанные с интеграцией трех глобальных технологий: информационной технологии, телекоммуникации и транспорта. Основное внимание уделяется комплексу задач по созданию и развертыванию интеллектуального железнодорожного транспорта, функционирующего в структуре глобальных интеллектуальных транспортных систем (ИТС), представляющих реальное воплощение процессов интеграции глобальных технологий. Книга написана международным коллективом авторов в рамках выполнения программ TEMPUS, проект CITISET, целью которого является создание для Российской Федерации (РФ) и Украины магистерских и докторских (PhD) программ в области подготовки высококвалифицированных специалистов по ИТС, способных обеспечить безопасность и эффективность транспортных потоков, управление, контроль функционирования и взаимодействие современных транспортных систем, включающих различные виды транспорта [11].

Основные положения международного проекта CITISET применимы ко всем видам транспорта. Вместе с тем в представленной нами работе рассмотрены некоторые проблемы ИТС железнодорожного транспорта. Особенности изложения материала обусловлены тем, что они учитывают, как высокий уровень автоматизации железнодорожных перевозок в России и Украине, так и недостаточное развитие концептуальной, законодательной базы, уровня стандартизации, необходимых для функционирования ИТС. Материалы книги освещают содержание и следуют проекту Федерального закона «Интеллектуальная транспортная система Российской Федерации», отражают требования транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 г. Укажем, что применительно к железнодорожному транспорту развитие ИТС определено такими директивными документами, как Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации на

период до 2030 г. и Стратегические направления научно-технического развития ОАО «РЖД» до 2015 г. (Белая книга ОАО «РЖД»). В книге также учтены особенности современного этапа формирования интеллектуальных систем железнодорожного транспорта Укрзализныци. В частности, выполняемого в рамках создания центров управления перевозками (ЦУП), развития единой автоматизированной системы управления грузовыми перевозками (АСК ВП УЗ-Е), развития и адаптации других глобальных технологий для нужд железнодорожного транспорта, его многочисленных автоматизированных систем.

Общегосударственная транспортная политика многих развитых стран в настоящее время базируется на разработке и продвижении интеллектуальных транспортных систем. ИТС рассматриваются в качестве мощного средства решения наиболее актуальных проблем транспортной отрасли. При этом в первую очередь отмечают следующие проблемы: - неприемлемый уровень людских потерь в результате транспортных происшествий, - задержки оборота пассажиров и грузов, - недостаточно высокая производительность транспортной системы, - рост потребления энергоресурсов, негативное влияние на окружающую среду и других. Разработка и применение ИТС служит стимулом для развития инновационных технологий ряда отраслей промышленности. Среди них выделяются, например, такие отрасли и инновационные технологии ИТС: - снижение риска и уменьшение последствий природных и техногенных катастроф, - технологии создания интеллектуальных систем мониторинга и управления; - создание новых транспортных систем и технологий управления; - создание энергосберегающих систем транспортировки, распределения и потребления энергоносителей в сфере железнодорожного транспорта; - создание инновационных технологий и систем обработки, хранения, передачи и защиты информации; - создание инновационных технологий и систем производства программного обеспечения и др.

В проекте закона РФ по ИТС интеллектуальная транспортная система определена как неотъемлемая часть инфраструктуры транспортного комплекса, реализующая функции автоматизированного управления, информирования, учета и контроля для обеспечения юридических, финансовых, технологических и

информационных потребностей участников транспортного процесса, а также удовлетворения требованиям транспортной, информационной и экономической безопасности общества. Таким образом, в целях повышения безопасности и эффективности транспортных процессов в ИТС предполагается выполнение системной интеграции современных информационных и коммуникационных технологий, а также и средств автоматизации, в транспортную инфраструктуру и мобильные транспортные средства [1, 2, 8, 9].

Опыт Японии, США, Китая, стран Евросоюза показывает, что только единая государственная политика позволяет объединить усилия государства, его субъектов, бизнеса в решении общенациональных целей в транспортном комплексе. ИТС - это большой комплекс сервисных услуг, предоставляемых пользователям в целях удобства пользования и достижения максимальной пропускной способности транспортных сетей. Наборы услуг ИТС формируются в зависимости от имеющихся ресурсов, поставленных целей, определяемых национальными Концепциями и стандартами.

Понятие ИТС в странах Европы родственно телематическим системам. В настоящее время средствами телематики, путем организации «машина – машинного» взаимодействия, решается большое число всевозможных задач мониторинга, прогнозирования, управления транспортными потоками, которые требуют получения, анализа, обобщения и переработки колоссальных объемов информации о времени событий, месте положения и параметрах транспортных средств и грузов. Укажем примеры задач железнодорожных грузовых перевозок, требующих телематических технологий для их эффективной реализации: - разработка систем управления мультимодальными цепочками, содержащими несколько звеньев, за счет технологий непрерывного отслеживания продвижения грузов; - организация адаптированных к логистике других видов транспорта грузопотоков, которые учитывают нужды грузоотправителей и получателей; - обеспечение менеджеров данными для эффективного технического обслуживания инфраструктуры, а также подвижных объектов; - обеспечение автоматического документального контроля транспортных расходов в ходе реализации директив и правил перевозки (перевозка опасных

материалов, обеспечение безопасности перевозок, таможенный контроль транзита и др.).

Интеллектуальные свойства являются ключевыми для функционирования телематических систем. В книге главное внимание уделяется всесторонней характеристике собственно «интеллектуальных» качеств формируемых транспортных комплексов, функционирующих в структуре железнодорожных ИТС. Отметим некоторые из свойств интеллектуальных систем. В них во многих случаях оперативность принимаемых решений играет большую роль, чем их оптимальность, в строгом математическом смысле. Функционирование интеллектуальных систем происходит в условиях неполноты, неточности и неопределенности данных, а также многокритериальности принимаемых решений. В интеллектуальных системах производится (автоматическое, автоматизированное или же формализованное, логическое) формирование информационных и математических моделей среды и объектов функционирования, автоматическая идентификация параметров и адаптация соответствующих математических моделей. Важной категорией ИТС железнодорожной отрасли являются экспертные системы [14].

В настоящее время одной из первоочередных выступает задача создания железнодорожных автоматизированных систем с такими интеллектуальными свойствами, как «способность обучаться» (генерирование новых знаний и данных в виде некоторых математических моделей, решающих правил, шаблонов управления и др.), «классификация» (автоматическая дифференциация объектов, воздействий, управляющих сигналов и др.), «адаптация» («приспосабливание» системы к меняющимся условиям и параметрам среды функционирования, управляющим данным).

Интеллектуальные системы (ИС) транспорта предназначены для реализации ряда глобальных технологий перевозки грузов и пассажиров. Примерами таких интеллектуальных технологий транспорта являются следующие. Технология «интеллектуального груза», который в процессах перевозки «автоматически сообщает о своих свойствах». Технологии по принципам логистики «отслеживания грузов» – информационные и телематические технологии и системы, которые учитывают требования

интероперабельности или же их элементы. Технологии обеспечения автоматического управления движущимися единицами и др.

Интеллектуальные технологии процессов перевозок содержат ряд элементов автоматического сбора данных об условиях перевозок, моделировании процессов, сравнении с шаблонами или же с нормативами, распознавания нештатных ситуаций или условий и возможностей их возникновения, прогнозирования состояний транспортных систем и планирования перевозок др. [11, 14].

В сферу профессиональных интересов специалистов по ИС железнодорожного транспорта входят и такие разрабатываемые в настоящее время на Российских железных дорогах концептуальные комплексные технические решения ИТС, как интеллектуальный поезд (поезд со встроенной системой автоматического ведения и самодиагностики, связанный с автоматизированными центрами управления при расширении функций диспетчерской централизации, с внедрением компьютерных систем управления на станциях в увязке с цифровым радиоканалом и другими техническими системами), интеллектуальный локомотив (локомотив, аппаратно-программные средства которого должны обеспечивать интероперабельность за счет совместимости команд, передаваемых из центра управления, с другого локомотива или вагона управления через систему радиосвязи), интеллектуальный вокзал и др. [11].

В книге на многих примерах показано, что автоматическое «машина – машинное» управление на основе анализа отклонений параметров состояний от нормативных, эталонных значений, это один из основных принципов формирования и организации работы систем железнодорожной телематики в ИТС. Например, система телематического управления процессами перевозки в цистернах и вагонах для обеспечения эффективного управления в чрезвычайных ситуациях может быть представлена как: - 1) автоматическое выявление (датчики, маяки др.) отклонений от нормальных условий работы; - 2) автоматическая выдача сигнала или сообщения (номер вагона, место, событие и др.) в каналы управления. Раннее выявление отклонений от нормальной эксплуатации (или за истекшие сроки) и автоматическая информация служб контроля перевозок и «спасения» (место, время, ситуация, материалы и др.) позволяет увеличить долю возможного восстановления от потерь.

При отборе материалов книги учитывались настоящие и ближайшие задачи, а также направления развития интеллектуальных автоматизированных систем железнодорожного транспорта Украины и Российской Федерации, такие как:

- 1) преобразование АСУ в информационно-управляющие, аналитические системы, далее в системы прогнозного управления;
- 2) разработка методов и создание средств автоматического преобразования данных мониторинга процессов перевозок в математические модели процессов управления перевозками;
- 3) формирование моделей интерпретации данных текущих ситуаций и выполнения функций <управления по отклонениям> ;
- 4) применение методов вычислительного интеллекта для обработки данных АСУ процессов перевозки (нейронные сети, нечеткие системы др.);
- 5) разработка экспертных систем (статических, динамических, активных и др.) для основных процессов железнодорожного транспорта.

Указанные выше направления формирования ИС представляют важную, но ограниченную часть сферы современных проблем ИТС железнодорожного транспорта. Знания об основных задачах, принципах, стандартах, технологиях и средствах ИТС, реализованных и разрабатываемых в настоящее время железнодорожных проектах, которые представлены в книге, должны способствовать выработке рациональных профессиональных подходов к практике создания и эффективного использования железнодорожных ИТС (ИТС-ЖТ). Авторы считают, что отличительной чертой будущих специалистов, магистров и докторов PhD в области ИТС-ЖТ, которым в первую очередь адресована книга, должна стать готовность и умение творчески мыслить, используя передовые знания в областях организации, проектирования и управления железнодорожными транспортными системами, в том числе средствами ИС, осуществлять интероперабельное взаимодействие с морским, автомобильным и воздушным транспортом. Решению этих задач посвящен проект CITISET, который ориентирован на ускоренное развитие интеллектуальных транспортных систем [11].

1. Основные проблемы современного транспорта и пути их решения на основе ИТС

В настоящее время во многих странах мира, в том числе государствах Евросоюза, России и Украине, возрастает понимание важности решения глобальных проблем транспортных комплексов. Это, прежде всего, связано с требованиями повышения безопасности и эффективности перевозок, с ростом мобильности общества, необходимостью уменьшения воздействия транспорта на окружающую среду и других. В решении этих проблем важнейшее место занимает создание и использование интеллектуальных транспортных систем (ИТС) [1, 2, 7, 9]. Они аккумулируют и интегрируют передовые достижения современных исследований и разработок в областях телекоммуникаций, информационных технологий, методов интеллектуальных систем (ИС), спутниковых технологий позиционирования, географических информационных систем (ГИС).

В целом разработка ИТС соответствует тенденциям развития информатизации общества, повышения уровня интеллектуальности систем управления. Заметим, что в настоящее время общегосударственная транспортная политика многих развитых стран базируется на разработке и продвижении интеллектуальных транспортных систем. Создание и применение ИТС служит важным стимулом для развития инновационных технологий ряда отраслей промышленности.

В настоящее время не выработано единое представление об интеллектуальных транспортных системах. Часто они в некоторой степени отождествляются с обычными автоматизированными транспортными системами. Вместе с тем важной особенностью ИТС, позволяющей выделить такие системы в отдельный класс и направление исследований в железнодорожной науке, является формальный логико-математический инструментарий, используемый для решения задач с позиций общесистемного подхода к анализу и управлению всеми системами и процессами на железнодорожном транспорте.

Современный железнодорожный транспорт является чрезвычайно сложной организационно-технической системой, управление которой в настоящее время практически невозможно в рамках ранее сложившихся традиционных подходов. Сложность транспортной инфраструктуры и ее объектов (железнодорожные узлы, станции, транспортные коридоры и т.д.) принципиально исключает возможность работы в полностью автоматическом режиме [12 – 14]. Эффективное управление такой системой с привлечением только классических методов решения сложных задач математического моделирования невозможно, и здесь большие надежды возлагаются на интеллектуальные системы, которые наряду с точными математическими моделями используют данные и знания, накопленные в процессе их деятельности.

Применительно к железнодорожному транспорту целью разработки интеллектуальных транспортных систем (ИТС-ЖТ) является следующее: неукоснительное выполнение требований по обеспечению безопасности перевозок, сокращение уровня влияния на окружающую среду, существенное повышение эффективности производственной деятельности в целом.

1.1. Роль транспорта в современных мировых социальных, экономических и экологических процессах

Анализ современного состояния и проблем транспортных систем в России и Украине, проводимый различными исследовательскими структурами, показал что многие причины этих проблем связаны не только с объективными факторами (недостатком мощностей транспортной инфраструктуры и др..), но в значительной степени с недостаточным уровнем организации движения и управления транспортными потоками. Так средняя скорость движения транспорта по автомобильным дорогам России, составляет 40–60 км/час против 80–100 км/час за рубежом – грузы перемещаются за сутки на расстояние 250–300 километров, против 700–1300 км за границей. Такое снижение скорости движения, в свою очередь, ведет к увеличению на 20–30% себестоимости перевозок, росту

транспортной составляющей в конечной цене продукции и услуг, которая доходит до 15–20% (в США и Европе этот показатель не превышает 7–10%) [1]. По прогнозу Транспортной стратегии РФ на период до 2030 года к 2020 году протяженность федеральных дорог России работающих в режиме перегрузки возрастет до 19800 км.(против 13 000 км в 2010г.) С 1995 по 2008 год среднегодовые темпы прироста федеральной дорожной сети составили 1,63% при росте автомобильного парка в 9%. Темпы развития РФ не могут расширять дорожную сеть такими же темпами как прирост транспортных средств.

По данным Департамента транспортных исследований и управления инновационными технологиями США пассажиры и грузы простаивают в пробках 4,2 миллиарда часов в год. Это полная рабочая неделя каждого жителя с суммарными потерями 87,2 млрд. долларов. Напрасно ежегодно сжигается 8,1 миллионов тонн топлива, а это 22% всех выбросов CO₂ в атмосферу. Потери РФ и Украины по этим факторам не публикуются. Постоянно растущие пробки и задержки людей и грузов на всех видах транспорта, неприемлемый уровень людских потерь, рост потребления энергетических ресурсов и негативное влияние на окружающую среду в мире квалифицируют как стратегические проблемы национального уровня. [1].

Негативные последствия воздействия транспорта, масштабы и значимость которых дают основание оценивать их как стратегический вызов национального и почти континентального масштаба. К ним можно отнести то, о чем указано выше, это недопустимый уровень человеческих потерь, рост потребления невозобновляемых источников энергии и негативного влияния на окружающую среду, постоянно растущие задержки людей и груза на всех видах транспорта, что связано как с объективной нехваткой мощностей транспортной инфраструктуры, так и с низкими уровнем управления транспортными потоками. Мировым транспортным сообществом решение найдено в создании уже не систем управления транспортом, а транспортных систем, в которых средства связи, управления и контроля изначально встроены в транспортные средства и объекты инфраструктуры, а возможности управления (принятия решения), на основе информации, полученной в реальном

масштабе времени, доступные не только транспортным операторам, но и всем пользователям транспорта.

Задача решается путем построения интегрированной системы: люди - транспортные средства с максимальным использованием новейших информационно-управляющих технологий. Такие системы и стали называть интеллектуальными. Термин «интеллектуальные транспортные системы» был предложен японской стороной на конференции в Иокогаме. Сейчас понятие ИТС является достаточно широким и недостаточно четко определенным.

Более 20 лет назад многие страны активизировали свои усилия по переводу организации дорожного движения и управления транспортными потоками на новый уровень с максимальным использованием современных информационных и коммуникационных технологий. С середины 80-х годов XX века в Японии, США, Европе начались крупномасштабные работы по созданию и развитию ИТС или систем транспортной телематики. В 1973 году Япония одна из первых стран в мире приступила к научно-исследовательским и конструкторским разработкам по ИТС. Министерство международной торговли этой страны просчитало необходимость развития CACS (Комплексная система управления автомобильным транспортом), были выделены огромные средства, привлечены лучшие специалисты. За 40 лет страна стала мировым лидером в области управления транспортными потоками, и сегодня проблем с транспортными «пробками» в Токио не существует, но есть уникальная транспортная инфраструктура технологий.

Мировая практика показывает, что внедрение ИТС позволяет снизить количество дорожно-транспортных происшествий до 50%, увеличить пропускную способность дорог на 25–30%, снизить расход горючего на 20%, затраты времени в пути на 30%, повысить занятость населения на 5%. Например, в США, которые сейчас значительно отстали в этом плане от Японии и Южной Кореи, системы управления автострадами увеличивают скорости от 13 до 48% против ранее существовавшего режима перегрузки. В Южной Корее общая экономия от реализации ИТС-технологий оценивается в \$ 1,5 млрд. в год. В течение следующих 20 лет ожидается создание промышленных мощностей на 20 миллиардов долларов и

уменьшение экономических потерь из-за заторов на дорогах на 26 млрд. долларов.



Рис. 1.1. Место инфокоммуникационных технологий в развитии средств транспорта

В середине 80х годов XX столетия в США, Японии и Европе начинаются крупномасштабные работы по созданию и развитию ИТС, или систем транспортной телематики рис. 1.1, рис. 1.2 [3]. Вскоре на рынке появилась дешевая и доступная аппаратура спутниковых навигационных систем GPS (США), GLONASS (Россия) и находящейся в завершающей стадии внедрения европейской системы Galileo. Транспортная телематика интенсивно развивается для всех видов транспорта: наземного, авиационного, железнодорожного, водного. Особенно велика роль ИТС в решении задач интермодальности. Однако наиболее комплексные и

масштабные исследования в области транспортной телематики проводятся для наземного транспорта. Прикладные направления европейских программ развития телематики приведены на рис. 1.2.

В современном мире продвижение ИТС уже не является проблемой только отдельно взятой страны. Будущее национальных экономик опирается на глобальные схемы транспортировки и интеграцию транспортных услуг в мировой рынок с помощью механизмов Всемирной торговой организации (ВТО). В этих целях с 1993 года ведутся работы по международной стандартизации технологий ИТС. В 2008 году Комиссия Европейских Сообществ приняла План действий ускоренного развертывания интеллектуальных транспортных систем в Европе и координации ИТС на автомобильном транспорте с другими видами транспорта. В своем докладе Комиссия констатировала, что в этой сфере “услуги в настоящее время развернуты на фрагментарной основе. Это привело к лоскутному одеялу из национальных, региональных и местных решений без четкого согласования, ставя под угрозу целостность единого рынка”.

Сегодня в РФ и в Украине формируется такое же «лоскутное одеяло». На региональном уровне реализуются коммерческие проекты локальных компонентов ИТС, как элементов транспортной инфраструктуры, идеологически и технологически не взаимосвязанных. Отсутствие системной работы в данном направлении в конечном итоге блокирует развитие рынка ИТС, останавливая его на уровне оказания коммерческих услуг с использованием локальных компонентов ИТС.

Интеллектуальные транспортные системы - это большой комплекс сервисных услуг, предоставляемых пользователям в целях удобства пользования и достижения максимальной пропускной способности дорожной сети. Набор этих услуг может формироваться и расширяться в зависимости от поставленных целей, в рамках, определяемых национальной Концепцией и стандартами ИТС. Громадные масштабы транспортной системы РФ и множество ИТС-технологий, приводят к тому, что процесс их реализации не может охватить все подсистемы и элементы одновременно. Отсюда следуют принципы поэтапного развития и модульности создания ИТС [2, 9].

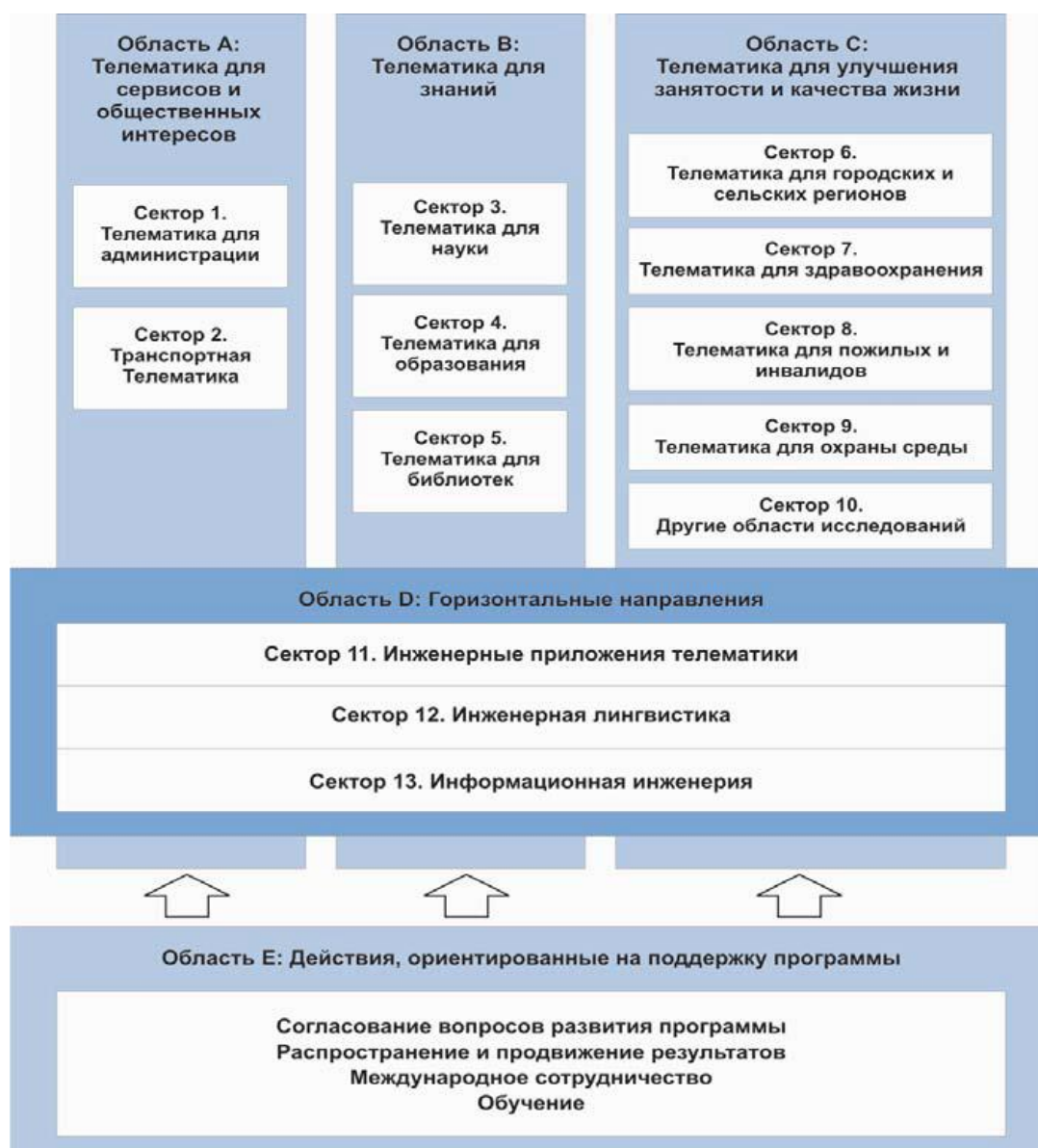


Рис. 1.2. Прикладные европейские программы в области телематики

В мире существует только одна всеобъемлющая архитектура ИТС, предложенная транспортным департаментом США [4 – 6]. Создание единой архитектуры ИТС позволяет контролировать три основных направления: Безопасность (основная цель – снижение аварийности, мониторинг природных и техногенных катаклизмов). Мобильность (сбор информации о пробках от движущихся в потоке автомобилей, информирование участников движения и др.). Защита окружающей среды (снижение ущерба окружающей среде от транспорта посредством мониторинга ситуации в реальном времени и своевременного принятия решений).

Действующие в настоящее время в РФ и Украине и разрабатываемые локальные или технологически ограниченные ведомственные системы информационного сопровождения и контроля за деятельностью сегментов железнодорожного и транспортно-дорожного комплекса обеспечивают в ряде случаев эффективное решение узкого перечня задач. Отсутствие единых государственных стандартов развития аналогичных систем ограничивает возможность их интеграции с целью создания единой управляющей платформы, в которой принципы управления транспортными потоками, координация процессов взаимодействия различных видов транспорта, выходят на новый качественный уровень – прогнозного управления, уровень соответствующий инфокоммуникационным технологиям ИТС.

По данным ассоциации ITS America, к 2015 г. мировой объем продаж продукции и услуг ИТС составит более 400 млрд. долл., а объем европейского рынка достигнет 100–130 млрд. евро. Создание единой информационной структуры транспортного комплекса особенно актуально для Российской Федерации, расположенной в 11 часовых поясах и активно использующей все виды транспорта [8].

Перспективы развития рынка ИТС представляют интерес для научного и бизнес-сообщества в Российской Федерации. Современное состояние рынка ИТС в РФ имеет следующие особенности: разрозненность; фрагментарность; отсутствие национальных стандартов; несистемные контакты с международными ассоциациями ИТС. Формирование и внедрение российских ИТС повысит эффективность управления перевозками, сократит непроизводительные затраты на транспортировку грузов, пассажи-жиров, ускорит развитие национальной транспортно-коммуникационной и экономико-информационной структур, обеспечит благоприятный климат для внедрения сервисов на основе уже существующих навигационных спутниковых систем. Ожидаемый социально-экономический эффект от внедрения систем информационного обеспечения транспортного комплекса России, по аналогии с эффектом внедрения в Западной Европе, США и Китае, по прогнозам, составит до 10% прироста ВВП, сокращение ДТП на 30%, снижение потребления топлива на 20% и повышение занятости населения на 5%, что в свою очередь повысит эффективность

экономики России в целом и, как следствие, качество жизни населения.

1.2. Проблемы развития и реализации потребности в перевозках и мобильности в мире, Европе, Российской Федерации и странах СНГ

Всевозрастающие потребности в перевозках различными видами транспорта, развитие мобильности населения в условиях глобализации, связанные с этим и отмеченные ранее проблемы транспорта, решаются за счет создания соответствующих глобальных интегрированных технологий, которые сформировались в последние десятилетия и интенсивно развиваются. В начале 21 века мобильность является одновременно основным средством для поиска ресурсов, одним из важных векторов общения и выражения свободы личности. Однако уже с 60-х годов интенсивность воздействия движения на общество и окружающую среду вызывает такие реакции, как переосмысление стратегии обеспечения мобильности. Эта необходимость исходит из последних исследований, прогнозирующих неуклонное повышение мобильности, несмотря на весьма значительное развитие новых средств телекоммуникации и информации. В рамках мер, разработанных для уменьшения негативных последствий мобильности, большой упор делается на внедрение телематики. В этой связи, необходимо иметь в виду потенциальные возможности и ограничения в области информационных технологий и телематики на транспорте, в свете происходящих событий и стратегии Европы.

Одним из проявлений комплексного подхода в развитии информационных и телекоммуникационных технологий является целевая подпрограмма «Телематика», проводимая в рамках четвертой европейской программы Framework Program (FP) [7, 17]. В рамках этой программы было выполнено более 400 научных проектов, скомпонованных в трех основных направлениях (рис. 1.2): телематика для сервисов и общественных интересов, телематика для знаний и телематика для улучшения занятости и качества жизни.

Четвертое направление программы было ориентировано на разработку проектов телематики, поддерживающих и усиливающих проекты по трем указанным основным направлениям.

Несмотря на то, что в Европе за прошедшие последние 40 лет общий поток грузовых перевозок увеличился более чем на 250%, объем грузов, перевозимых железнодорожным транспортом, увеличился незначительно. В результате, доля железных дорог в грузовых перевозках сократилась в общей сложности более, чем на 60% и теперь составляет лишь 15%, в то время как автомобильная грузоперевозка за тот же период выросла более чем на 115%, достигнув сегодня более 70% от всех грузоперевозок. Характер движения также существенно изменился, постепенно переводя транспорт с перевозки тяжелых материалов на большие расстояния (область применения железнодорожного транспорта) на интенсивную транспортировку ограниченных грузов с многих заводов многим клиентам. В этом контексте должен быть рассмотрен вопрос о потенциальном вкладе телематики в перевозку грузов по железным дорогам, чтобы железная дорога в будущем могла принимать участие в развитии рынка транспортных услуг, как один из наиболее экономически и экологически выгодный вид транспорта.

Европейская Комиссия приняла несколько технических спецификаций интероперабельности (ТСИ) в виде решений и постановлений по транс-европейским железнодорожным системам обычного типа, чтобы позволить поездам двигаться более свободно по всей Европе. Эти спецификации включают телематику для грузовых перевозок. Правила вносят свой вклад в создание железнодорожного подлинно европейского пространства на обычных линиях. *«Это важно, для содействия железнодорожным перевозкам, меньше загрязняящую окружающую среду и более экономным по энергетическим затратам»* указывается в решениях Европейской комиссии по вопросам транспорта.

Таким образом, с вводом в действие соответствующих ТСИ, все новое оборудование или материал для обычных железнодорожных сетей должны соответствовать этим требованиям, общим для всех государств-членов Европейского Союза. Это решение устанавливает также пределы уровня шума, производимого подвижным составом, циркулирующим в рамках Союза. Эти шумовые ограничения,

которые будут регулярно пересматриваться с учетом научно-технического прогресса, будут способствовать снижению шумового эффекта для местных жителей и тем самым укреплению экологических преимуществ железнодорожного транспорта над его конкурентами.

Существует Регламент для использования телематики в грузовых перевозках для эффективного объединения информационных систем и систем связи управляющих различных инфраструктур и различных железнодорожных операторов. Это основная составляющая качества железнодорожных услуг, особенно в быстро растущем рынке международных грузовых перевозок. Применение этого Регламента должно также улучшить производительность железнодорожной отрасли за счет улучшения использования подвижного состава и инфраструктуры. В настоящее время разрабатываются другие технические спецификации для обеспечения совместимости систем транс-европейских обычных железнодорожных линий, а также пересматриваются первые технические требования по совместимости транс-европейских высокоскоростных железнодорожных систем.

За последние два десятилетия деятельность человека переключилась на периферийную часть городов, вблизи крупных дорог, зачастую в районах, плохо обслуживаемых общественным транспортом (с последующим обнищанием центральной части городов, реорганизацией пространства и экологическими издержками). Таким образом, взаимодействие между развитием городов и транспортной инфраструктурой становится все более сложным, и особенно - проблемы заторов в часы пик. Установлено, что размеры инфраструктуры не могут быть значительно увеличены. Для повышения эффективности транспортных систем требуется развитие телематики. Нужно также искать решения, основанные на регулировании передвижения лиц и имущества (в основном – pre-trip информация до поездки). При этом телематика также играет важную роль.

Важно подчеркнуть, что преимущества телематики выявляются только при определенных условиях – на участках с высокой скоростью и перегруженных участках еще слишком рано говорить об улучшении работы транспорта от применения телематики. Это отнюдь не мешает оценить ее потенциал и разработать лучший

способ ее использования. С этой точки зрения, принцип дальнейшего развития хорошо подходит для нужд общества. Исходя из этого, учреждения и / или железные дороги имеют возможность выбирать услуги, представляющие общественный интерес и определять, какую поддержку им обеспечить, например, для уменьшения внешних издержек. В результате применения телематики на транспорте ожидается значительное улучшение положения в целом, и с точки зрения экономической, и с точки зрения экологической (более точное соответствие между потенциалом инфраструктуры и использованием, более эффективные инвестиции в создание новых объектов инфраструктуры или в инфраструктуры уже существующие, снижение нагрузки на окружающую среду). Для дорожного сектора наиболее значительные улучшения ожидаются в области безопасности.

Цели и приоритеты создания ИТС РФ и Украины, как и в других передовых странах, связаны с решением глобальных проблем транспорта, развития и реализации потребности в перевозках и мобильности. Среди них отмечаются следующие [8].

Повышение эффективности управления железнодорожным, транспортно-дорожным и комплексами других видов транспорта (региона, города, дорожной сети) в параметрах обеспечения требуемого уровня безопасности и организации дорожного движения за счет применения комплекса автоматизированных информационных управляющих подсистем, функционально и технически объединенных в ИТС. Достижение требуемого уровня мобильности населения, повышения качества его жизни путем обеспечения гарантированной надежности, безопасности, устойчивости, адаптивности и эффективности функционирования транспортно-дорожного комплекса. Обеспечение заданного качества контроля за состоянием транспортной и дорожной сети за счет применения аппаратных средств контроля, являющихся составной частью ИТС.

Всеобъемлющий характер задач формирования и продвижения ИТС требует их систематизации, выбора приоритетов. Такими приоритетами являются следующие. Разработка принципов построения государственной стратегии в области ИТС, определение основных модулей стратегии; определение сферы компетенций в

области осуществления деятельности по техническому регулированию, разработки проектных решений, разграничению функций контроля в ИТС; определение места, роли и объемов научных изысканий в задачах построения и экспертизы проектов ИТС, а также при обосновании и подготовке комплекса документов технического регулирования и правового обеспечения развития ИТС в России и Украине; разработка принципов поэтапного внедрения подсистем ИТС, обеспечивающих максимальную технико-экономическую, социальную и экологическую эффективность; обоснование стратегий развития ИТС во всех элементных составляющих с учетом мировых тенденций.

Потребности и реальные возможности формирования ИТС необходимо связывать с интегральным эффектом от их внедрения. Это также представляет многокомпонентную задачу. Оценка эффекта от создания полнофункциональной ИТС включает необходимость мониторинга индикаторов эффективности из следующих составляющих – социальный эффект, повышение безопасности транспорта и на транспорте, экономическая эффективность и экологический эффект.

Социальный эффект заключается в создании условий для сокращения времени проезда населения всеми видами наземного транспорта за счет: - увеличения пропускной способности дорог города за счет регулирования транспортных потоков (автоматическое управление работой светофорных объектов); - получения возможности выбора пассажиром оптимального маршрута движения общественным транспортом от начальной до конечной точки с учетом маршрутов и расписаний движения всех видов общественного транспорта, а также дорожной ситуации и транспортных потоков; - оптимизации маршрута движения транспортных средств с учетом актуального состояния организации дорожного движения и состояния транспортных потоков. Важной составляющей социального эффекта является своевременное информирование населения и участников транспортного, в частности, дорожного движения об организации транспортного обслуживания, а также о текущем состоянии и краткосрочном прогнозе развития транспортной ситуации как на конкретных участках, так и городе в целом. Примером реализации такого эффекта является возможность

планирования поездки от начальной до конечной точки разными видами транспорта с учетом реальной дорожно-транспортной ситуации.

Повышение безопасности транспорта и на транспорте достигается за счет: - оперативного, полного и достоверного доведения информации до специальных служб при возникновении криминальных или чрезвычайных ситуациях на транспорте. В случае возникновения такой ситуации информация в реальном масштабе времени от специальных устройств, смонтированных на транспортных средствах, поступает в Единый дежурный диспетчерский центр; - обеспечения беспрепятственного движения спецтранспорта к месту ДТП или криминальной ситуации. За счет автоматизированного управления светофорными объектами достигается возможность создания «зеленой» улицы для проезда спецтранспорта; информирования водителей, машинистов и др. о текущем состоянии и краткосрочном прогнозе состояния дорожного полотна, состояния путей; - повышения внимания управляющего персонала, обусловленного снижением усталости водителей из-за длительных пробок. Безопасность при перевозках пассажирским транспортом достигается за счет установки в пассажирском транспорте фото, видеокамер, датчиков задымления, температуры, способных фиксировать криминальные (например, факты воровства) или чрезвычайные ситуации (например, факты возгорания в салоне автобуса). Информация о таких фактах в реальном времени поступает в диспетчерские пункты, где оперативно реализуются мероприятия по их устранению. Безопасность грузовых перевозок достигается установкой в вагонах, автомобилях специальных датчиков, контролирующих состояние перевозимых грузов. Например, датчики температуры устанавливаются в холодильные камеры, в которых перевозятся продукты питания. В случае неисправности холодильной установки информация об этом автоматически поступает в диспетчерский пункт, где принимаются соответствующие меры.

Экономическая эффективность ИТС заключается в создании условий для обеспечения заданной мобильности граждан, своевременного и достоверного контроля выполнения муниципальных заказов на осуществление транспортной работы предприятиями, осуществляющими пассажирские перевозки, уборку

улиц, вывоз твердых и жидких бытовых отходов. Внедрение ИТС в региональные органы управления позволит повысить эффективность управления государственным и муниципальным транспортом за счет получения заказчиками и исполнителями целостной, актуальной картины по планированию и выполнению транспортной работы предприятий.

Экологический эффект ИТС – интеллектуальная транспортная система с использованием технологий перераспределения загруженности путей следования грузов, дорог за счет эффективной работы ряда подсистем (подсистемы моделирования потоков, управления светофорными объектами, подсистемы косвенного управления транспортными потоками, подсистемы ограничения въезда на отдельные участки дорог, подсистемы управления загрузкой парковок, др. подсистем) позволяет решить данную задачу переноса или перераспределения мест концентрации транспорта (заторов) в места, где экологическая ситуация не так значима, как в жилых массивах или местах отдыха горожан.

Для обеспечения наиболее эффективной работы железнодорожной отрасли в условиях ее реформирования и рыночной экономики информационные и информационно-телекоммуникационные технологии должны иметь новые качества, необходимые для решения совокупности сложных задач по развитию сферы транспортных услуг при таком управлении, что обеспечивает сокращение эксплуатационных расходов. А именно:

- расширение сферы предоставления транспортных услуг, обеспечения их большей доступности для субъектов экономической деятельности и населения, повышение качества этих услуг;
- повышение уровня реализации транзитного потенциала Украины и РФ;
- снижение аварийности на объектах железнодорожного транспорта, повышение безопасности железнодорожного транспорта на базе получения достоверной, полной и оперативной информации средствами телематики и ее соответствующей обработки и использования;
- ускорение движения грузов и товаров;

- уменьшение расходов по организации взаимодействия с другими видами транспорта, государственными и другими учреждениями, деятельность которых связана с железнодорожным транспортом;
- создание единого информационного пространства Укрзализныци, в том числе для нужд населения и субъектов экономической деятельности;
- повышение конкурентной способности железнодорожного транспорта;
- повышение эффективности основных производственных процессов железнодорожного транспорта Украины, а также уровня управления деятельностью, что дает сокращение эксплуатационных расходов и др.

Осложнения и все возрастающие проблемы по обеспечению эффективного управления пассажирскими и грузовыми железнодорожными перевозками вызваны также мировым развитием спектра и требований к качеству услуг, сопровождающих перевозки.

Среди них, например, такие:

- обеспечение информационно–справочного сопровождения перевозок, в том числе интерактивного диалога. Реализация технологий «интеллектуального груза»;

- удовлетворение растущих потребностей клиентов (партнеров) по перевозкам грузов, мобильности общества, за счет опережающего развития информационных и телематических технологий и систем, которые реализуют общие принципы логистики отслеживания грузов, учитывают требования аспектов интероперабельности или их элементов;

- обеспечение эффективного взаимодействия и информационного обмена между логистическими субъектами железнодорожного и других видов транспорта, государственных и контролирующих органов, всех участников перевозок, учитывая использование международных стандартов;

- повышение уровня безопасности железнодорожного транспорта за счет применения комплексных информационно-телекоммуникационных и телематических систем контроля, мониторинга, управления и др.

- обеспечение безопасности движения, мониторинга технического состояния транспортных средств и объектов инфраструктуры, в том

числе с использованием телематических систем, повышение скоростей доставки грузов и перевозки пассажиров.

Обеспечение реализации перечисленных задач составляет значительную проблему, решение которой требует, прежде всего, повышения эффективности процессов управления на всех уровнях, требует их интеграции, выдвигает задачу подготовки новой генерации кадров [11].

В мировой практике ИТС признаны как обще транспортная идеология интеграции достижений телематики во все виды транспортной деятельности для решения проблем экономического и социального характера - сокращения аварийности, повышения эффективности общественного транспорта и грузоперевозок, обеспечения общей транспортной безопасности, улучшения экологических показателей. Разработки и развертывание ИТС – это потенциально эффективный конкурентоспособный инновационный бизнес и стимул развития нового высокотехнологичного сектора промышленности, что является важным антикризисным фактором. Механизмы реализации отличаются в разных странах, однако ключевые компоненты одинаковы. При наличии апробированной в мире общей концепции развития ИТС, все страны имеют свои Национальные концепции и приоритетные Программы развертывания ИТС, что зафиксировано в том или ином государственном документе. Внедрение ИТС носит стратегический характер, определяет в целом конкурентоспособность каждой страны на мировом рынке и в связи со значительной капиталоемкостью не реализуема без непосредственного участия государства.

1.3. Сущность и источники ИТС, роль интеллектуальных инфокоммуникационных технологий в решении транспортных проблем, включая железнодорожный транспорт

К главным негативным последствиям воздействия транспорта относят недопустимый уровень человеческих потерь, рост потребления невозобновляемых источников энергии и негативного влияния на окружающую среду, постоянно растущие

задержки людей и груза на всех видах транспорта. Последнее связано с объективной нехваткой мощностей транспортной инфраструктуры, а также с недостаточным уровнем управления транспортными потоками. Мировым транспортным сообществом решение этих проблем найдено в форме создания новой категории транспортных систем. В них средства связи, управления и контроля движением изначально встроены и в транспортные средства, и объекты инфраструктуры. При этом возможности принятия решения, управления на основе полученной в реальном времени информации, доступные не только транспортным операторам, но и всем пользователям транспорта. Таким образом, отличительной особенностью современных ИТС является изменение статуса транспортной единицы от независимого, самостоятельного и в значительной степени непредсказуемого субъекта движения, в сторону «активного», предсказуемого субъекта единого транспортно-информационного пространства. Концептуально технически указанная задача решается путем построения интегрированной системы: люди – транспортные средства, с максимальным использованием новейших информационно-управляющих технологий.

Вклад телематических услуг в устойчивость транспортной системы состоит в том, что, как правило, типичный профиль концепции телематики направлен на следующее: 1) развитие экономики; 2) безопасности, в меньшей степени; 3) окружающей среды [4, 7, 16].

Основополагающим значением для успешного внедрения телематических систем для уменьшения негативных последствий мобильности, является разработка информационных систем на всех видах транспорта (автомобильного, железнодорожного, воздушного и речного). Оптимизация этой транспортной мега-системы идет за счет использования новых коммуникационных и информационных технологий. Кроме того, анализ потребностей многочисленных сторон-участников показывает, что многие из них заинтересованы в одинаковых информационных структурах. Определяя телематику данных структур нужно принимать во внимание схожесть информационных потребностей. Подчеркивается важность (готовность, безопасность, долговечность, ремонтпригодность)

различных звеньев в информационной цепи (от измерительных систем до работающих людей), описывающих уровни эволюции различных материалов.

С точки зрения технических систем, в настоящее время очень заметно увеличилось оборудование с использованием GPS. Учитывая большое распространение GPS на автотранспортных средствах, на железнодорожных составах (GSM-R), на компьютерной технике и в мобильной связи, нужно оценивать возможности использования этой технологии для получения детальной информации в плане пассажирских перевозок и перевозок грузов. Эти тенденции получают все большее развитие. Эксплуатация в гражданских целях глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) GPS и GLONASS открыла новую эру в использовании ИТС: появилась возможность получать информацию о местонахождении стационарных и мобильных объектов в любом месте и в любое время. Еще большие перспективы здесь открываются с завершением ввода в эксплуатацию европейской спутниковой навигационной системы Galileo [18].

Интегрированные технологии – будущее интеллектуальных транспортных систем. Рассмотрим примеры, содержание и особенности интеллектуальных транспортных технологий. Примерами таких интеллектуальных технологий являются «Технологии интеллектуального груза» (определено в европейских стандартах телематических систем), который в процессах перевозок «автоматически сообщает о своих свойствах», используемых для мониторинга и управления перевозками. Далее укажем инфокоммуникационные и телематические технологии и системы, которые реализуют общие «принципы логистики отслеживания грузов», учитывают требования аспектов интероперабельности или их элементов и др. Таким же является и «Автоматическое управление подвижными единицами» (информирование транспортных подвижных систем о рациональных маршрутах продвижения, загруженности дорог и т.п.).

Интеллектуальными считаются технологии с элементами автоматического сбора данных об условиях перевозок, моделирования процессов или сравнения с шаблонами, нормативами,

распознавания нештатных ситуаций или возможностей их появления, планирования перевозок и подобное другое.



Рис. 1.3. Технологии для построения навигационных приложений ИТС

Однако целый ряд требований ИТС (высокая точность определения местоположения транспортных средств для управления ими в реальном масштабе времени, навигационное обслуживание аварийного транспорта, создание бесперебойного устойчивого навигационного сервиса в условиях тоннелей и многоэтажных городских застроек) не может быть обеспечено возможностями современных глобальных навигационных систем (ГНСС). Для реализации этих требований необходима интеграция технологий позиционирования и беспроводной связи в целях создания непрерывной виртуальной среды транспортного управления в любых условиях, рис. 1.3.

Охарактеризуем некоторые основные направления развития интеллектуального железнодорожного транспорта на примере Российских железных дорог, которые сегодня находятся на новой стадии технико-экономического развития. Причем в последние годы подавляющая часть прироста объемов перевозок на

железнодорожном транспорте получена за счет применения современных и перспективных научных разработок, воплощенных в технологиях, услугах, оборудовании, автоматизированных системах управления и организации перевозочного процесса. Одной из перспективных задач ИС является более полное использование имеющейся информации об управляемом технологическом процессе. В настоящее время уровень использования такой информации недостаточен: контроль технологических процессов обеспечивается только на 30%, уровень автоматизации этого процесса составляет лишь 20%. Использование здесь инфокоммуникационных технологий станет технологическим прорывом в управлении железнодорожным транспортом, учитывая жесткую взаимосвязанность систем связи, железнодорожной автоматики и информационных систем.

Важным направлением развития ИС является формирование центров управления перевозками и создание ситуационных центров. Решение такой задачи требует развития информационных систем с учетом их зависимости от количества постановочных задач, разработки новых систем идентификации подвижного состава и роста используемой информации практически в геометрической прогрессии. Ситуационный центр – это организационная структура, которая помогает проводить анализ ситуаций, принимать решения и управлять инженерной и информационной инфраструктурой для повышения эффективности как технологических, так и бизнес-процессов. Это позволит гибко реагировать на динамику транспортного рынка, осуществлять контроль состояния транспортной инфраструктуры, применять обоснованные управленческие решения в оперативной обстановке.

Новым направлением работ АОА «РЖД» является развитие интеллектуального железнодорожного транспорта, что согласуется с программой Международного союза железных дорог (МСЖД), предусматривающей комплекс мер по развитию интеллектуальных железных дорог, в частности, производство интеллектуального поезда (пассажирского и грузового). Особенность «РЖД» требует для решения такой задачи перехода на координатные методы управления. Железнодорожный транспорт РФ не уступает первенства в создании ИТС другим отраслям экономики, системно занимаясь проблемами интеллектуализации систем транспорта. Примером успешных

системно-технических решений в сфере практической реализации интеллектуальных транспортных систем являются работы по созданию интеллектуальных систем комплексного управления движением поездов на скоростном направлении Москва – Санкт-Петербург [13].

Спутниковые технологии применяются для позиционирования подвижных объектов и мониторинга параметров систем. Эти технологии используются совместно со средствами радиосвязи и радиолокационным зондированием объектов железнодорожного транспорта со спутников для определения их координат, полносоставности поезда и др. Важным направлением разработок является создание технологии интеграции спутникового зондирования в единой системе координатного управления. В перспективе координатное управление должно стать базой единого транспортного комплекса для всех транспортных отраслей, для всех экспедиторов. Это обеспечит выполнение оперативного мониторинга и прогнозирования ситуаций для всех подвижных единиц, каждого занятого в технологическом процессе звена, их пономерное позиционирование.

Особенностью как российских, так и зарубежных систем обеспечения безопасности и регулирования движения поездов, является использование широкозонных дифференциальных дополнений ГНСС ГЛОНАСС, GPS и GALILEO. Как в разработанной в РФ системе, так и в ERTMS – Европейской системе управления железнодорожным движением, предусматривается использование цифровой связи стандарта GSM-R как базовой системы передачи данных. Особенностью Российской системы является отказ от напольных устройств – евробализ, требующих дополнительных капитальных вложений и дополнительных затрат на эксплуатацию.

Наработанный научно-технический потенциал по созданию интеллектуального железнодорожного транспорта способствует созданию нового поколения локомотивных устройств безопасности, спутниковых технологий и цифрового радиоканала для применения в комплексных многоуровневых системах безопасности движения, в том числе для обеспечения безопасности перевозок в период проведения зимних Олимпийских игр Сочи-2014. Развитие ИТС позволяет выйти

на качественно новый уровень создания систем с высокой надежностью и эффективностью функционирования, обеспечить современный уровень качества транспортных услуг и безопасности перевозок на железных дорогах.

1.4. Особенности задач управления перевозками в ИТС железнодорожного транспорта

Укажем некоторые примеры специализированных и интегрированных интеллектуальных технологий транспорта, предполагающих непосредственное применение ИТС. Это технологии «интеллектуального груза», который в процессе перевозки «автоматически сообщает о своих свойствах». Такая оперативная информация при взаимодействии с компонентами инфраструктуры транспортных систем используется для процедур мониторинга и управления перевозками. Далее, отметим технологии и системы управления по принципам логистики отслеживания грузов, которые представляют собой информационные и телематические технологии, реализующие общие требования по отслеживанию грузов, учитывая условия интероперабельности [15].

Автоматическое управление движущимися единицами (информирование транспортных систем о рациональных маршрутах движения, загруженности дорог и др.) является еще одним примером комплексных интеллектуальных технологий транспорта. Отметим далее следующие общие свойства интеллектуальных технологий, обеспечивающих процессы перевозок. Для ИТС характерно наличие элементов автоматического: - сбора данных об условиях перевозок, - моделирования процессов, - сравнения с шаблонами, нормативами, - распознавания нештатных ситуаций или возможностей их возникновения, - планирования процесса перевозок др. В конкретных системах могут быть реализованы лишь отдельные из указанных задач.

К задачам ИТС-ЖТ, использующим мониторинг процессов перевозки, а также предполагающим интеллектуальную обработку данных и моделирование, можно отнести следующие.

1. Автоматизация оперативного прогнозирования времен прибытия поездов под расформирование-формирование на сортировочных станциях. В ряде случаев планирование на основе нормативов и статистических данных оказывается не возможным, например, если процессы перевозок или же их составляющие имеют определенные свойства (в нашем случае процессы являются антиперсистентными [39]). Вместе с тем прибытие поездов под расформирование и переформирование влияет на структуру поездов, качество их дальнейшей переработки, общее время перевозки и стоимость перевозки. Для решения этой задачи можно использовать методы интеллектуальных систем: накопление шаблонов перевозки по участкам, выделение прецедентов (подобные ситуации) и обработка по шаблону (расчет прогнозных оценок показателей). Создание соответствующих технологий для управления железнодорожными перевозками в указанном аспекте – пример комплексной задачи применения ИТС на технологическом, а также экономическом уровне.

2. Управление перевозками операторов железнодорожного транспорта Украины. Задача анализа, моделирования и рационального управления грузовыми перевозками в условиях работы нескольких компаний-операторов железнодорожного транспорта дает другой пример использования возможностей интеллектуальных технологий транспорта. Для ее реализации необходимо осуществление мониторинга, накопление и обобщение результатов отдельных перевозок по участкам, которые выполнялись различными операторами, используя данные АСК ВП УЗ-Е. При этом формируются специализированные графические модели (логистико-технологические и логистико-экономические диаграммы [39]), которые наглядно и обобщенно представляют данные об исполненном движении с требуемой степенью детализации процессов. Модели-диаграммы обеспечивают возможность анализа, моделирования и планирования перевозок. С помощью диаграмм выполняется оценка ожидаемых затрат времени на перевозку, эффективности использования ресурсов, ведется оперативное прогнозирование характеристик текущих перевозок (ожидаемые оценки технологических и экономических показателей процессов железнодорожных перевозок и др.). В этом случае также возможно

применение методов ИТС и методов экспертных систем для автоматического формирования и адаптации соответствующих математических и информационных ресурсов систем управления грузовыми перевозками.

3. Обеспечение безопасности и доступности данных АСУ железнодорожными перевозками, их коллективного использования в соответствии с правами, как компонентов ИТС.

4. Унификация систем поддержки принятия решений на основе формирования «управления по отклонениям» от эталонов. В этом случае для создания подсистем ИТС-ЖТ возможно использование, например, моделей сетей Петри, а также их модификаций, которые обеспечивают формализацию структур телематического управления. Параметры этих моделей управления определяются на основе нормативов и данных АСУ процессами перевозки.

Остановимся на некоторых применениях технологий ИТС, а также инструментария телематического управления [17], для повышения эффективности железнодорожных перевозок. Здесь первостепенную роль выполняют процедуры автоматического или автоматизированного мониторинга перевозок, важной является необходимость организации и реализации в реальном масштабе времени оперативного взаимодействия подвижных объектов с инфраструктурой. В процессах функционирования ИТС требуется систематическое формирование и использование баз данных и знаний, а также применение методов интеллектуального управления (распознавание, классификация, управление по шаблонам и др. [15]). Комплекс возникающих и реализуемых при этом технологических и эксплуатационных задач, а также интегрированных информационно-телекоммуникационных технологий, ориентированных на формирование, интерпретацию и использование моделей процессов железнодорожных перевозок и средств их рационального применения, в определенной мере дают представление о свойствах ИТС-ЖТ.

Важной особенностью перевозочного процесса железнодорожного транспорта (ППЖТ) является его развертывание во времени [12]. То есть информационно-управляющие системы ППЖТ относятся к классу сложных динамических систем. При этом, в силу особенностей и сложности самого управляемого объекта, для задач

управления грузовыми железнодорожными перевозками в странах СНГ и Балтии характерно отсутствие достаточно полной и строгой формализации, а также разработанного математического обеспечения. Поэтому управление в этих задачах, по существу, ведется по отклонениям от нормативов. Причем нормативы во многом определяются опытным путем на основе данных о результатах функционирования управляемого объекта. Как известно, такой тип управления является типичным для телематических систем транспорта, для ИТС.

Остановимся на проблемах слежения за движением грузов: отслеживание товаров предполагает в любое время в режиме «реального времени» возможность получения информации о положении транспортных средств, перевозящих товары и/или о положении самих товаров или их контейнеров, об условиях перевозки (режим, продолжительность, ответственный за своевременную доставку перевозчик, упаковка, температура, ...). Мониторинг имеет логическую связь с предупреждением аварий (чтобы принять меры в случаях конкретной информации об угрозе аварии).

Важно различать *слежение за товарами в реальном времени и отслеживание* товаров. *Слежение* за движением грузов («tracking») можно рассматривать как *часть отслеживания*, которое позволяет восстановить путь следования груза и условия перевозки. Отслеживание определяет обязанности различных заинтересованных сторон, когда обнаружен разрыв в обеспечении целостности транспортной цепи. Это гарантия непрерывности поставки и целостности товара, если заинтересованные стороны соблюдают соответствующие процедуры по безопасности [16].

В целом, мониторинг товаров является одним из условий эффективности и развития интермодальных перевозок грузов, гораздо более трудноосуществимым, чем перевозка на грузовых автомобилях «от двери до двери».

Отслеживание - это один из приоритетов транспортной политики, поскольку оно позволяет разгрузить некоторые автомобильные или железнодорожные транспортные коридоры, сводит к минимуму выбросы загрязняющих веществ, снижает потребление энергии (особенно ископаемое топливо), оптимизирует экономическую

эффективность перевозок, включая смешанные перевозки и, наконец, способствует безопасности перевозок. Вот почему многие современные исследования особенно заинтересованы в путях улучшения слежения за товарами в реальном времени. Улучшение контроля за перемещаемыми товарами является необходимым условием успеха для железнодорожных или комбинированных перевозок (железная дорога/автотранспорт), потому что грузоотправитель для перевозки своих товаров в дополнение к автодороге будет использовать железнодорожный транспорт только тогда, когда он будет знать, где в любой момент (и в руках кого) находится его товар. Эта информация должна обеспечить своевременную доставку груза и оптимизировать логистику использования средств транспорта.

Мониторинг в реальном времени необходим также для того, чтобы железнодорожный перевозчик имел возможность быстро определить изменение сроков поставки (в случае ее нарушения), установить и быстро сообщить получателю новые условия для доставки, чтобы получатель имел возможность откорректировать дальнейшую логистическую цепочку.

Отслеживание должно обеспечить начало перевозки и сам ход перемещения товара, его состояние (имеет особенно важное значение для перевозки скоропортящихся грузов, таких как свежая плодоовощная продукция и продукты питания, опасных продуктов и животных). Дополняемое слежением в реальном времени, отслеживание показывает все операции с грузом во время перевозки и дает об этом информацию клиентам или пользователям, или властям для использования в государственной политике. Таким образом, можно просчитать цену километра транспортировки и определить «транспортные коридоры» - движение определенных транспортных средств только по определенным инфраструктурам (corridoring).

В целом инструментарий ИТС создает новые возможности для анализа, представления, понимания и управления транспортными процессами. Более точное определение географического положения подвижных единиц во времени, идентификация их состояний (например, выполняемых технологических операций), связывание этих данных с содержательной информацией о перевозимых грузах и

перевозчиках, дает возможность более достоверного решения многочисленных задач оценки и анализа величин материальных и экономических показателей, задач планирования и управления железнодорожными перевозками.

1.5. Основные задачи транспортной политики Европейского союза до 2050 г. Белая книга

Транспортная политика Европейского союза до 2050 года основывается на разработанной и принятой Европейской комиссией комплексной стратегии (документ «Белая книга»), в которой указаны главные на этот период задачи в сфере развития транспорта [2]. Ее первоочередные комплексные цели состоят в том, чтобы повысить мобильность, устранить препятствия в ключевых отраслях, стимулировать экономический рост, занятость, обеспечить качество повседневной жизни. Ставится задача резкого уменьшения зависимости Европы от импорта нефти, уменьшения на 60% вредных выбросов от транспорта. Для анализа важно, что 50% пассажирских международных и грузовых перевозок переводится с автомобильного транспорта на железнодорожный и водный. Основной стратегической целью, указанной в документе, является создание единого Европейского конкурентного транспортного пространства, транспортная сеть которого основана на взаимосвязи различных видов транспорта и позволяет получить глубокие изменения, как в структуре дорожного движения, так и в пассажирских и грузовых перевозках. Стратегия намечает различные цели для городского, междугородного и магистрального видов транспорта. Стратегией предусматривается снятие преград для бизнеса во многих ключевых областях, особенно в транспортной инфраструктуре и инвестициях, инновациях и едином внутреннем рынке.

Важным направлением развития транспорта является применение более «чистых» транспортных средств и «чистых» видов топлива. Так, к 2030 году на 50% должна быть снижена доля автотранспортных средств на традиционных видах топлива, а к 2050 году предусматривается поэтапный отказ от их применения в

городах. Движение автомобилей на обычном топливе в городах к 2030 году будет сокращено в два раза, а центры городов должны быть закрыты для перевозки грузов автомобилями, которые имеют выбросы оксида углерода (CO_2). ЕС разработал меры, обеспечивающие снижение к 2020 году количества погибших в дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) на 50%, принимая за исходный показатель 1995 года, когда в странах ЕС в ДТП погибли 45 тыс. человек. К 2050 году число ДТП уменьшиться до уровня близкого к нулю.

Междугородные перевозки на средние расстояния (около 300 км и более) должны быть переведены с автомобильного транспорта на железную дорогу и водный транспорт. Предполагается к 2030 году около 30% грузовых автомобильных перевозок длиной более 300 км перевести на железнодорожный и водные пути, а к 2050 году этот объем составит около 50%.

Создание транспортных коридоров с соответствующим набором информационных услуг – еще одна приоритетная задача транспортной стратегии. К 2030 году должна работать полнофункциональная опорная сеть подобных транспортных коридоров. Предполагается, что к 2050 году все аэропорты должны иметь основную сеть для подключения сети железных дорог, все морские порты должны иметь достаточные связи с системой грузовых железнодорожных перевозок, а по возможности – с внутренним водным транспортом.

Совершенствование технологий платы за перевозки также рассматривается как важное направление совершенствования транспорта. Уже к 2020 году должна быть создана основа для обеспечения требуемого уровня информации, контроля и создания системы расчетов пассажирских и грузовых мультимодальных перевозок. Должны быть полностью осуществлены принципы «пользователь платит» и «загрязнитель платит», а также участие сектора владельцев в устранении издержек. Таким образом будет создаваться доход и обеспечиваться финансирование для будущих инвестиций в транспорт.

В перевозках на большие расстояния и межконтинентальных грузовых перевозках будет продолжать преобладать авиация и судоходство. Предполагается создание новых двигателей, новых

видов топлива и систем управления транспортными потоками для повышения эффективности и сокращения вредных выбросов. К 2050 году авиация на 40% должна использовать низкоуглеродистые виды топлива, уменьшение выбросов углекислого газа морского бункерного топлива составит 40%. Стратегия предусматривает введение Единого европейского неба. До 2020 года предполагается завершить модернизацию европейской системы управления воздушным движением, общая европейская авиация будет включать 58 стран и перевозить один млрд. человек.

2. Сервисы и стандарты ИТС

Сервисы и стандартизация занимают центральное место при формировании и функционировании интеллектуальных транспортных систем. Вследствие глобализации, затрагивающей все стороны жизни мирового сообщества, необходимы интеграция и конвергенция современных глобальных технологий: информационных, телекоммуникационных и транспортных. Интеллектуальные транспортные системы – новое направление, активно развивающееся на стыке глобальных технологий, продвижение которого не возможно без функционирования стандартов. Текущее состояние развития информационных систем в мире показывает высокий уровень государственного интереса к созданию собственных интеллектуальных транспортно-дорожных систем, а также формированию условий для объединения различных национальных систем в транснациональные. С этой целью созданы и уже много лет функционируют системы стандартизации различного уровня, которые имеют выраженную тенденцию к взаимной гармонизации. Процесс международной стандартизации является важнейшим средством обеспечения совместимости отдельных систем транспортной телематики. На мировом уровне стандартизация осуществляется Международной организацией стандартизации ISO (International Standard Organisation), а на европейском уровне – Европейским комитетом по стандартизации CEN (Committee European de Normalisation) [3, 7, 10].

Каждая страна, являющаяся членом этих организаций, имеет право вносить предложения по разработке новых и совершенствованию существующих стандартов. Стандарты утверждаются на основании принятых международных правил. Работы по стандартизации в области интеллектуальных транспортных систем проводятся рабочими группами WG (Working Group) в специальных технических комитетах (TC) указанных международных организаций: CEN/TC 278 и ISO/TC 204. Европейские стандарты CEN более конкретны и не противоречат стандартам ISO, положения которых носят общий характер. В последнее время наблюдается активное стремление к гармонизации

процессов стандартизации в рамках обеих международных организаций, ISO и CEN.

2.1 Категории сервисов и стандартов ИТС для процессов перевозки пассажиров и грузов

Наибольшее влияние в сфере технического регулирования ИТС имеют три мировые системы стандартизации:

- ISO – международная организация по стандартизации (ISO – International Organization of Standardization), где сфера ИТС регулируется техническим комитетом 204 (Technical Committee 204 – Intelligent Transport Systems);

- CEN – европейского комитета по стандартизации (CEN – European Committee for Standardization), где сфера ИТС регулируется техническим комитетом 278 (Technical Committee 278 – Road Transport and Traffic Telematics);

- ITS Standards of Japan – японская система стандартизации.

Созданные в этих организациях рабочие группы специализируются по направлениям: Архитектура; Системы возврата угнанных транспортных средств; Общественный транспорт; Управление стоянками и парковками; Общественная ближняя связь; Интерфейс человек/машина; Автоматическая идентификация транспортных средств; Широкополосная связь/протоколы и интерфейсы; Системы управления грузовым транспортом и подвижным составом и др.

Всемирная дорожная ассоциация (PIARC) на основе опыта и тенденций развития систем транспортной телематики предложила классификацию [3, 4], содержащую 32 сервиса пользователей ИТС, условно сгруппированных по восьми категориям (табл. 2.1). В табл. 2.2 и табл. 2.3 представлены рабочие группы стандартизации комитета CEN/TC 278 и ISO/TC 204, состав которых позволяет установить основные сферы стандартизации. Отметим, что большинство групп сервисов, а также отдельных составляющих внутри групп, с некоторыми изменениями, носящими часто

«редакционный» характер, могут быть применен для формулировки ИТС сервисов железнодорожного транспорта.

Указанная в табл. 2.1 классификация не ограничивается независимым развитием указанных сервисов, предполагается их комплексное использование для достижения синергетического положительного эффекта интеграции на основе применения инфокоммуникационных технологий в ИТС. Так сервисы транспортного планирования, управления движением, перевозками, распознавания и идентификации транспортных средств, управление безопасностью, электронные платежи и др. имеют

Таблица 2.1

Сервисы пользователей ИТС

Группа ИТС	Сервисы пользователей ИТС
Управление дорожным движением	1. Поддержка транспортного планирования
	2. Управление дорожным движением
	3. Управление в чрезвычайных транспортных ситуациях
	4. Управление требованиями по транспортированию
	5. Политика в области регуляции дорожного движения
	6. Управление технической эксплуатацией инфраструктуры
Информация для путешественников	7. Информация перед поездкой
	8. Информация во время движения для водителей
	9. Информация во время движения для общественного транспорта
	10. Индивидуальные информационные услуги
	11. Дорожные руководства и навигация
Системы транспортных средств	12. Улучшение распознавания
	13. Автоматизированное управление транспортным средством
	14. Предупреждение лобовых столкновений
	15. Предупреждение боковых столкновений
	16. Системы безопасности
	17. Системы предотвращения аварий
Коммерческие транспортные средства	18. Предтаможенные операции на коммерческом транспорте
	19. Административные процессы на коммерческом транспорте
	20. Автоматизированная инспекция безопасности на дорогах
	21. Мониторинг безопасности в коммерческих автомобилях
	22. Управление парком коммерческих транспортных средств
	23. Управление общественным транспортом
Общественный транспорт	24. Управление транспортом по требованию
	25. Управление комбинированным транспортом
	26. Сигнализация опасной ситуации и личная безопасность
Управление в чрезвычайных ситуациях	27. Управление аварийно-спасательным транспортом
	28. Опасные грузы и предупреждение инцидентов
Электронные платежи	29. Электронные финансовые перечисления
Безопасность	30. Безопасность в общественном транспорте
	31. Безопасность инвалидов
	32. Интеллектуальные перекрестки

прямое отношение и к железнодорожному транспорту. То же можно сказать и о рабочих группах, табл. 2.2, табл. 2.3. При формулировании сервисов и стандартизации процессов создания ИТС железнодорожного транспорта актуальными являются, например, такие рабочие группы, как автоматическая идентификация транспортных средств, человеко-машинный интерфейс, географические базы данных, опасные грузы, управление парками другие. Работы по этим направлениям уже давно и активно ведутся на железнодорожном транспорте.

Таблица 2.2

Рабочие группы стандартизации комитета CEN/TC 278

Рабочие группы	Наименование рабочей группы
WG1	Автоматическое управление доступом и взимание платежей
WG2	Системы управления грузовым транспортом и парком транспортных средств
WG3	Общественный транспорт
WG4	Транспортная и дорожная информация
WG5	Управление дорожным движением
WG6	Управление стоянками и парковками
WG7	Географические дорожные базы данных
WG8	Данные о дорожном движении: создание, хранение, распределение
WG9	Связь на короткие расстояния
WG10	Человеко-машинные интерфейсы
WG12	Автоматическая идентификация транспортных средств
WG13	Архитектура и терминология
WG14	Системы возврата угнанных транспортных средств

На смену технологическим задачам по развитию технического прогресса приходят проблемы этического и психологического плана: развитие человека, его роль, место и ответственность в глобальной техногенной среде. Постановка и решение задач для создания мобильной высокотехнологической среды существования с учетом требований экологической безопасности – следующий этап в развитии глобальных технологий будущего.

Для полноценного функционирования необходимо обеспечение нормативно-правового регулирования сферы ИТС. К некоторым наиболее важным задачам правового регулирования ИТС можно отнести следующие: - разработка и согласование государственной политики в сфере ИТС, определение системы государственного управления, принципов ее функционирования, регулирования

деятельности органов власти на всех уровнях управления (государственный, региональный, местный); - систематизация и классификация нормативных правовых актов и других регламентирующих документов в сфере ИТС; - определение перечня и разработка проектов законодательных и иных нормативных правовых актов в сфере ИТС и внесения предложений по их совершенствованию; - определение форм и порядка выдачи различной разрешительной и учетной документации; - определение регламентов проведения экспертиз и расследований причин инцидентов и происшествий и многое другое.

Таблица 2.3

Рабочие группы стандартизации комитета ISO/TC 204

Рабочие группы	Наименование рабочей группы
WG1	Архитектура
WG2	Требования к качеству и надёжности
WG3	Технология баз данных транспортных информационных и управляющих систем
WG4	Автоматическая идентификация транспортных средств
WG5	Взимание платежей
WG6	Общее управление транспортным парком
WG7	Общее управление грузовым и коммерческим транспортным парком
WG8	Общественный и аварийный транспорт
WG9	Интегрированная транспортная информация, управление и контроль
WG10	Информационные системы для путешественников
WG11	Дорожные руководства и навигационные системы
WG14	Предупреждающие и управляющие системы в транспортных средствах и на дорогах
WG15	Связь на короткие расстояния для транспортных информационных и управляющих систем
WG16	Широкополосная связь/протоколы и интерфейсы

Комитетами по стандартам ISO и в настоящее время проводится большая работа по так называемым «интеллектуальным грузам».

Термин «интеллектуальные грузы» вышел из проекта ITS «Intelligent Transport Systems and services» (Интеллектуальные Транспортные Системы и услуги), концепция которого – использование информационно-коммуникационных технологий для управления грузоперевозками. Термин «интеллектуальный» означает «тот, кто может собирать, обрабатывать и распространять информацию», напоминает о том, что транспортные системы имеют сильные социальные последствия и могут участвовать в политике

безопасности движения, экономии энергии, охраны окружающей среды и устойчивого развития в целом. В нормах речь идет о следующем:

-ISO TC204: данные и сообщения о безопасности интермодальных транспортных перевозок воздух-дорога, контроль за перевозкой опасных грузов, контроль товаров посредством RFID, компьютерная и мобильная связь.

-ISO TC104: идентификация и электронное пломбирование контейнеров.

-ISO TK8: безопасность цепи поставок и «Electronic Port Clearance» дематериализация портовых формальностей.

Отметим также важность решения задач формирования стандартов для технических требований к элементам технологических комплексов ИТС. Так структура этих требований стандартов CEN-TC278 и ISO-TC204), формирующих элементарно-технологическую основу телематических систем в ИТС, строится для таких систем: - логические устройства; - устройства и технологии связи; - устройства и технологии мониторинга, идентификации и счета; - устройства отображения информации; - устройства и технологии сбора и распределения информации; - технологии защиты информации и др.

К настоящему времени основная часть процессов, функций, интерфейсов, протоколов обмена данными, требований к оборудованию и другим аспектам ИТС в общем плане уже стандартизована на международном уровне, а в развитых странах – и на национальном уровне.

2.2 Значение стандартов для развития и продвижения ИТС

Сервисы интеллектуальных транспортных систем имеют свои особенности. Необходимо иметь ввиду, что сервис ИТС представляет собой продукт деятельности, предназначенный для конкретного пользователя ИТС. Сервис ИТС, таким образом, может рассматриваться как простейший строительный блок любой архитектуры/схемы ИТС [10].

Уровень детализации стандарта ИСО 14813-1:2007 ограничивается уровнем доменов и сервисных групп, а не конкретных сервисов. Разные страны структурируют архитектуру ИТС по-разному: одни - посредством более детализированного определения сервисов и запросов, другие используют более высокий уровень обобщения. Таким образом, выработка конкретной структуры сервисов ИТС не относится к области применения стандарта, однако примеры таких структур предусмотрены. Уточнение конкретных сервисов ИТС должно осуществляться последовательно, с привязкой к конкретной архитектуре. Существует несколько методик, которые обеспечивают проведение такой конкретизации. Элементарный сервис может быть вычленен путем детализации из сервисной группы. При этом возможны различные подходы и, соответственно, различные варианты детализации.

В комплексе международных стандартов ИСО 14813 (см. ниже [1], [2] и [3]) описана методика конкретизации, использующая UML. Однако стандарты для создания архитектуры ИТС, не использующие специальную методологию или иные технологии, такие, например, как декомпозиция процессов, также могут быть применены. В [4] содержатся руководство и требования к описанию архитектуры ИТС; в [5] - уточненные рекомендации и руководство по определению и документированию интерфейсов ITS/TICS с помощью UML. Укажем некоторую основную библиографию (Сервисы и архитектура ИТС):

- | | |
|-----------------|---|
| ISO/TR | Transport information and control systems |
| 1] 14813-2:2000 | Reference model architecture(s) for the TICS sector
Part 2: Core TICS reference architecture |
| ISO/TR | Transport information and control systems |
| 2] 14813-3:2000 | Reference model architecture(s) for the TICS sector
Part 3: Example elaboration |
| ISO/TR | Transport information and control systems |
| 3] 14813-4:2000 | Reference model architecture(s) for the TICS sector
Part 4: Reference model tutorial |
| ISO/TR | Transport information and control systems |
| 4] 14813-5:1999 | Reference model architecture(s) for the TICS sector
Part 5: Requirements for architecture description in
TICS standards |

На текущий момент в России и в Украине ИТС не регламентируется ни одним государственным стандартом. Отсутствуют стандарты, регулирующие отношения в области информации, коммуникаций и систем управления наземными транспортными средствами в городе и в сельской местности, включая организацию дорожного движения, общественный транспорт, коммерческий транспорт, аварийные службы и коммерческие услуги в области ИТС.

Вместе с тем, фактически осуществляется стандартизация ряда технологий, систем контроля и телематических устройств, опираясь на которые целесообразно развитие предметной стандартизации в области ИТС. В частности, в РФ техническими комитетами (ТК) осуществляется следующее регулирование: Услуги связи, информатизации, организация и управление связью, ТК 021; Информационные технологии, ТК 022; Электромагнитная совместимость технических средств, ТК 030; Основные нормы и правила по обеспечению единства измерений, ТК 053; Автоматическая идентификация, ТК 355; Защита информации ТК 362; Радионавигация, ТК 363; Информационное обеспечение техники и операторской деятельности, ТК 379; Географическая информация / геоматика ТК 394; Связь, ТК 480 и другое.

Стандартизация базовых железнодорожных технологий процесса перевозки и др., а также систем контроля и телематических устройств, соответствующих приведенным выше направлениям деятельности ТК, в значительной мере необходима и для стандартизации в области ИТС железнодорожного транспорта, с учетом специфики его технических средств и систем.



Рис. 2.1. Сферы стандартизации в ИТС

Основные задачи стандартизации в сфере ИТС представлены на рис. 2.1 [2]. Отметим наиболее важные из них, относящиеся в равной степени к любым видам транспорта: - создание единого понятийного аппарата в сфере ИТС – стандартизация терминов и определений;

- установление требований к техническим устройствам, обеспечивающим телематическое взаимодействие в ИТС и размещаемым на транспортных средствах и в инфраструктуре ИТС;
- установление требований к номенклатуре и качеству телематических средств и услуг в ИТС в интересах пользователя;
- установление требований по совместимости и взаимозаменяемости телематических средств ИТС;
- создание системы обеспечения потребителей информацией о номенклатуре и основных показателях телематических средств и услуг в ИТС;
- гармонизация требований отраслевых стандартов с требованиями международных рекомендаций и стандартов.

При разработке стандартов для ИТС необходимо учитывать существующие и действующие в настоящий момент в РФ и Украине нормативные документы, определяющие нормативную правовую и

нормативно-техническую сферы развития телематических технологий на транспорте.

Принципы формирования государственной стратегии в области ИТС должны базироваться на разработках системного правового обеспечения для формирования организационной структуры государственного регулирования в области развития ИТС.

В сфере стандартизации ИТС важное место занимают субъекты. Субъекты ИТС – это обобщенное понятие, включающее систему физических и юридических лиц, определяющих полный организационно-функциональный цикл ИТС: заказчики – разработчики – эксплуатационные предприятия – потребители ИТС услуг – контрольно-надзорные органы. Субъекты ИТС делятся по признаку: держатели («владельцы») системы – государственный, региональный, ведомственный уровень; операторы интеллектуальных функций транспортного процесса – государственный, рыночный уровень (в зависимости от типа подсистем ИТС); потребители ИТС услуг – персональный уровень.

Под держателями («владельцами») системы следует понимать административные субъекты – муниципальный орган, орган местного самоуправления, субъекты исполнительной власти органов местного самоуправления – определяющие целесообразность и этапность развития системы. Необходимо предусмотреть правовую основу возможности передачи функций держателей локальных, либо комплексных ИТС в ведение юридических лиц на условиях, отвечающих интересам заказчика системы. Операторами интеллектуальных функций транспортного процесса являются уполномоченные организации, осуществляющие оперативное управление на транспортно-дорожном комплексе (сопровождение интеллектуального саморегулирования системы), а также контрольно-надзорные функции. Обязательным условием существования ИТС является условие, при котором все субъекты (в соответствии с представленной классификацией) имеют свой уровень мотивации в ее построении и развитии.

Следует иметь в виду, что процесс стандартизации охватывает весь комплекс обеспечения сервисов и процедур как грузовых, так и пассажирских перевозок, в том числе железнодорожным транспортом. Так в 2010 году Европейским железнодорожным

агентством был разработан документ в области телематики для пассажирских перевозок, устанавливающий для транс-европейской системы состав сервисов и технические характеристики интероперабельности (документ IU-TAP-260510-TSI 2.0, от 26.05.2010 года). Документ, в частности, регламентирует необходимые сервисы в телематических приложениях для подсистемы пассажирских перевозок, предоставляемую пассажиру информацию до и во время путешествия, бронирование и платежные системы, управление багажом, управление связью между поездами и с другими видами транспорта, выдачу билетов через билетные кассы или продающие машины, или по телефону и через Интернет др. При этом документ устанавливает основные требования к пассажирским перевозкам, включая такие аспекты, как безопасность, надежность и доступность, здоровье пассажиров, вопросы защиты окружающей среды, требования технической совместимости систем перевозки и другие. Следует отметить представленные в технических спецификациях аспекты, относящиеся конкретно к телематическим приложениям для подсистемы «пассажирские перевозки». А именно - вопросы технической совместимости, надежности и доступности, здоровья и безопасности.

Разработка и реализация таких стандартов обеспечения процессов перевозок, в конечном счете, будет проведена и в сфере ИТС-ЖТ.

2.3 Архитектура и организация ИТС

Архитектура систем транспортной телематики определяет основные принципы организации ИТС и взаимосвязи компонентов ИТС между собой и с внешней средой, а также принципы и руководство по их разработке, внедрению и оценке эффективности использования. Архитектура ИТС представляет собой рамочную структуру, в границах которой могут быть предложены мультикритериальные подходы к проектированию с учетом индивидуальных потребностей заказчика и необходимых пользовательских сервисов. В настоящее время широко используются два основных подхода к созданию архитектуры ИТС,

разработанные в США (The US National ITS Architecture) и Европе (The European ITS Framework Architecture) [6].

Американская национальная архитектура ИТС. В Соединенных Штатах Америки (США) национальная архитектура ИТС была разработана с 1993 по 1996 г.. рис. 2.2. Предложенная архитектура, обеспечивающая общую модель для планирования, определения и интеграции ИТС, была разработана для поддержки развития и внедрения ИТС на 20-летний период в городской, меж городской и сельской среде США. Первая версия архитектуры появилась в 1996 году, она продолжает непрерывно совершенствоваться [3, 5, 6].



Рис. 2.2. Физическая архитектура ИТС США

Практическое применение архитектуры ИТС поддерживается специальной программой обучения, ориентированной как на государственные, так и на коммерческие структуры.

Архитектура ИТС содержит три уровня: два технических (транспортный и коммуникационный) и организационный. Технические уровни включают соответствующие компоненты системы, а организационный – обеспечивает их поддержку и взаимодействие. На рис. 2.2 показана физическая архитектура ИТС с

системной позиции высшего уровня, которая включает как транспортный, так и коммуникационный уровни архитектуры.

Транспортный уровень включает 22 взаимосвязанных подсистемы, распределенных по четырем классам: пассажиры, центры управления, транспортное средство и дорога. Коммуникационный уровень показывает связи между подсистемами. Каждая из подсистем делится на пакеты оборудования (Equipment Packages), объединяющие одинаковые составляющие различных подсистем в группы, которые могут быть внедрены самостоятельно с учетом потребностей и сервисов ИТС.

Функциональность системы в целом определяется разработкой логической архитектуры ИТС, содержащей представленные в виде диаграмм потоки данных в системе. Взаимодействие основных составляющих национальной архитектуры ИТС показано на рис. 2.3.

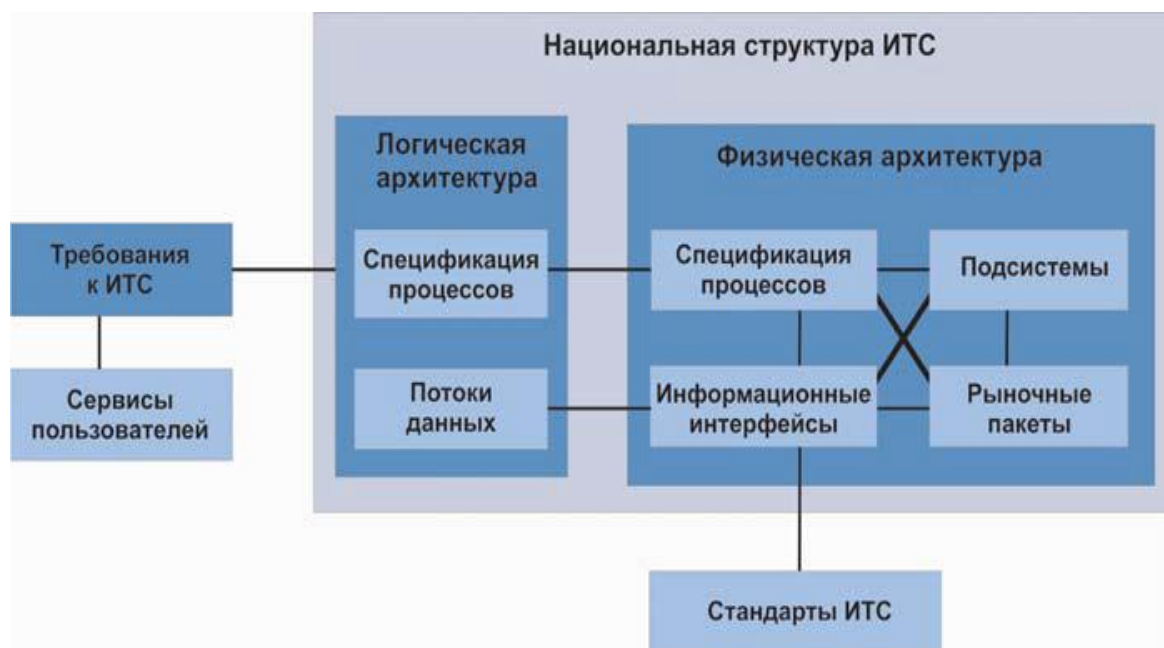


Рис. 2.3. Взаимодействие основных составляющих архитектуры ИТС

Информационное взаимодействие всех составляющих архитектуры описывается через информационные интерфейсы, которые регламентируются национальными стандартами NTCIP (National Transportation Communications for ITS Protocol). Разработка конкретных региональных архитектур ИТС описывается в специально разработанном руководстве [6].

Европейская архитектура ИТС появилась, когда в середине 90х годов прошлого столетия стало ясно, что потенциал многих европейских исследовательских программ в области транспортной телематики не может быть полностью реализован. Для решения проблемы требовалось создание единого подхода к европейской архитектуре ИТС. Эта задача была решена в 1998–2000 гг. в ходе реализации проекта KAREN, в результате была разработана структура для внедрения ИТС в Европейском Союзе. В дальнейшем в ходе реализации проекта FP круг вопросов европейской архитектуры ИТС был существенно расширен [7].

Европейская архитектура ИТС состоит из двух частей: пользовательских сервисов ИТС (табл. 2.1) и функциональной архитектуры (Functional Viewpoint), обеспечивающей реализацию указанных сервисов (рис. 2.4).

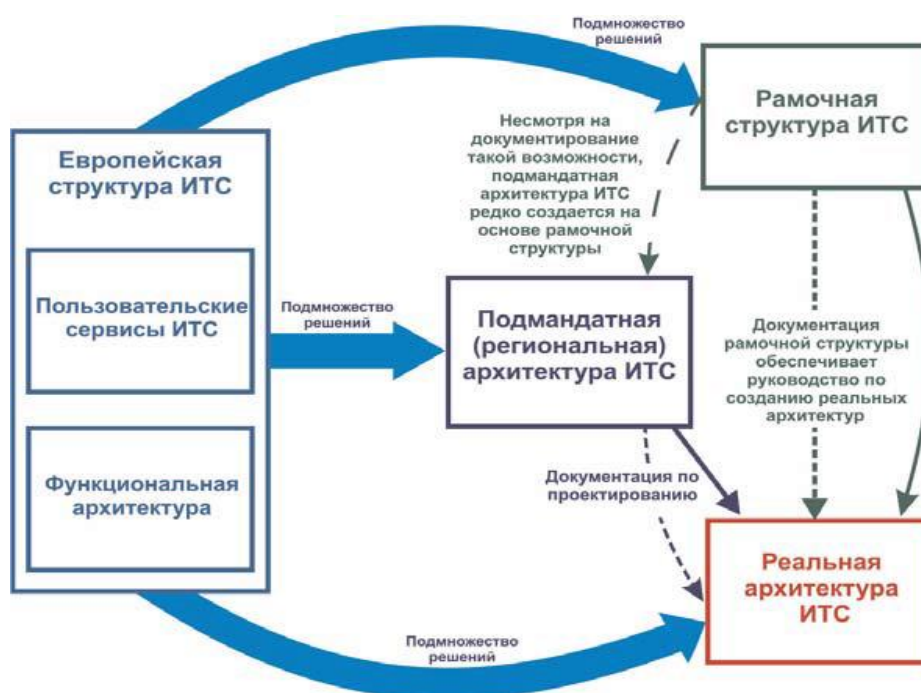


Рис. 2.4. Европейская рамочная архитектура ИТС

Физическая и коммуникационная структуры не входят в состав регламентируемых составных частей архитектуры ИТС. Проект KAREN содержит руководство по их созданию, внедрению, оценке экономической эффективности, а также ряд примеров, иллюстрирующих практические подходы к их применению (рис. 2.6).

На основе подходов, заложенных в основу европейской архитектуры ИТС, предполагается создание индивидуальной физической и коммуникационной среды ИТС в каждом конкретном случае. При этом обязательно выполняется учет конкретных особенностей и потребностей в сервисах, на основе общих принципов и в соответствии с общей моделью разработки (рис. 2.6). Согласно рис. 2.6 на основе Европейской архитектуры, имеющей рамочный характер, разрабатываются как национальные архитектуры, так и архитектуры сервисов ИТС, архитектуры коммерческих систем, в соответствии с которыми ведется формирование и функционирование конкретных приложений ИТС.



Рис. 2.5. Модель разработки локальных архитектур ИТС

При этом для облегчения создания конкретных архитектур ИТС разработчики обеспечиваются специальным набором инструментальных средств, которые вместе с необходимыми базами данных образуют унифицированную среду разработки

Предложенная транспортным департаментом США инициатива направлена на создание единого информационного пространства, объединяющего автомобили, дорожное оборудование, диспетчерские залы и центры обработки данных (ЦОД) по всей стране. Создание единой архитектуры ИТС позволяет контролировать три основных целевых направления: безопасность (снижение аварийности на дорогах), мобильность (сбор информации о пробках от движущихся в потоке автомобилей и информирование участников движения), защита окружающей среды (снижение ущерба окружающей среде от транспорта посредством мониторинга ситуации в реальном времени и своевременного принятия решений).

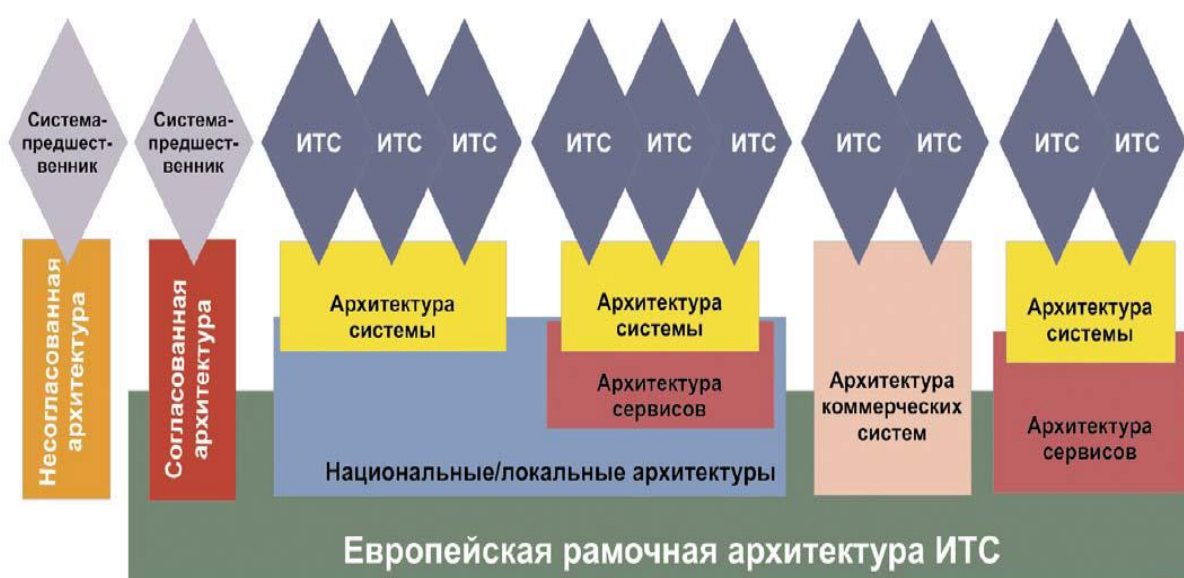


Рис. 2.6. Общеввропейская модель архитектуры ИТС

Стандарт архитектуры ИТС представляет комплекс руководств, представляющих информацию о стандарте и этапах его внедрения. Стандарт включает следующее. 1. Логическое и физическое описание архитектуры ИТС. 2. Методика применения подходов ИТС к конкретному объекту (городу или региону), что позволяет сформировать основные функциональные требования для технического задания. 3. Методика поиска инвесторов под проект. 4. База данных в формате MS Access и GUI программа для Windows, позволяющая получить необходимые описания и документы и др.

В целом архитектура ИТС состоит из трех уровней, обеспечивающих реализацию коммуникационных, прикладных

транспортных бизнес-процессов и функций, реализацию стратегических целей и прикладных задач с учетом установленных требований, рис. 2.7 (из книги "National ITS Architecture. Physical Architecture").

Верхний – является уровнем сетевой инфраструктуры, которая содержит скоростные каналы связи между диспетчерскими центрами и ЦОД, воздушные каналы связи между удаленными контроллерами, каналы связи через провайдеров сотовой связи, выделенные каналы связи с резервированием для обслуживания светофоров, цифровых табло и т.п. На втором уровне представлены элементы функциональной архитектуры, причем квадратики – это подсистемы, а связи между ними показывают информацию, курсирующую между подсистемами. Нижний уровень показывает бизнес-сущности, здесь перечислены организации, определяющие транспортную стратегию, информационные потоки между этими организациями, предъявляющие требования к отчетности, к аналитике и к информационным системам в целом [6].

Американский стандарт архитектуры ИТС предусматривает 22 подсистемы, подразделяемых на центральные и мобильные, которые и составляют его функциональное наполнение. Укажем основные подсистемы стандарта.

1. Система управления архивной информацией, которая обеспечивает централизованное архивирование и последующее распространение информации в рамках ИТС.

2. Система администрирования коммерческого транспорта. Обеспечивает запись событий на маршруте, управление налогами и лицензиями, организацию информационного обмена между экипажами.

3. Система контроля коммерческого транспорта. Обеспечивает сопровождение транспортных средств (ТС) по всему маршруту, включая пересечение границ, оценку веса груза, экологические параметры при перевозке опасных грузов и т.п.

4. Система управления коммерческим транспортом. Обеспечивает регистрацию ДТП, безопасность груза, аутентификацию водителей.

7. Система обеспечение интеграции с информационными порталами и др. Обеспечивает участников движения необходимой маршрутной информацией, а также предоставляет необходимые информационные интерфейсы в Интернет, обеспечивает взаимодействие с бортовыми устройствами (GPS трекинг и т.п.)

8. Система доступа к персональной информации. Обеспечивает персонифицированное обслуживание путешественников, включая отслеживание маршрутов, учет предпочтений по маршрутам и выработку персональных рекомендаций для путешественников.

9. Система маршрутизации транспорта. Обеспечивает маршрутизацию ТС в масштабах макрорегиона с учетом текущей и прогнозируемой ситуации.

10. Система информационного обеспечения участников дорожного движения. Обеспечивает участников движения необходимой информацией по запросу или по инициативе центра (например, в случае природных катаклизмов)

11. Система обеспечения безопасности (безопасность таможенных складов, тоннелей, мостов и т.п.

12. Система сбора дорожной платы (СВП). Оборудование и программное обеспечение пунктов взимания платы.

13. Система управления дорожным движением (АСУДД). Обеспечивает управление дорожным движением в рамках региона.

14. Система управления транзитным транспортом (центральная часть). Обеспечивает маршрутизацию транзитного транспорта, планирование движения транзитного транспорта, обеспечение оговоренного уровня сервиса (время в пути). Мобильная часть системы объединяет бортовое оборудование, необходимое для управления транзитным транспортом, а также необходимые коммуникации.

15. Управление бортовым оборудованием. Объединяет разнообразные персональные сервисы для участников движения, которые работают как в онлайн режиме, так и автономно: предупреждения о важных инцидентах, контроль скорости и безопасности движения, персональная картография, определение времени в пути и т.п.

Перечень систем стандарта демонстрирует возможности архитектуры. Подробно с ней можно ознакомиться на сайте

www.iteris.com/itsarch/index.ht. Официальный сайт Транспортного департамента США www.its.dot.gov/.

Анализ функций стандарта показывает, что современные Центры Управления Перевозками (ЦУП) железнодорожного транспорта реализуют большую часть его функций, что следует учитывать при формировании ИТС-ЖТ.

Функциональная архитектура ИТС в соответствии с Концепцией создания РФ представлена в разд. 2.4.

2.4 Концепция и законы РФ по ИТС

В настоящее время в РФ формируется государственная Концепция создания ИТС, подготавливается закон «Интеллектуальная транспортная система Российской Федерации». Это свидетельствует о высокой заинтересованности государства в решении современных проблем транспорта. Государство осуществляет стратегически-инновационную функцию – поддерживает базисные технологические и экономические инновации, придавая им начальный импульс.

Концепция создания ИТС соответствует основным целям Транспортной стратегии РФ на период до 2030 г. [2, 8], рис. 2.8, и рассматривает ИТС как глобальный «инструмент» их достижения.

Качественный скачок в разработке и выпуске мощных информационных компьютерных систем, в развитии современных видов связи, эффективных навигационных систем, технических средств для сбора и обработки информации о характеристиках транспортных потоков и сети диктует необходимость в активном использовании технологий ИТС.

Концептуально важно подчеркнуть четыре основных, государственных направления:

- организующая и координирующая роль в создании институциональной основы для разработки национальной архитектуры ИТС и координационных планов развития;
- регулирующая роль - создание правового поля, стандартизация параметров в сфере безопасности и технической совместимости;

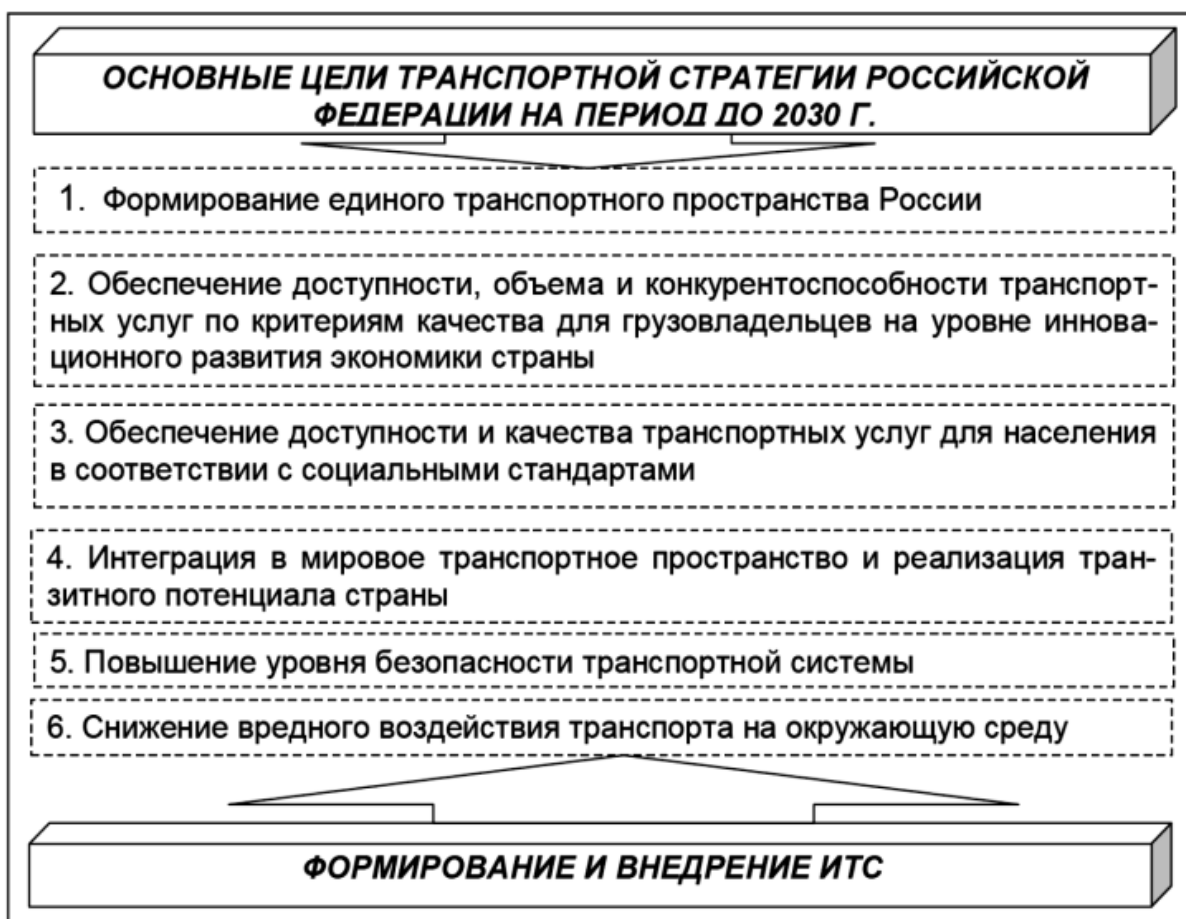


Рис. 2.8. Формирование и внедрение ИТС как средства достижения целей транспортной стратегии Российской Федерации.

- стимулирующая роль - поддержка исследований и социально-ориентированных пионерных проектов ИТС-сервисов в сфере общественного транспорта и неотложных служб;

- инвестиционная роль - разработка и реализация ИТС-проектов, решающих задачи безопасности и производительности, которые могут создаваться и эксплуатироваться с привлечением частного капитала на условиях Государственно-частного партнерства.

Концептуальную схему построения ИТС РФ следует рассматривать как организацию системной формы взаимодействия всех видов транспорта, наиболее эффективное использование транспортного ресурса за счет совместных транспортных операций с наиболее рациональными вариантами структурно-поточных схем движения пассажиров и грузопотоков, обеспечивая качество транспортных услуг. Концепция создания интеллектуальных транспортных систем является базовым документом при выработке

решений о подготовке и порядке реализации комплекса мероприятий по обоснованию, проектированию, эксплуатации и развитию ИТС-проектов, об обосновании оптимальной стоимости проекта.

Концепция определяет основные направления развития нормативно-технической и правовой деятельности в развитии технического и технологического инструментария ИТС. Последующая реализация Концепции позволит исключить существующую практику необоснованных принятий решений по актуализации, участку, архитектуре и техническому оснащению ИТС, даст методический инструментарий для формирования объектного представления о наиболее эффективной архитектуре системы на актуальном участке транспортной сети региона (города).

Организационная структура государственного регулирования в области развития ИТС должна строиться на принципах взаимодействия трех уровней правовых субъектов ИТС (рис. 2.9):

Уровень 1 – охватывает функции органов исполнительной власти (министерства, ведомства), уровень 2 – представляет научные задачи формирования стратегии ИТС, а уровень 3 – отражает интересы бизнес-сообщества, сфера внедрения ИТС.

Структура объектов внедрения ИТС определяется целевым назначением систем для различных прикладных сфер, представлена в табл. 2.4.

Практически сфера внедрения проектов ИТС должна осуществляться юридическими лицами (бизнес-сообщество), имеющими в зависимости от комплекса функциональных задач ИТС возможности привлечения общественных объединений и групп.

Организация структуры государственного регулирования в области развития ИТС осуществляется на основе системного правового обеспечения. Скоординированное взаимодействие органов исполнительной власти, имеющих в соответствии с действующим законодательством компетенции и функции в сфере развития ИТС, создает условия для разработки правильных принципов отношений субъектов (наука, бизнес) процессов разработки и реализации проектов ИТС.

Охарактеризуем функциональную архитектуру в соответствии с Концепцией создания ИТС РФ [8]. ИТС создаются на основе доменной

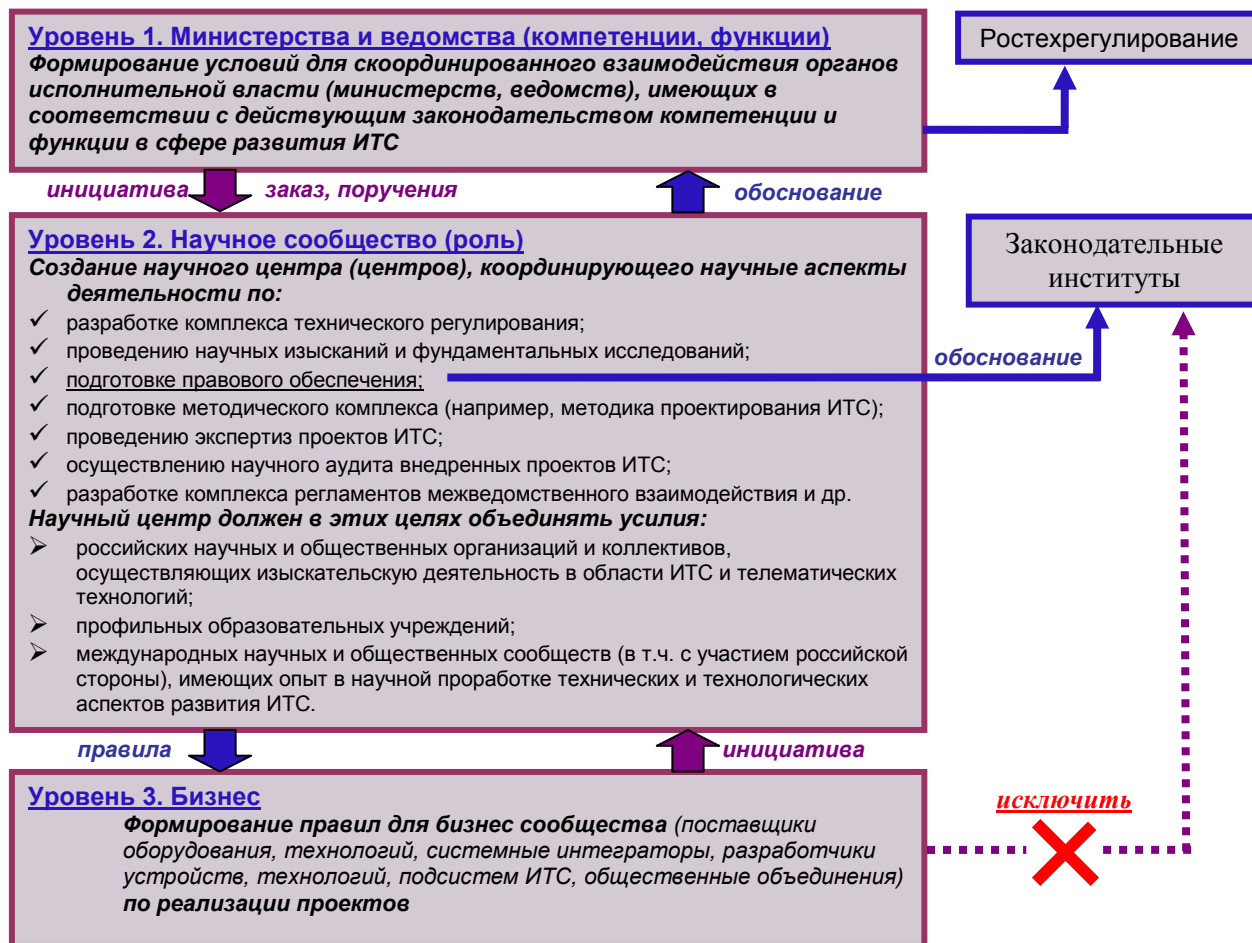


Рис. 2.9. Организационная структура по формированию государственной стратегии в области ИТС

архитектуры. Укажем, что доменная архитектура ИТС (domain– здесь сфера применения) является базовой частью системы знаний в области ИТС. Такая архитектура формирует общее комплексное представление о структуре объектов и субъектов ИТС. При этом для каждого проекта системы набор и функциональное описание объектов и субъектов может носить индивидуальный характер. Принципиально в доменной архитектуре прописывается два объекта – транспортное средство, инфраструктура – и среда поддержания их коммуникативного взаимодействия: прямого (через каналы связевого взаимодействия) и опосредованного (через средства влияния: технические средства и технологии, ориентированные на информирование участников транспортных потоков. Транспортная среда ИТС формируется из взаимодействующих унифицированных транспортно–телематических комплексов. Телематический комплекс

– основной элемент инфраструктуры управления (линейного, участкового; диспетчерского, функционального и регионального; спутникового, общесистемного уровней). Функциональная архитектура ИТС описывает задачи коммуникативного взаимодействия объектов ИТС.

Таблица 2.4

Основные сферы внедрения ИТС

Прикладная сфера	Целевое назначение ИТС	Объект внедрения (объект ИТС)
Социальная сфера	информационный сервис	Транспортное средство Инфраструктура ИТС
Государственная сфера	безопасность	Транспортное средство Инфраструктура ИТС
Региональная сфера	оптимизация пропускной способности сети	Инфраструктура ИТС
Ведомственная сфера	телематический контроль, обоснование ведомственных затрат различного уровня	Методики мониторинга индикаторов эффективности ИТС
Целевая сфера	информационное сопровождение	Транспортное средство Инфраструктура ИТС

Функциональная архитектура определяет модульную структуру ИТС, в которой прописываются целевые направления развертывания ИТС (безопасность, организация движения, мониторинг на уровне инфраструктуры и в транспортном средстве), а так же целевые группы задач, в соответствии с которыми формируются комплексы подсистем ИТС (подсистемы ИТС в транспортных средствах, в дорожной инфраструктуре, интегрированные подсистемы). Структура объектов ИТС определяет комплекс групп подсистем, являющихся частью комплексных проектов ИТС. К группам подсистем относятся подсистемы диспетчерского управления всеми категориями транспорта, выполняющего коммерческие и целевые перевозки, подсистемы управления транспортными потоками, подсистемы информационного сервиса, группы подсистем дорожного хозяйства, в том числе по контролю транспортной ситуации и за состоянием транспортных путей.

Все подсистемы ИТС формируются за счет «набора» опорных технологий, содержание и параметры которых определяются на стадии проектирования подсистем или ИТС в целом. Техническая реализация опорных технологий связана с развитием телематических элементов инфраструктуры и транспортных средств, а также со стандартами связевого и коммуникационного взаимодействия всех субъектов и объектов ИТС. Комплекс технических элементов формирует понятие о физической архитектуре ИТС.

Посредством стандартизации телематических элементов и стандартов передачи информации закрепляются требования к параметрам оборота информации как внутри ИТС по технологическим задачам подсистем, так и с внешними информационными системами, в том числе с информационными системами других видов транспорта, оперативных служб органов исполнительной власти и др.

Функциональная архитектура ИТС предъявляет требования и описывает: - уровневую структуру системы, включающую описание: линейного обеспечения системы (инфраструктура ИТС); - уровня диспетчеризации – управление по функциональным задачам подсистем ИТС; - уровня оперативного управления – регламенты взаимодействия с государственными и прочими (национальными иными государствами, международными) внешними информационными системами (других видов транспорта, других министерств и ведомств); - уровня ситуационного управления – регламенты взаимодействия с органами исполнительной власти, имеющими компетенции в области ИТС; - уровня мониторинга работы системы – анализа показателей эффективности ИТС, обобщения информации, предоставления отчетов, принятия решения по стратегии дальнейшего развития системы; - уровня интеграции в государственную информационную систему и др.

На следующем рисунке представлена общая структура Концепции РФ по созданию ИТС на основе современных инфокоммуникационных технологий.

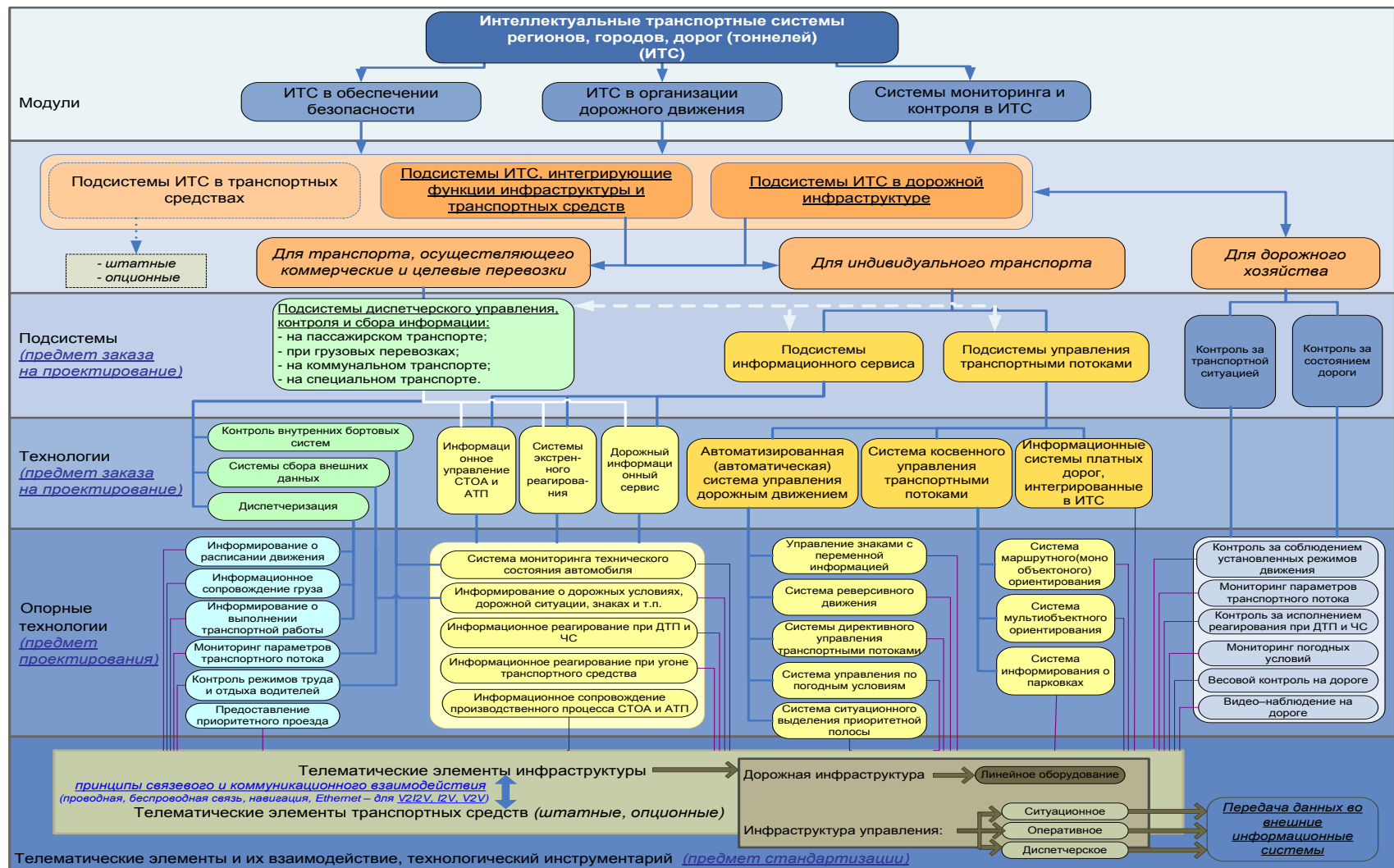


Рис. 2.10. Структура ИТС [9]

3 Транспортная и железнодорожная телематика

В разделе рассматриваются сущность, основные особенности и техническое обеспечение железнодорожной телематики, принципы построения различных типов интеллектуальных транспортных систем.

3.1 Сущность, определения и терминология телематики

Развитие информационных и телекоммуникационных технологий в конце XX века привело к появлению нового класса транспортных систем, основными принципами создания которых стали:

- повышение эффективности транспортных процессов;
- повышение безопасности транспортных процессов;
- улучшение экологической ситуации путем уменьшения загрязнений от транспорта;
- предоставление информации участникам дорожного движения и центрам управления движением о ситуации на дорогах.

В США данные системы получили название «Интеллектуальные транспортные системы» (ИТС) (Intelligent Transportation Systems – ITS). В Европе получил распространение термин «Системы транспортной телематики» [19].

Термин «телематика» – это производное от слов «телекоммуникации» и «информатика». Соответственно, понятие «транспортная телематика» охватывает область использования возможностей телекоммуникационных технологий и информатики при решении технологических задач на транспорте.

Телематические транспортные системы – это комплекс взаимосвязанных автоматизированных систем, решающих задачи управления дорожным движением, мониторинга и управления работой всех видов транспорта (индивидуального, общественного, грузового), информирования граждан и предприятий об организации транспортного обслуживания на территории региона.

В Европе проекты создания и развития телематических систем поддерживались Европейским Союзом. В США и Японии проекты поддерживались правительствами, которые считали внедрение и развитие ИТС стратегической задачей.

Архитектура транспортной телематической системы определяет ее основную структуру. Основой такой системы являются информационные технологии, которые содержат информацию об элементах транспортной сети (наземная транспортная инфраструктура, транспортные средства, перевозки пассажиров, товаров и т.д.) и о пользователях транспортом (экспедиторы, перевозчики, органы государственной власти, таможенное управление и т.д.). Транспортная телематическая система дает возможность сбора, передачи, обработки и обмена информацией между различными потребителями и элементами транспортной сети и создает телематические приложения для ее управления и оптимизации.

Основные средства транспортной телематической системы можно разделить на:

- технические средства (физические средства, аппаратные средства коммуникационных и информационных технологий, датчики, исполнительные элементы);
- средства управления процессами (стратегии, алгоритмы управления);
- средства организационной поддержки (организационная структура, управление транспортом, решающие полномочия, ответственности отдельных организаций, национальные и европейские стандарты).

В настоящее время проекты создания и внедрения комплексных ИТС объединяют телекоммуникационные и информационные технологии, позволяющие организовать движение транспортных потоков таким образом, чтобы повысить пропускную способность существующей транспортной инфраструктуры, а также повысить безопасность и улучшить экологию транспортных систем. Транспортная телематика при этом является элементом технического обеспечения основных функциональных и системных компонентов интеллектуальных транспортных систем.

3.2 Техническое обеспечение телематики, основные стандарты

По данным европейских исследований (Infrabel, SNCF) в настоящее время часть европейской железнодорожной сети используется на 80% (уровень, близкий к предельно возможному). В краткосрочной и среднесрочной перспективе это может вызвать ряд проблем. В долгосрочной перспективе, европейские железнодорожные сети уже не смогут выдерживать дополнительную нагрузку, обусловленную переносом объемов перевозок с автомобильного на железнодорожный транспорт. В связи с этим железнодорожная отрасль требует новых инвестиций и новых инновационных проектов, позволяющих рационально распределять существующие ресурсы.

Внедрение телематических транспортных систем позволяет не только повысить эффективность железнодорожных перевозок, но и повысить безопасность движения, улучшить экологическую ситуацию, повысить степень информированности участников перевозочного процесса.

Транспортная телематика позволяет решать следующие задачи.

1. Слежение за движением грузов. Обеспечивается возможность получения информации в режиме «реального времени» о положении транспортных средств, перевозящих товары и / или о положении самих товаров или их контейнеров (контейнеры, UPI), об условиях перевозки (режим, продолжительность, ответственный за своевременную доставку перевозчик, упаковка, температура и др.). Такой мониторинг имеет логическую связь с предупреждением аварий (позволяет принять меры в случаях получения информации об угрозе аварии).

2. Географическое позиционирование транспортных средств, транспортируемых грузов. Для решения такой задачи наиболее широко применяются системы спутниковой навигации: американская система GPS и российская система ГЛОНАСС. На сегодняшний день ведутся работы по созданию европейской спутниковой навигационной системы – Galileo. В некоторых районах или в туннелях невозможно применить спутниковое позиционирование. В таких случаях необходимы дополнительные технические средства:

системы типа WiFi , радиолокационные системы, дополнительные кабельные линии и др.

3. Задачи телекоммуникации. Организуется связь между подвижными и стационарными объектами, обеспечивается передача информации о местонахождении и параметрах контролируемых объектов (транспортных средств, перевозимых грузов), передача управляющих сигналов и др.

В зависимости от выполняемых функций можно выделить следующие основные типы телематических железнодорожных систем.

1. Системы управления движением поездов. К этому типу, например, относится Европейская система управления перевозочным процессом ERTMS.

2. Системы обеспечения безопасности движения. В качестве примера можно привести комплексное локомотивное устройство обеспечения безопасности движения поезда КЛУБ-У, телемеханическую систему контроля бодрствования машиниста ТСКБМ, систему автоматического управления торможением САУТ.

3. Системы отслеживания транспортных средств и перевозимых грузов (автоматическая идентификация подвижных единиц, радиочастотная идентификация грузов, отслеживание опасных грузов).

4. Системы технической диагностики подвижного состава (определение перегретых буксовых узлов, дефектов колес, обнаружение схода с рельсов, контроль тормозной системы и др.).

5. Системы информирования пассажиров (расписание движения поездов, стоимость проезда, наличие свободных мест, схемы пассажирских вагонов, правила перевозок и др.). Такая информация предоставляется с помощью различных информационных табло, сети Интернет, средств мобильной связи.

6. Системы электронных платежей.

Рассмотренные системы могут функционировать автономно или использоваться в качестве подсистем общей интеллектуальной транспортной системы. В последнем случае обеспечивается возможность получения максимального эффекта от внедрения телематических систем.

3.3 Особенности железнодорожной телематики

Для решения задач телематики применяются различные технические средства, которые можно разбить на три группы: первичные источники информации, устройства передачи данных, устройства обработки данных и формирования управляющих воздействий. Рассмотрим более подробно первые две группы технических средств.

В железнодорожной телематике в качестве первичных источников применяются различные датчики, позволяющие определить местоположение поезда, его скорость, массу, идентификационные номера подвижных единиц и другую информацию. Наряду с традиционными устройствами контроля свободности путевых участков (рельсовыми цепями, счетчиками осей) для определения местоположения поезда и передачи управляющих сигналов на локомотив могут использоваться специальные путевые датчики, которые получили название евробализы (Eurobalises) (рис. 3.1).

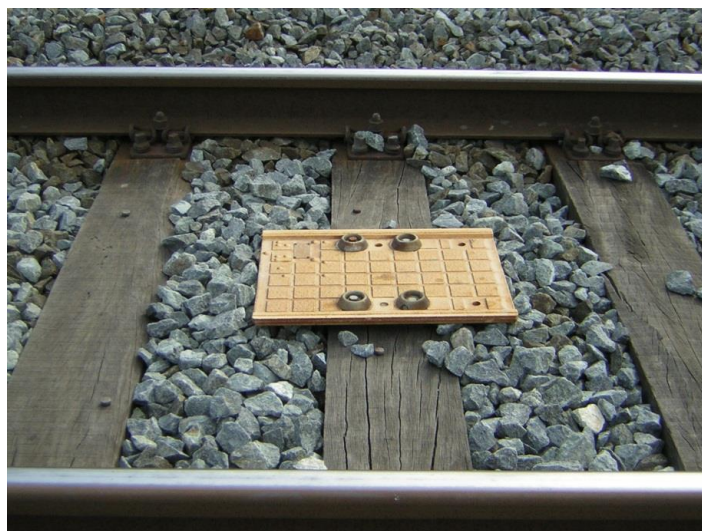


Рис. 3.1. Внешний вид евробализы

Евробализа – это точечный, пассивный приемо-передатчик, установленный на железнодорожном полотне между рельсами, передающий сообщение на локомотив. При проходе поезда над евробализой бортовое оборудование локомотива излучает высокочастотный сигнал, с помощью которого обеспечивает электропитанием непосредственно саму евробализу, передает и

принимает всю необходимую информацию. Обмен данными между локомотивом и евробализой возможен на скоростях до 500 км/ч [20].

Бализы могут быть двух типов: пассивными и активными. Информация, передаваемая на локомотив пассивной бализой, строго определена и включает данные о географических координатах, постоянных ограничениях скорости, уклонах железнодорожного полотна и др. Содержание телеграммы активной бализы зависит от поездной ситуации и состояния напольных устройств железнодорожной автоматики.

Размер сообщения, передаваемого между евробализой и локомотивом, составляет 341 или 1023 бита. Сообщение состоит из пользовательских данных размером 83 слова объемом по 11 бит при передаче длинного сообщения или из 21 слова объемом по 11 бит при передаче короткого сообщения. Каждое слово содержит 10 бит данных, следовательно, длинное сообщение содержит 830 информационных бит, а короткое сообщение – 210 бит. Биты sb, sb, esb и проверочные биты используются для контроля целостности сообщения. Их назначение описано в документе Subset-036 «FFFIIS for Eurobalise» ERTMS/ETCS – Class 1. Информационные биты подвергаются кодированию в цифровом канале, что позволяет защитить информацию от повреждения при передаче.

Подсистема евробализ, представленная на рис. 3.2, состоит из напольного и бортового оборудования. Напольное включает в себя активную и пассивную евробализы, а также блок путевой автоматики LEU, бортовое – антенну, приёмопередатчик BTM и управляющий компьютер, обрабатывающий данные от евробализ. Также имеется интерфейс для тестирования работы подсистемы евробализ. Информация между евробализой и бортовым оборудованием передается при помощи интерфейса «А», между евробализой и блоком LEU – при помощи интерфейса «С», между блоком LEU и системой управления СЦБ – при помощи интерфейса «S».

Интерфейс «А» является стандартизированным и состоит из следующих подинтерфейсов. Интерфейс «А1» передает сообщение от евробализы к локомотиву. Он работает на несущей частоте 4,234 МГц с частотной модуляцией. Скорость передачи данных 565 кбит/с. Интерфейс «А2» передает информацию от локомотива к

евробализе, а интерфейс «А4» – требуемую мощность от локомотива к евробализе для ее включения. Он работает на частоте 27,095 МГц.

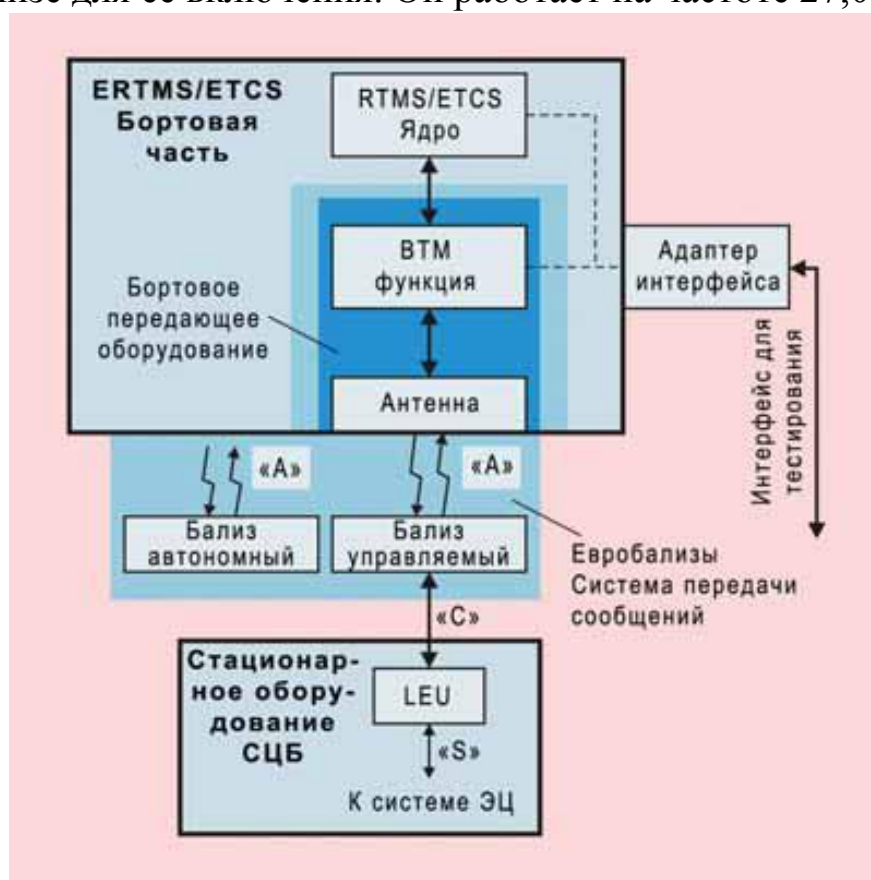


Рис. 3.2. Структурная схема подсистемы евробализ

Бортовое устройство ВТМ принимает и дешифрует сообщения от евробализ, а также производит необходимую фильтрацию, так как при низкой скорости движения локомотива сообщение от одной и той же евробализы может прийти несколько раз.

Так как евробализы являются точечными устройствами, то от частоты их размещения зависит, с какой точностью будет контролироваться движение подвижного состава. Такие устройства выполняются с технологией защиты IP67 и не требуют постоянного обслуживания в процессе эксплуатации. В показателях надежности евробализ компании Сименс указан срок эксплуатации более 100 лет для пассивных (автономных) и более 50 лет для активных (управляемых).

Для определения идентификационных номеров подвижных единиц применяются специальные **кодовые бортовые датчики (КБД)** (рис.3.3). Такие датчики крепятся на каждой подвижной

единице и представляют собой пассивные элементы, включающие полосковую антенну, модулятор волнового сопротивления и интегральную микросхему функционального преобразователя, которая содержит идентификационный код подвижного объекта. При прохождении мимо пункта считывания СВЧ-излучение от облучающей считывающей аппаратуры поглощается КБД и отражается обратно в облучающую считывающую аппаратуру в модулированном виде, где декодируется и затем передается в систему передачи данных (рис. 3.4) [21].



Рис. 3.3. Кодовый бортовой датчик системы ПАЛЬМА

Запоминающее устройство КБД содержит информационный код объекта длиной 128 бит, имеющий следующую структуру:

- тип датчика (3 бита);
- условный режим обмена (8 бит);
- государство-собственник (8 бит);
- восьмизначный номер подвижной железнодорожной единицы (32 бита);
- признак работы в секционном составе (2 бита): 0 – автономная подвижная единица, 1 – две секции, 2 – три секции, 3 – элемент многосекционной подвижной единицы;
- номер датчика на подвижной единице (1 бит): 0 – первый датчик, 1 – второй датчик;
- служебное поле (31 бит): первая и вторая контрольные суммы, маркеры кадра, полукадра и др.;

- резервные (43 бита).

Напольное считывающее устройство (НСУ) излучает СВЧ-колебания лишь в периоды, когда рельсовая цепь блок-участка, к которой «привязан» излучатель занята подвижным составом. При отсутствии подвижного состава НСУ находится в дежурном состоянии. Память НСУ имеет емкость на 512 КБД. После прохода поезда блок накопленной информации по каналу связи передается в обрабатывающий компьютер информационно-вычислительного центра.

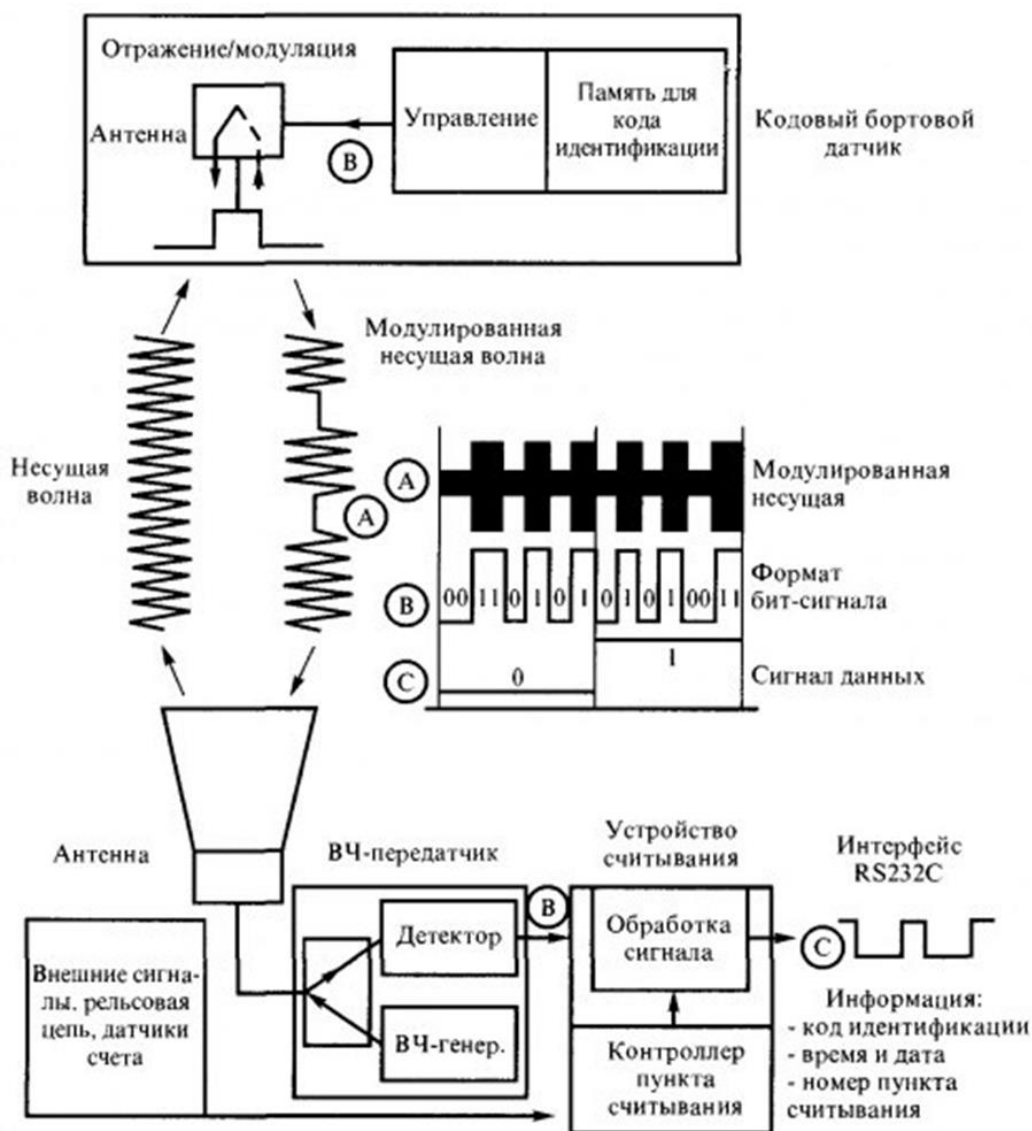


Рис. 3.4. Взаимодействие кодового бортового датчика со считывателем

В последнее время для определения местоположения транспортных средств все чаще применяются **глобальные системы спутниковой навигации**, которые описаны в разделе 4.

При решении различных задач железнодорожной телематики для передачи информации от первичных датчиков к устройствам обработки данных применяются как кабельные, так и беспроводные каналы связи. Для организации взаимодействия между подвижными и стационарными объектами, как правило, используются средства радиосвязи.

До недавнего времени на железнодорожном транспорте западноевропейских стран использовались разнородные несовместимые аналоговые системы радиосвязи. Такие системы характеризуются, как правило, неэкономным использованием частот в разных диапазонах, высокими эксплуатационными затратами и расходами на техническое обслуживание, а также предельно низким уровнем эксплуатационной совместимости. Для устранения этих недостатков была разработана новая концепция, предусматривающая создание европейской системы цифровой радиосвязи, которая способна удовлетворить потребности железных дорог в обмене информацией с подвижными объектами и создать условия для реализации перспективных услуг и приложений. Система должна охватывать прежде всего услуги поездной радиосвязи с передачей речи и данных, обмен информацией в европейской системе управления движением поездов (ETCS), маневровой, станционной радиосвязи, радиосвязи с депо и прочих видов технологической связи. Было проведено сравнение систем TETRA, GSM и систем с малыми зонами действия, после чего МСЖД в 1993 г. принял решение о создании **системы цифровой радиосвязи GSM-R (GSM-Rail)** для организации связи с подвижными объектами на железнодорожном транспорте.

Стандартизацией GSM-R в рамках МСЖД занималась проектная группа EIRENE (European Integrated Railway Radio Enhanced Network), созданием прототипов (сети и оконечных устройств) – консорциум MORANE, в который вошли железные дороги, промышленные фирмы и исследовательские институты. Результаты этих работ используются в проекте ERTMS, ориентированном на

повышение конкурентоспособности железных дорог по сравнению с другими видами транспорта за счет достижения следующих целей:

- обеспечения эксплуатационной совместимости в национальных и международных системах железнодорожной связи;
- повышения эффективности, безопасности и надежности работы железных дорог;
- совершенствования технологических операций;
- повышения уровня обслуживания пассажиров;
- введения дополнительных услуг для клиентуры;
- создания новых источников доходов для железнодорожных компаний.

Система GSM-R позволяет удовлетворить потребности всех железнодорожных служб при помощи единой системы цифровой радиосвязи (рис. 3.5).



Рис. 3.5. Единая система железнодорожной радиосвязи на базе сети GSM-R

Стандарт GSM-R создавался путем внесения специализированных функций и свойств в стандарт GSM института ETSI для

общедоступных сетей сотовой радиосвязи. Система GSM-R имеет следующие особенности:

- предъявляются гораздо более жесткие требования к достоверности и безопасности данных (это обусловлено использованием сети GSM-R для передачи данных в системе управления перевозочным процессом ERTMS);
- покрытие GSM-R охватывает только области вдоль рельсовой линии, ячейки сети являются узкими и длинными;
- применяются узконаправленные антенны, расположенные на высоких мачтах;
- используется специально выделенный для GSM-R частотный диапазон (876-880 МГц для исходящих сигналов и 921-925 МГц для входящих, см. рис. 3.6);
- используется система приоритетности и замещения вызовов;
- реализуются дополнительные функции (широковещательное оповещение, групповой вызов, функциональная адресация, адресация в зависимости от местоположения).

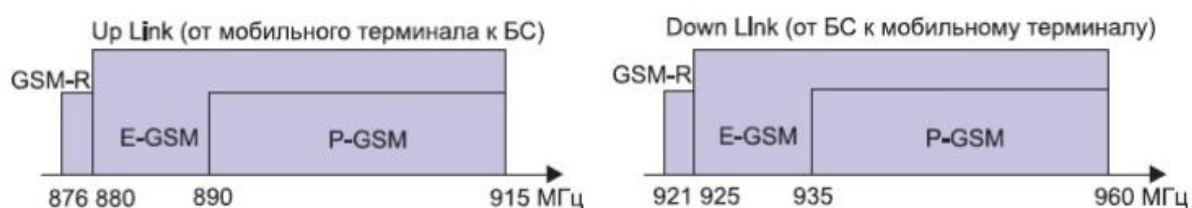


Рис. 3.6. Частотный диапазон систем GSM и GSM-R

3.4 Телематика в интеллектуальных системах на железнодорожном транспорте

3.4.1 Системы управления и обеспечения безопасности движения поездов

Система ERTMS

Европейская система управления перевозочным процессом ERTMS (European Railway Traffic Management System) была создана для замены различных несовместимых между собой систем управления и обеспечения безопасности движения поездов, которые применяются на железных дорогах Западной Европы (рис. 3.7).

Основными компонентами ERTMS являются Европейская система управления движением поездов ETCS (European Train Control System) и система цифровой связи GSM-R, обеспечивающая передачу данных между поездами и центром управления [21].

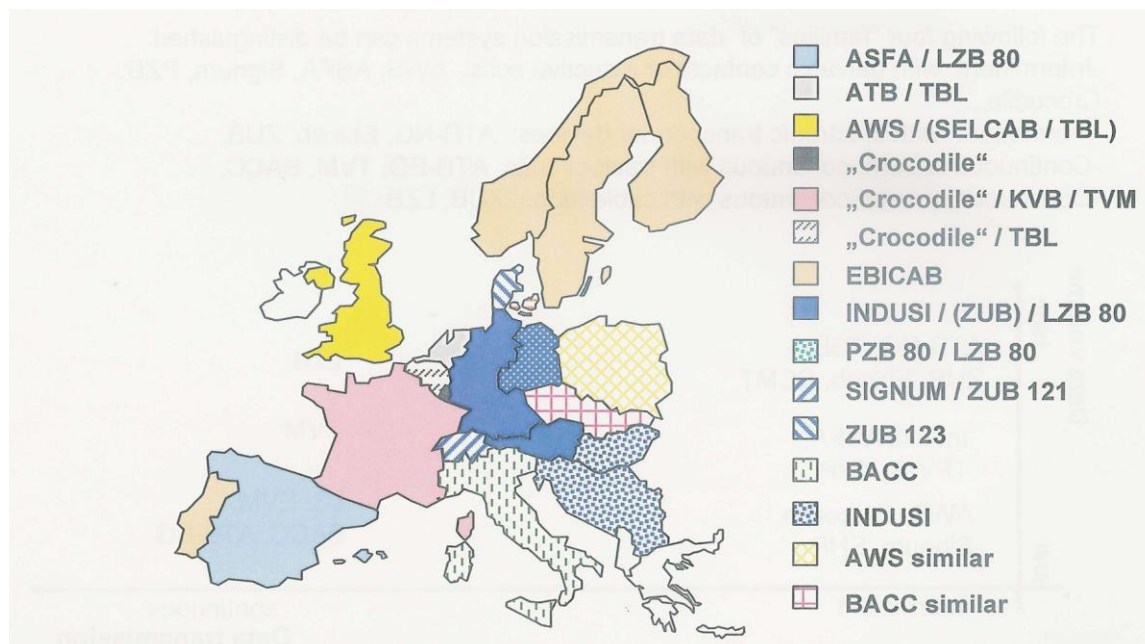


Рис. 3.7. Системы управления и обеспечения безопасности движения поездов в Западной Европе

Проект ERTMS был инициирован в 1995 г. Европейской комиссией. Для разработки спецификаций и проведения испытаний в августе 1995 г. была образована так называемая группа пользователей ERTMS, куда вошли железные дороги Германии (DBAG), Италии (FS) и Франции (SNCF). Эта группа приступила к работе в декабре 1995 г. в Брюсселе. В ноябре 1997 г. к ней присоединились железные дороги Нидерландов (NS) и Испании (RENFE), а в начале 1998 г. также и компания Railtrack (Великобритания).

Первой крупной задачей группы стало составление технической спецификации, рассчитанной на действие в европейском масштабе. При этом опирались преимущественно на результаты проекта ETCS, который выполнялся в рамках МСЖД. Для того чтобы добиться гарантий одобрения спецификаций группы пользователей ERTMS другими европейскими железными дорогами, на завершающем этапе создания этот документ подвергся переработке группой независимых

экспертов Европейского института исследований железнодорожного транспорта (ERRI).

При создании системы ERTMS/ETCS преследовались следующие цели:

- обеспечение эксплуатационной совместимости на национальных железнодорожных сетях в Европе, где сегодня эксплуатируется большое число различных несовместимых между собой систем сигнализации;
- увеличение пропускной и провозной способности за счет повышения скорости движения и сокращения интервала попутного следования поездов;
- уменьшение капитальных вложений в инфраструктуру благодаря отказу от напольных сигналов и устройств контроля свободы пути;
- улучшение условий конкуренции на европейском транспортном рынке за счет применения общих европейских норм.

В системе ERTMS/ETCS предусмотрены три уровня, позволяющие реализовать различные эксплуатационные программы в зависимости от степени оснащённости линии напольным оборудованием [21].

Система уровня 1 обеспечивает регулирование скорости поезда в зависимости от передаваемых с пути на локомотив данных, сформированных на основе показаний напольных сигналов. Такая система разработана как дополнение к существующим системам обеспечения безопасности движения поездов. Для организации канала связи путь-локомотив применяются специализированные приемо-передатчики (евробализы, см. п. 3.3), расположенные непосредственно на железнодорожном полотне рядом с путевыми сигналами и соединенные с центром управления движением поездов (рис. 3.8). Принимая управляющий сигнал через евробализы, бортовое оборудование ETCS автоматически вычисляет максимальную скорость поезда и координату следующего пункта торможения, принимая во внимание тормозные характеристики поезда и данные о профиле пути. Эта информация передается машинисту с помощью специализированного экрана в кабине локомотива. Скорость поезда непрерывно контролируется бортовым оборудованием ETCS. При превышении максимальной скорости,

разрешенной системой управления, выполняется автоматическое торможение. Система ERTMS уровня 1 обеспечивает совместимость различных национальных систем сигнализации и управления, а также позволяет повысить безопасность движения за счет постоянного контроля скоростного режима поезда.

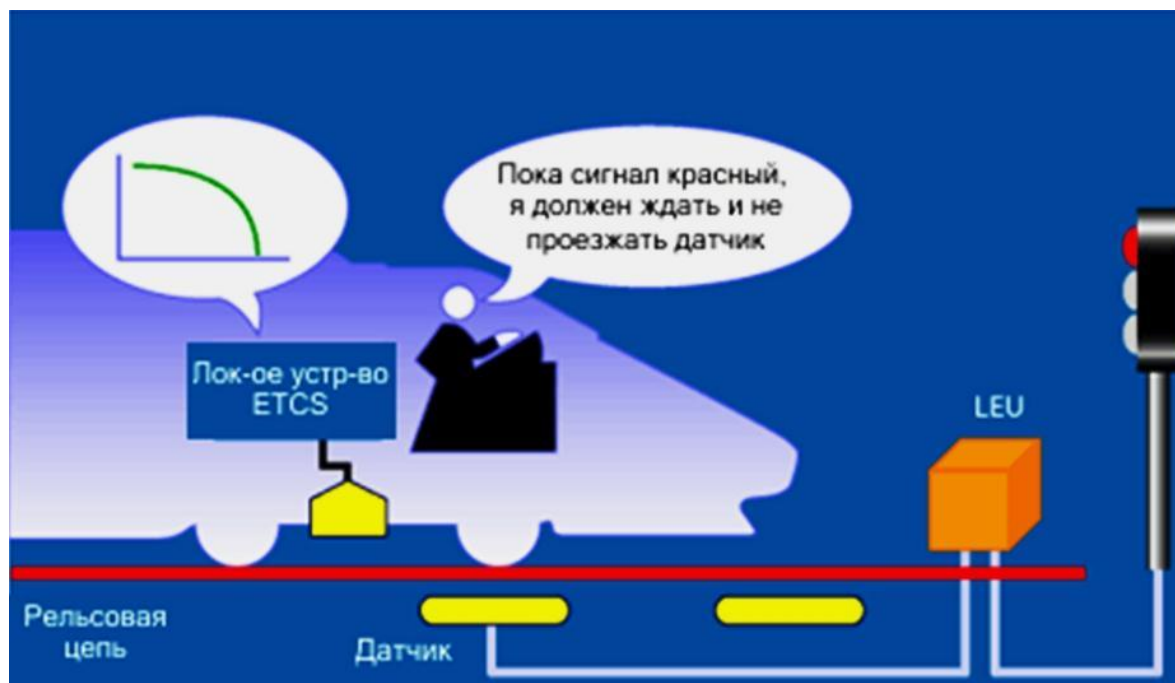


Рис. 3.8. Уровень 1 ERTMS/ETCS

Система уровня 2 представляет собой законченную систему управления и обеспечения безопасности движения поездов без использования путевых сигналов, но с сохранением жесткого разделения линии на блок-участки. С помощью путевых устройств (рельсовых цепей или счетчиков осей) определяется местоположение поездов и контролируется их целостность (рис. 3.9). Управляющие сигналы передаются непосредственно из центрального радио блока (RBC) к бортовой единице, используя систему GSM-R. Евробализы используются только для передачи «фиксированных сообщений», таких как текущая координата, уклон, ограничение скорости и т.д. Непрерывный поток данных, поступающий по сети GSM-R, обрабатывается бортовым оборудованием ETCS, в результате чего определяются максимальная и оптимальная скорость движения для данного участка, безопасное расстояние и тормозной путь до впереди идущего поезда. Полученные данные отображаются на

локомотивном мониторе. При нарушении скоростного режима ведения поезда происходит автоматическое торможение. Система уровня 2 позволяет значительно уменьшить эксплуатационные затраты, благодаря удалению путевых сигналов. Кроме этого, обеспечивается возможность для существенного повышения пропускной способности железнодорожных линий.



Рис. 3.9. Уровень 2 ERTMS/ETSC

Система уровня 3 – это законченная система управления и обеспечения безопасности движения поездов без использования путевых сигналов и с подвижными блок-участками. В системе отсутствуют путевые светофоры и путевые устройства контроля свободности участков (рис. 3.10). Определение местоположения поезда осуществляется непосредственно бортовыми средствами с помощью локомотивных датчиков пути и скорости. Корректировка рассчитанной координаты производится в реперных точках пути по сигналам от евробализ. В состав бортовых средств ERTMS входит также устройство проверки целостности подвижного состава. С помощью системы GSM-R точные данные о положении каждого поезда непрерывно передаются в центр управления. В обратном направлении передаются управляющие сигналы, с помощью которых бортовое оборудование ETCS рассчитывает скоростной режим

ведения поезда. Поскольку поезд непрерывно контролирует свое собственное положение, нет никакой потребности в фиксированных блок-участках – скорее, сам поезд рассматривается как движущийся блок-участок. Уровень 3 все еще находится в стадии разработки.



Рис. 3.10. Уровень 3 ERTMS/ETCS

Все три уровня ERTMS совместимы между собой, как в функциональном, так и в техническом отношении, т. е. поезд, оборудованный системой верхнего уровня, может обращаться на линии, оборудованной системой более низкого уровня. Проект ERTMS учитывает плавную модернизацию от одного уровня к другому. Например, модернизация уровня 1 к уровню 2, главным образом, требует установки радиосети, центрального радио блока и некоторых дополнительных датчиков. Внедрение уровня 3 позволит поезду отследить и сообщить свои собственные координаты. Таким образом, отсутствует потребность в устройствах контроля свободы путевых участков (рельсовых цепях или счетчиках осей). Система уровня 2 может быть доведена до уровня 3 путем добавления дополнительных модулей расширения.

Выбор уровня ERTMS производится с учетом многих факторов: особенностей существующих систем сигнализации, возможности оборудовать линию технологией GSM-R, требуемой пропускной

способности участка, экономических аспектов. На сегодняшний день системами уровней 1 и 2 оборудованы скоростные железнодорожные линии большинства стран Западной Европы. Кроме того, система ERTMS применяется в Индии, Турции, Южной Корее и других странах.

Микропроцессорное локомотивное устройство обеспечения безопасности движения поезда КЛУБ-У

Для регулирования движения поездов на железных дорогах России долгое время использовались устройства автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа АЛСН. Несколько позднее появилась новая многозначная локомотивная сигнализация – АЛС-ЕН. Разработаны также устройства для высокоскоростной передачи больших объемов информации в ограниченных зонах связи (так называемые устройства точечного канала связи). Продолжается внедрение устройств передачи данных по радиоканалу в диапазонах 160 и 460 МГц. Эти устройства планируется применять при организации двусторонней передачи данных на станциях, где технически сложно кодировать все пути сигналами АЛСН или АЛС-ЕН.

Низкая информативность системы АЛСН (использование в канале связи только трех активных сигналов) и ограниченность ее функциональных возможностей обусловили необходимость дополнения действующего оборудования другими устройствами обеспечения безопасности. С 1994 г. в рамках Государственной программы повышения безопасности движения поездов на железных дорогах России осуществляется замена прежних устройств на более совершенные (КЛУБ, САУТ, ТС КБМ и др.), выполненные на микропроцессорной основе. Ряд таких устройств были разработаны Всероссийским научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом средств автоматизации, информатизации и связи (ВНИИАС) МПС России.

В 1998 г. на Московской железной дороге начались эксплуатационные испытания нового варианта унифицированного комплексного локомотивного устройства безопасности КЛУБ-У. Через год разработка и полный цикл испытаний системы были

завершены, после чего было принято решение о ее серийном производстве.

Устройство КЛУБ-У предназначено для работы на локомотивах и моторвагонном подвижном составе всех типов на участках железных дорог с автономной и электрической тягой постоянного и переменного тока с учетом требований, предъявляемых в техническом задании. Локомотивные системы КЛУБ-У должны обеспечивать безопасность движения поездов путем предотвращения предаварийных и аварийных ситуаций за счет применения принудительного торможения или остановки поезда.

Устройство КЛУБ-У выполняет следующие функции [23]:

- автоматическое включение экстренного торможения при возникновении опасных ситуаций;
- обеспечение экстренного торможения по приказу дежурного по станции независимо от действий машиниста;
- исключение прохождения участка с запрещающим сигналом светофора без передаваемого по радиоканалу разрешения дежурного по станции;
- исключение самопроизвольного движения локомотива (скатывания);
- исключение несанкционированного выключения электропневматического клапана (ЭПК);
- прием и дешифрация сигналов АЛСН, АЛС-ЕН;
- непрерывный контроль состояния тормозной системы;
- регулярный контроль бдительности машиниста;
- контроль совместных действий машиниста и помощника машиниста при трогании поезда и движении к запрещающему сигналу светофора;
- учет категории поезда, типа тяги, длины блок-участков;
- регистрация параметров движения в электронной памяти кассеты регистрации;
- формирование сигналов достижения фактической скорости: 2, 10, 20 и 60 км/ч;
- информирование машиниста о показаниях светофоров, числе свободных блок-участков, фактической скорости с точностью до 1 км/ч и допустимой на данном участке пути скорости движения, кривой торможения, а также о текущем

времени с корректировкой по астрономическому времени, координатах местоположения локомотива с точностью до 30 м при помощи спутниковой навигации, соблюдении графика движения поезда, названиях станций, номерах стрелок, светофоров, перегонов и т. п., расстояниях до контрольных точек (станции, переезда, моста, тоннеля, стрелки, светофора, токораздела, опасного места и др.), хранящихся в электронной карте блока электроники БЭЛ.

В состав аппаратуры КЛУБ-У входят (рис. 3.11): блок электроники БЭЛ-У; блок индикации БИЛ-УВ, БИЛ-В, БИЛ-ПОМ; блок коммутации и регистрации БКР-У-1М (БКР-У-2М); антенна спутниковой навигации (СНС); приемопередающее устройство цифровой радиосвязи; блок питания ИП-ЛЭ; блок ввода и диагностики БВД-У; датчики пути и скорости ДПС-У; блок согласования интерфейсов БСИ; комплект кабелей; стационарное устройство дешифрации регистрируемых параметров СУД (в депо с использованием компьютера) [23].

КЛУБ-У имеет модульную структуру, в которой равноправные независимые модули взаимодействуют друг с другом посредством системной шины. Языком программирования для КЛУБ-У выбран язык С. Программное обеспечение системы представляет собой совокупность независимых программных модулей, которые обмениваются информацией по последовательному интерфейсу типа CAN. По интеллектуальному интерфейсу КЛУБ-У взаимодействует с дополнительными системами безопасности: системой автоматического управления торможением (САУТ) и телемеханической системой контроля бодрствования машиниста (ТСКБМ). В состав КЛУБ-У входят также устройства, обеспечивающие взаимодействие локомотивных устройств безопасности со станционными через цифровой радиоканал.

Основными блоками КЛУБ-У являются БЭЛ-У, БИЛ-УВ и БКР-У.

Блок электроники локомотивный БЭЛ-У предназначен для приема сигналов от приемных катушек КПУ, антенн точечного канала связи, приемопередатчика радиоканала (РК), антенны СНС, датчиков пути и скорости, датчиков давления, цепей локомотива, рукояток и кнопок БИЛ-У, системы ТСКБМ; обработки принимаемой информации; выдачи информации на БИЛ-УВ для индикации и регистрации,

а также для управления клапаном ЭПК. БЭЛ-У имеет модульную структуру. Связь между модулями и с внешними блоками осуществляется по CAN-интерфейсу.

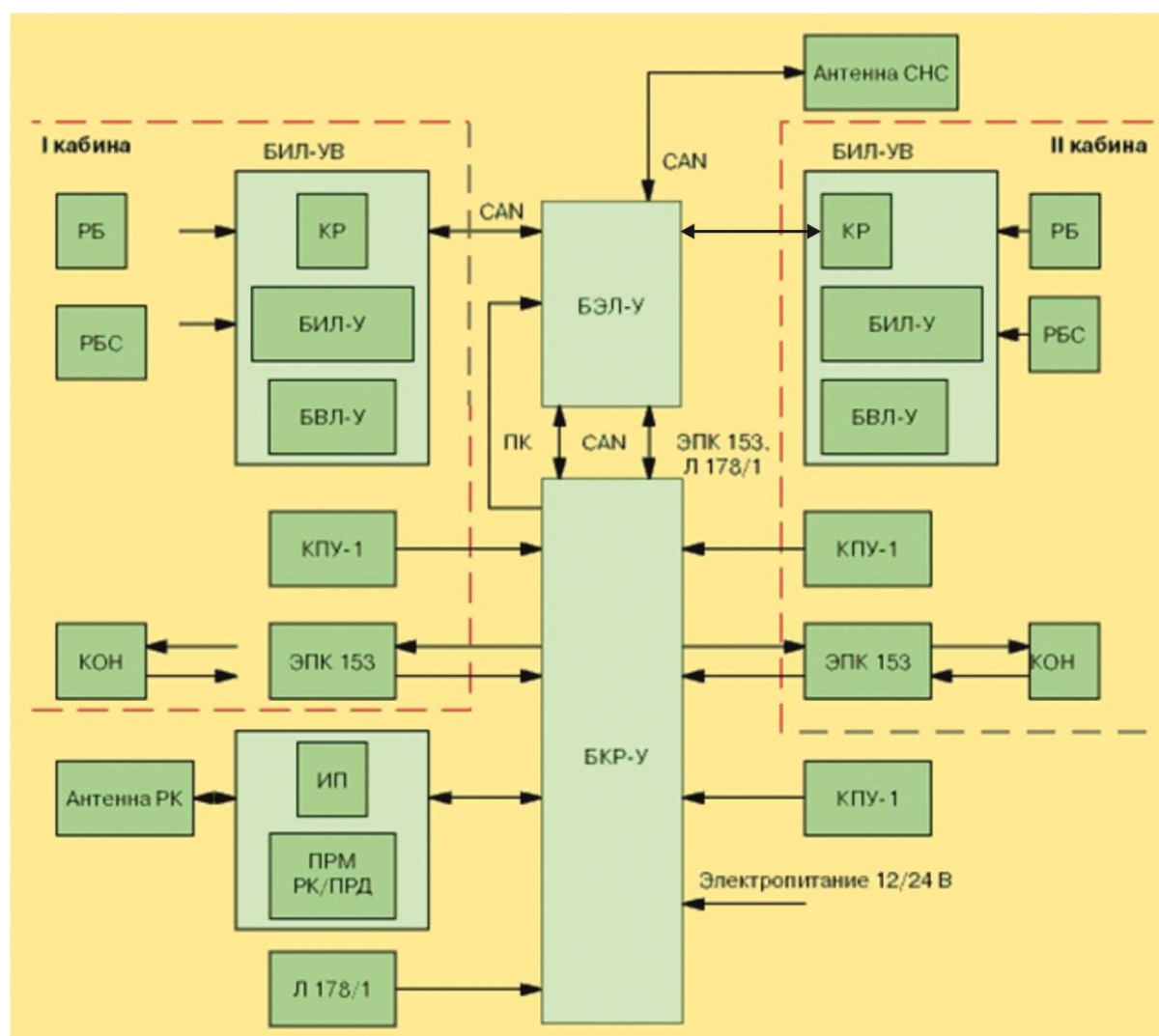


Рис. 3.11. Структурная схема системы КЛУБ-У

Блок ввода и индикации БИЛ-УВ обеспечивает:

- отображение сигналов АЛСН и АЛС-ЕН, параметров движения поезда (координат, скорости) по информации от блока БЭЛ-У, текущего времени, информации о значениях целевой и допустимой скорости движения;
- световую сигнализацию «Внимание»;
- звуковую сигнализацию при изменении информации на БИЛ-УВ (кроме координаты, времени и фактической скорости), давления в тормозной магистрали и тормозных цилиндрах, а

также при нажатии на кнопки клавиатуры, нажатии и отпуске рукояток бдительности РБ и РБС;

- ввод и отображение локомотивных и поездных характеристик;
- индикацию режима работы, готовности кассеты регистрации, а также информации ввода и тестирования;
- запись оперативной информации о движении поезда, локомотивных и поездных характеристик, полученных из блока БЭЛ-У на кассете регистрации КР.

В состав БИЛ-УВ входят блоки: индикации БИЛ-У и ввода БВЛ-У, рукоятки бдительности РБ и РБС. С помощью блока БВЛ-У производится ввод предрейсовой информации и управление режимом работы системы безопасности.

Блок коммутации и регистрации БКР-У служит для обработки сигналов от датчиков давления и подключения к блоку БЭЛ-У периферийных устройств.

Источники питания ИП-ЛЭ обеспечивают электронную аппаратуру постоянным питающим напряжением 50 ± 5 В с электрической изоляцией от первичных напряжений, которые могут составлять 50 или 110 В. ИП-ЛЭ предназначены для использования в составе локомотивной аппаратуры подвижного состава различных типов – локомотивов и электропоездов постоянного и переменного тока, тепловозов, автомотрис и дрезин.

Приемопередающее устройство ППУ-РС (в КЛУБ-У применяется радиостанция 1Р25СВ-22 «Мост-М1») принимает и передает цифровые сообщения в радиоканале связи между базовым стационарным пунктом и локомотивом. ППУ-РС работает в частотном диапазоне 450 – 470 МГц, насчитывает 15 программируемых каналов. Скорость передачи данных составляет 9600 бит/с, задержка передачи в радиоканал – менее 22 мс, задержка приема из радиоканала – менее 2,5 мс и задержка готовности радиостанции после передачи – менее 19 мс, вероятность необнаруженной ошибки в расчете на одно сообщение – 10^{-14} .

Для эффективного использования аппаратуры КЛУБ-У разработаны автоматическое устройство дешифрации регистрируемой информации и комплекс средств предрейсового контроля. Быстрая и объективная автоматическая дешифрация регистрируемой на съемном носителе информации позволяет

анализировать качество работы локомотивной бригады и исправность локомотивного оборудования.

Блок ввода данных предрейсового контроля БВД-У осуществляет проверку аппаратуры перед поездкой и предназначен для перепрограммирования электронной карты.

При разработке системы большое внимание уделялось повышению ее надежности. КЛУБ-У любого исполнения имеет следующие параметры надежности: средняя наработка на отказ не менее 27000 ч; среднее время восстановления работоспособного состояния не более 1 ч; полный средний срок службы не менее 15 лет. Вероятность опасного отказа КЛУБ-У не превышает 10^{-9} . Система КЛУБ-У расчленяется на самостоятельные функционально законченные модули и узлы. Эти модули можно заменять без дополнительной настройки и подгонки при установке.

В системе КЛУБ-У реализованы конструктивные способы снижения опасных отказов: элементы каналов обработки информации и управления ЭПК в БЭЛ-У топологически разнесены для исключения взаимосвязи; схемотехническая реализация локальной микросети выполнена таким образом, чтобы отказ модулей не блокировал микросеть; входные и выходные цепи, высоковольтные и низковольтные, а также высокочастотные разнесены для исключения взаимовлияния.

В системе предусмотрена встроенная диагностика, выявляющая и индицирующая отказы основного и резервного комплекта. Предусмотрен также фоновый тест в каналах двухканальных узлов системы, который способствует обнаружению скрытых ошибок. Подготовительный тест перед поездкой уменьшает возможность наследования скрытых ошибок от поездки к поездке.

3.4.2 Системы автоматической идентификации подвижного состава (САИ ПС)

Такие системы предназначены для автоматического считывания информации с движущегося подвижного состава и фиксации проезда подвижных единиц (локомотивов, грузовых и пассажирских вагонов, вагонов-механизмов) через заранее выбранные пункты считывания. Автоматическая идентификация заменяет ручное и визуальное натурное списывание подвижного состава, обеспечивает

качественное улучшение сведений о подвижных объектах в части достоверности информации и оперативности ее доставки пользователям на всех уровнях управления. САИ ПС функционируют в реальном масштабе времени и позволяют организовать и вести достоверную оперативно контролируемую базу данных на уровне информационно-вычислительных центров (ИВЦ) дорог и отрасли в целом. Для реализации систем автоматической идентификации подвижных единиц наиболее широко применяются технологии оптического распознавания номеров вагонов и радиочастотной идентификации объектов. К настоящему времени разработан целый ряд подобных систем.

В качестве примера рассмотрим аппаратно-программный комплекс (АПК) «ARSCIS», разработанный компанией «Малленом» (рис. 3.12). Идентификация объектов контроля (вагонов, цистерн, платформ и т.п.) в таком комплексе производится путем оптического распознавания их регистрационных номеров, нанесенных на борта и балку шасси вагонов. Комплекс «ARSCIS» выполнен на базе оптоэлектронных и электронно-вычислительных средств. В основе его функционирования используются методы искусственного интеллекта, алгоритмы и программные средства анализа изображений и распознавания образов. Количество телевизионных камер, используемых в составе комплекса, может варьироваться от 1 до 4 в зависимости от требований, предъявляемых к уровню достоверности выходной информации, а также наличия или отсутствия априорной информации об объектах контроля. В состав комплекса также входят датчики колесных пар, источники освещения, контролер датчиков, устройство обработки видеосигналов и ведения базы данных (см. рис. 3.12).

АПК «ARSCIS» используется при создании автоматизированных систем управления грузоперевозками: например, в задачах организации контроля передвижения вагонов и цистерн по территории крупных промышленных предприятий, повышения эффективности и безопасности процессов разгрузки-погрузки. Значительный интерес для ряда предприятий (нефте-, газоперерабатывающей, химической, металлургической и др. отраслей) представляет автоматизация процесса учета вагонов и цистерн при их взвешивании. Ведение такого учета существенно

упрощается при использовании комплекса «ARSCIS» в совокупности с системой повагонного взвешивания фирмы «Mettler Toledo Восток». На базе АПК «ARSCIS» в 2007 г. по заказу дочерних компаний концерна «Лукойл» была создана автоматизированная система «ARSCIS.OilAccount», предназначенная для учета нефтепродуктов, отгружаемых железнодорожным транспортом. В настоящее время система «ARSCIS.OilAccount» внедрена и используется на предприятиях ООО «Лукойл-Волгограднефтепереработка» и ОАО «Лукойл-Ухтанефтепереработка» в целях управления грузоперевозками нефтепродуктов, осуществляемыми железнодорожным транспортом.

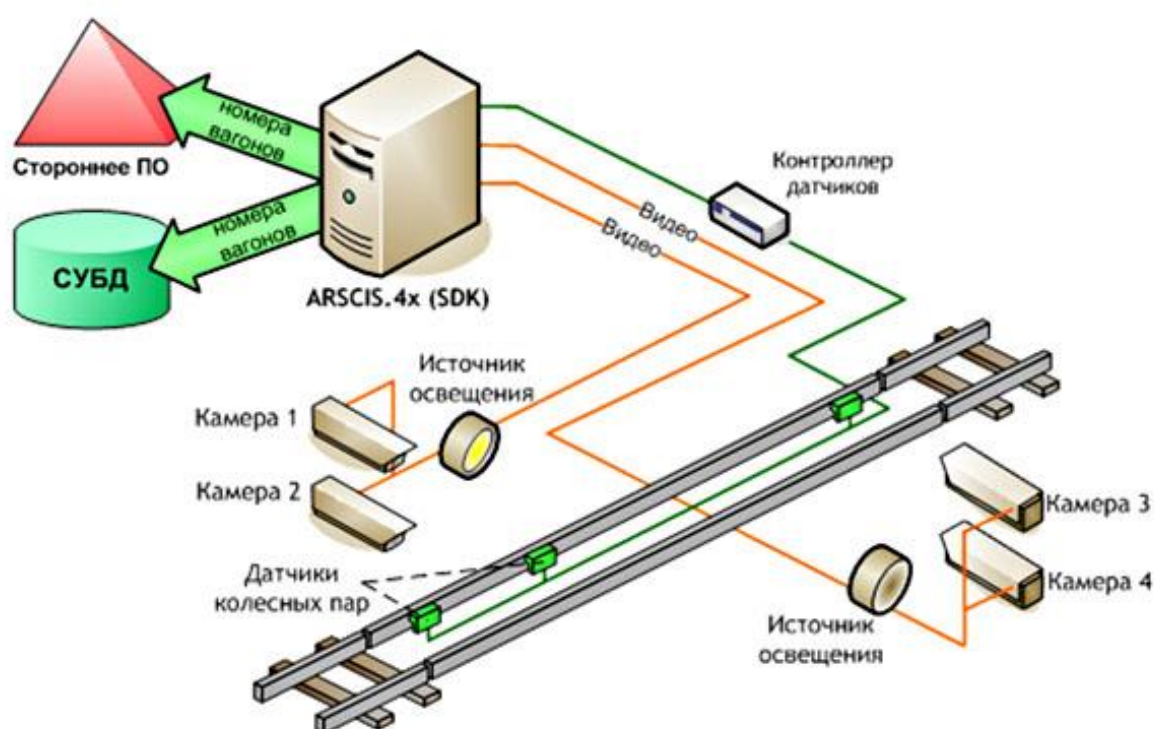


Рис. 3.12. Аппаратно-программный комплекс оптического распознавания номеров вагонов «ARSCIS»

Основными недостатками систем оптического распознавания является сильная зависимость от климатических условий (туман, дождь, снег, обледенение), а также появление ошибок вследствие загрязнения и вибраций поверхности подвижной единицы. Подобных недостатков лишены системы радиочастотной идентификации (RFID-системы). Особенностью таких систем является использование пассивных датчиков (транспондеров), в которых хранится

идентификационная информация об объекте. Транспондеры не имеют собственного источника питания. Включение транспондера происходит после попадания в зону действия считывателя. При этом напряжение питания формируется путем выпрямления переменного напряжения, наведенного электромагнитным сигналом считывателя в антенне транспондера.

В настоящее время на территории СНГ наибольшее распространение получила система радиочастотной идентификации подвижного состава ПАЛЬМА, разработанная в соответствии с международным стандартом ISO 10374 [22, 23]. В отличие от аналогичных американских и западноевропейских систем САИ ПАЛЬМА способна работать в жёстких условиях эксплуатации, среди которых: сильные механические воздействия, вибрация, химически агрессивная внешняя среда, снег, влага, пыль, грязь и т.д.

Система ПАЛЬМА имеет многоуровневую архитектуру (рис. 3.13). Подвижной состав оборудуется кодовыми бортовыми датчиками (КБД), несущими информацию о каждом подвижном объекте, а в опорных точках железнодорожного пути устанавливаются пункты считывания, при прохождении которых автоматически снимается информация о состоянии данного объекта. Полученная информация через фиксированные временные интервалы передается на концентратор линейного уровня (уровень железнодорожной станции, локомотивного или вагонного депо), осуществляющего ее сбор со всех пунктов считывания данного железнодорожного узла. Далее обработанная информация передается с использованием протокола ТСР/ІР на концентратор информации дорожного уровня, установленный в информационно-вычислительном центре дороги. Сведения со всех станций дороги, оборудованных системой идентификации, хранятся в дорожном концентраторе в виде сообщений 266-го формата и передаются в автоматизированную систему управления перевозками АСОУП. Запись информации в кодовые бортовые датчики производится в пунктах кодировки, которые располагаются в вагонных и локомотивных депо. Алгоритм функционирования системы ПАЛЬМА представлен на рис. 3.14.

Система автоматической идентификации подвижного состава при ее комплексной реализации:

позволяет уменьшить штат сотрудников, контролирующих состав поездов;

обеспечивает внедрение безбумажных информационных технологий;



Рис. 3.13. Структура системы автоматической идентификации подвижных единиц ПАЛЬМА

позволяет повысить интенсивность грузоперевозок за счет сокращения простоев, запаздываний, порожних пробегов;

повышает достоверность и оперативность отчетности о состоянии вагонных и локомотивных парков;

обеспечивает высокий уровень информационного сервиса во внутренних и транзитных международных перевозках;

позволяет повысить пропускную способность на таможенных и контрольно-пропускных пунктах;

повышает эффективность решаемых задач в составе АСУ железнодорожного транспорта.



Рис. 3.14. Алгоритм функционирования системы ПАЛЬМА

3.4.3 Системы технической диагностики подвижного состава

Система EBAS

EBAS – это система последовательной передачи данных между локомотивом и всеми вагонами поезда. Такая система позволяет выполнять:

- проверку автоматического торможения;
- электронный контроль торможения;
- улучшение диагностики торможения;
- получение обновленной информации о транспортном средстве;
- передачу данных на дополнительное оборудование безопасности.

Передавать данные можно с помощью системы BUS через медную, оптоволоконную линию или по радиоканалу. Сегодня система EBAS используется в транспортных системах «CargoSprinter». Есть возможность ее использования с другими компонентами телематики. Для постоянного использования системы EBAS, нужно, чтобы она была совместима с тормозными системами МСЖД, т.е. должна быть возможность смешанного использования.

EBAS вносит улучшение в процесс контроля тормозной системы, предоставляет постоянную информацию о давлении в тормозных цилиндрах.

Детекторы схода с рельсов

Существует несколько технологий детектирования схода с рельсов. Одним из возможных вариантов является система Oerlikon-Knorr (колебательные детекторы на динамическом эффекте устанавливаются на каждом вагоне и вызывают экстренное торможение в случае схода с рельсов). В случае вертикальных колебаний более 5 g как во время схода с рельсов, активизируется тормозной клапан и происходит экстренное торможение. Детектор схода с рельсов должен быть установлен на каждом товарном вагоне. Система была испытана в CFF.

На сегодняшний день использование подобных автоматических и динамических детекторов схода с рельсов не считается очень перспективным. Затраты слишком высоки, около 2500 € (2008) из

расчета на 1 вагон, и не соответствуют выгоде с точки зрения безопасности. Машинист, например, не влияет больше на автоматически включившуюся тормозную систему. Таким образом, поезд может остановиться в месте (например, в туннеле), не доступном для спасательных команд. Лучший результат можно получить с помощью электронных датчиков схода с комбинированным применением телематики и EBUS. Помимо автоматического торможения, которое происходит в случае отсутствия реакции со стороны машиниста локомотива, система автоматически сообщает о сходе с рельсов на центральный командный пункт перевозчика, с указанием идентификационного номера вагона, его местонахождения и назначения груза. Данные о грузе определяются по идентификационному номеру вагона и по электронной накладной (вводятся в эксплуатацию).

Раннее обнаружение схода с рельсов очень важно, особенно при отсутствии сигнализации обнаружения сломанного рельса (при использовании счетчиков осей для контроля путевых участков), поскольку сама авария, с разделением состава и опрокидыванием вагонов, соответственно произойдет только при проходе сошедшей с рельса тележки этого вагона над стрелкой. Без прохождения над стрелкой, такой вагон может таким образом двигаться еще несколько километров.

Системы обнаружения перегретых букс

В таких системах применяются напольные детекторы инфракрасного излучения. На сегодняшний день на железных дорогах Украины и России технически устаревшие системы обнаружения перегретых букс ПОНАБ и ДИСК-Б заменяются на современные микропроцессорные системы АСДК-Б и КТСМ. Своевременное обнаружение перегрева буксы предотвращает разрыв шейки оси и позволяет отцепить вагон еще в безопасном состоянии. Благодаря этому значительно снизился уровень несчастных случаев. Риск перегрева буксы сократился также после перехода от подшипников скольжения к роликовым подшипникам. Следует отметить, что факт определения нагрева буксы не безупречен, так как трудно измерить температуру букс некоторых типов тележек. В этом случае более эффективно контролировать температуру с помощью телематики и системы EBAS.

4 Общие принципы построения и использования глобальных спутниковых радионавигационных систем

4.1 Историческая справка о развитии глобальных навигационных систем слежения GNSS

Для организации перемещений, использования транспортных средств человечеству требовались механизмы для определения текущего местоположения и направления, в котором нужно двигаться. Ранее такими механизмами были такие приборы как компас, секстант, хронометр. Эра радио открыла новые возможности. Были созданы радионавигационные системы земного базирования для управления движением морского и авиационного транспорта, такие как «Альфа», «Чайка» (СССР), «Лоран» (НАТО) и многие другие. Некоторые из этих систем работают и по настоящее время.

В 1957 году, во время запуска первого искусственного спутника Земли (ИСЗ), группа советских ученых под руководством В.А. Котельникова экспериментально подтвердила возможность определения параметров движения спутника по результатам измерений доплеровского сдвига частоты сигнала, излучаемого этим спутником [25, 26]. Но, что самое главное, была установлена возможность решения обратной задачи – нахождение координат приемника по измененному доплеровскому сдвигу сигнала, излучаемого со спутника, если параметры движения и координаты этого спутника известны. Таким образом, искусственный спутник Земли становится радионавигационной опорной станцией, координаты которой изменяются во времени вследствие движения спутника по орбите, но заранее могут быть вычислены для любого момента времени благодаря информации, заложенной в навигационном сигнале спутника. Именно первый искусственный спутник предопределил создание принципиально новой – глобальной спутниковой системы навигации (Global Navigation Satellite System – GNSS).

Первое научно-обоснованное предложение об использовании ИСЗ для навигации родилось в Ленинграде еще до запуска первого советского ИСЗ в период с 1955 по 1957 г.г. при проведении исследований возможностей радиоастрономических методов для самолетовождения под руководством профессора Шебшаевича В.С. Эта возможность была открыта им при исследовании приложений радиоастрономических методов в самолетовождении [27]. После этого в целом ряде советских институтов были проведены исследования, посвященные вопросам повышения точности навигационных определений, обеспечения глобальности, круглосуточного применения и независимости от погодных условий.

В 1958-1959 гг. в СССР проводились исследования по теме "Спутник", ставшие впоследствии основой для построения первой отечественной низкоорбитальной навигационной спутниковой системы "Цикада" [27]. И в 1963 году начались работы по построению этой системы. В 1967 году на орбиту был выведен первый отечественный навигационный спутник "Космос-192".

В дальнейшем спутники системы "Цикада" были дооборудованы приемной измерительной аппаратурой обнаружения терпящих бедствие объектов, которые оснащаются специальными радиобуями. Эти сигналы принимаются спутниками системы "Цикада" и ретранслируются на специальные наземные станции, где производится вычисление точных координат аварийных объектов (судов, самолетов и др.). Дооснащенные аппаратурой обнаружения терпящих бедствие спутники "Цикада" образуют системы "Коспас". Совместно с американо-франко-канадской системой "Сарсат" они образуют единую службу поиска и спасения, на счету которой уже несколько тысяч спасенных жизней.

Идеи использования космических аппаратов для навигации подвижных объектов в США начали развиваться после запуска в СССР в 1957 году первого искусственного спутника Земли. В это время Лаборатория прикладной физики Университета Джона Гопкинса была поставлена задача слежения за советским ИСЗ посредством приема его сигнала на наземном пункте с известными координатами, выделения доплеровского сдвига несущей частоты передатчика ИСЗ и дальнейшего расчета параметров движения спутника. Обратная задача расчета координат приемника на основе

обработки принятого сигнала и координат ИСЗ представлялась очевидной и естественной. На основе этих исследований в 1964 году в США создаётся доплеровская спутниковая радионавигационная система первого поколения "Transit". Основное её назначение – навигационное обеспечение пуска с подводных лодок баллистических ракет Поларис. Отцом системы считается директор Лаборатории прикладной физики Р. Кершнер. Для коммерческого использования система становится доступной в 1967 г. Оснащение спутниковой навигационной аппаратурой судов торгового флота оказалось очень выгодным, поскольку благодаря повышению точности судовождения удавалось настолько сэкономить время плавания и топливо, что бортовая аппаратура потребителя окупала себя после первого же года эксплуатации. В целом, за время коммерческого использования системы «Transit» торговым флотом США сэкономлено морскими перевозчиками порядка нескольких сотен миллионов долларов США.

Точность вычисления координат источника в системах первого поколения в большой степени зависит от погрешности определения скорости источника. Так, если скорость объекта определена с погрешностью 0,5 м/с, то это в свою очередь приведёт к ошибке определения координат ~ 500 м. Для неподвижного объекта эта величина уменьшается до 50 м.

Характерной чертой радионавигационных спутниковых систем первого поколения является применение низкоорбитальных спутников и использование для измерения навигационных параметров объекта сигнала одного, видимого в данный момент спутника. Кроме того, в этих системах невозможен непрерывный режим работы. Ввиду того, что системы низкоорбитальны, время, в течение которого спутник находится в поле видимости потребителя, не превышает одного часа.

В начале 70-х годов в СССР и США, практически одновременно, начинаются работы над системами спутниковой навигации второго поколения. Они изначально проектировались как системы, которым все вышеперечисленные недостатки не свойственны. Главным требованием при проектировании было обеспечение потребителю в любой момент времени возможности определения трех пространственных координат, вектора скорости и точного времени.

Выполнить требования всех указанных классов потребителей низкоорбитальные системы в силу принципов, заложенных в основу их построения, не могли. Была выбрана структура спутниковой системы: высота орбиты навигационных спутников составила 20 тыс. км, их количество в системе должно составлять 24.

Были решены две проблемы создания высокоорбитальной навигационной системы. Первая проблема – взаимная синхронизация спутниковых шкал времени с точностью до миллиардных долей секунды (наносекунд).

Второй проблемой является высокоточное определение и прогнозирование параметров орбит навигационных спутников.

В США программа получила название NAVigation Satellite providing Time And Range (NAVSTAR), т. е. навигационная спутниковая система, обеспечивающая измерение времени и местоположения. Непосредственная реализация программы началась в 1977 году с запуском первого спутника. Основным назначением NAVSTAR является высокоточная навигация военных объектов. В середине 80-х годов система NAVSTAR была переведена в класс систем двойного назначения, т. е. открыта для гражданских пользователей. В настоящее время эта система больше известна под именем Global Positioning Satellites (GPS). Иногда в литературе встречается двойное название NAVSTAR-GPS. К 1996 году развертывание системы было полностью завершено. В настоящее время в системе имеется 31 рабочий спутник на высоте 20 180 км на 6 различных орбитах. Их орбиты отклоняются на 55° к экватору, при этом последние 4 спутника обеспечивают радиосвязь с любой точкой планеты. Орбита каждого спутника Земли составляет примерно 12 часов

Летные испытания в СССР высокоорбитальной отечественной навигационной системы, получившей название ГЛОНАСС (ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система), были начаты в октябре 1982 г. запуском спутника "Космос-1413". Система ГЛОНАСС была принята в опытную эксплуатацию в 1993 г. В 1995 г. развернута орбитальная группировка полного состава (24 спутника) и начата штатная эксплуатация. Система позволяет обеспечить непрерывную глобальную навигацию всех типов потребителей с различным уровнем требований к качеству навигационного

обеспечения. Так же как и американская GPS, ГЛОНАСС является системой двойного назначения, т.е. навигационные сигналы доступны и для гражданских пользователей.

В 1999 г. Европейский парламент поддержал решение Европейского космического агентства ESA о создании европейской спутниковой системы – Galileo. Планируется 30 спутников (из них 3 резервных), расположенных на высоте 23 200 км в трех орбитальных плоскостях, наклоненных на 56° к плоскости экватора. В ЕС подчеркивают, что система Galileo является гражданской системой и будет управляться гражданскими лицами. Планируется полностью развернуть спутниковую группировку к 2020 году.

После полного развертывания системы Galileo с учетом спутников GPS и ГЛОНАСС в распоряжении пользователей будет 80 навигационных космических аппарата, покрывающих весь земной шар, что существенно повысит доступность, непрерывность и, в конечном итоге, надежность навигационных определений.

В мире разворачиваются и другие системы GNSS [28].

Бэйдоу. Развёртываемая Китаем подсистема GNSS Бэйдоу-2 предназначена для использования только в этой стране. Особенность – небольшое количество спутников, находящихся на геостационарной орбите. 27 декабря 2012 система была запущена в коммерческую эксплуатацию как региональная система позиционирования, при этом спутниковая группировка составляла 16 спутников. Согласно планам, в ближайшее время она сможет покрывать Азиатско-Тихоокеанский регион, а к 2020 году, когда количество спутников будет увеличено до 35, станет глобальной.

IRNSS. Индийская навигационная спутниковая система, в состоянии разработки. Предполагается для использования только в Индии. Общее количество спутников системы IRNSS – 7. Первоначально планировалось, что спутники будут запускаться с 2012-го по 2014 год, а окончательный ввод системы в эксплуатацию произойдёт к 2015 году. Затем начало запусков было перенесено со второй половины 2012 года на май 2013 года. В конце мая 2013 года стало известно, что запуск первого спутника IRNSS-1A ракетой-носителем PSLV-C22 запланирован на 12 июня 2013 года с космодрома на острове Шрихарикота в Бенгальском заливе, однако впоследствии был отложен из-за выявленных несоответствий при

проведении электрических испытаний. Спутник был успешно выведен на орбиту 1 июля 2013 года и уже успешно передает сигналы на Землю.

QZSS. Первоначально японская система QZSS (Quasi-Zenith Satellite System – «Квазизенитная спутниковая система») была задумана в 2002 г. как коммерческая система с набором услуг для подвижной связи, вещания и широкого использования для навигации в Японии и соседних районах Юго-Восточной Азии. Первый спутник трёхспутниковой региональной системы был запущен 11 сентября 2010 года.

4.2 Принципы построения спутниковых радионавигационных систем

Основные принципы построения спутниковых радионавигационных систем рассмотрим на примере GNSS ГЛОНАСС и GPS.

Выделяют три главные подсистемы (сегменты) GNSS (рис. 4.1 [26]):

- сегмент наземного контроля и управления (НКУ);
- сегмент созвездия спутников (космических аппаратов – КА);
- сегмент аппаратуры пользователей – потребителей (АП).

Наземный сегмент (НКУ). В состав наземного сегмента входят космодром, командно-измерительный комплекс (КИК) и центр управления. Космодром обеспечивает вывод спутников на требуемые орбиты при первоначальном развёртывании навигационной системы, а также периодическое восполнение спутников по мере их выхода из строя или выработки ресурса. Главными объектами космодрома являются техническая позиция и стартовый комплекс. Техническая позиция обеспечивает прием, хранение и сборку ракет-носителей и спутников, их испытания, заправку и состыковку. В число задач стартового комплекса входят: доставка носителя с навигационным спутником на стартовую площадку, установка на пусковую систему, предполетные испытания, заправка носителя, наведение и пуск. Командно-измерительный комплекс служит для снабжения навигационных спутников служебной информацией, необходимой

для проведения навигационных сеансов, а также для контроля и управления ими как космическими аппаратами. Центр управления, связанный информационными и управляющими радиолиниями с космодромом и командно-измерительным комплексом, координирует функционирование всех элементов спутниковой навигационной системы.

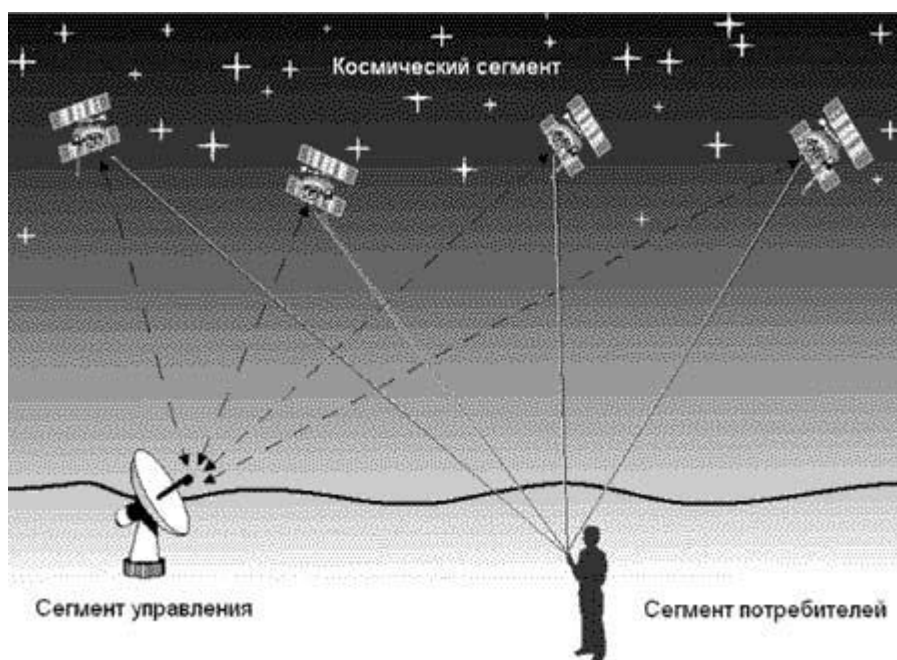


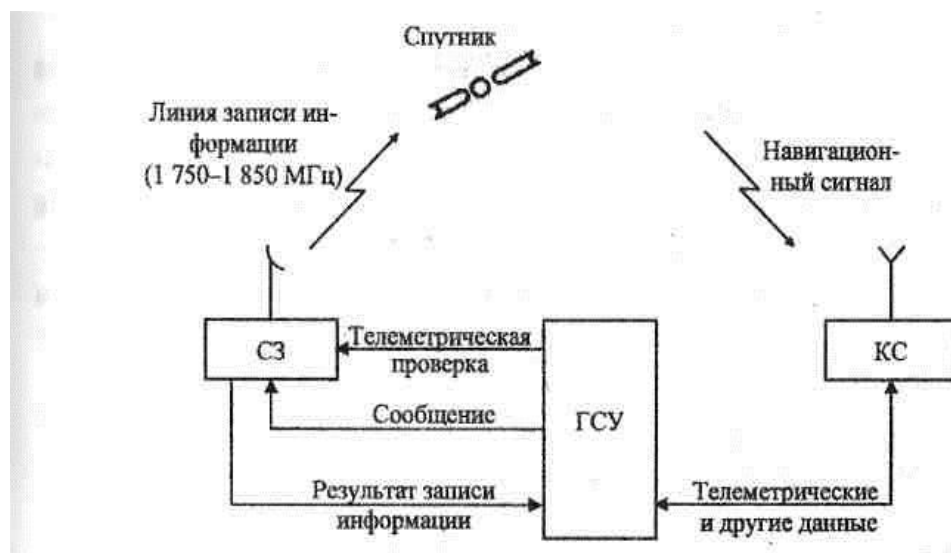
Рис. 4.1. Состав GNSS

На рис. 4.2 [26] показан НКУ системы ГЛОНАСС, который включает: Центр управления системой под Москвой (ЦУС); центральный синхронизатор (ЦС) с высокоточным водородным стандартом частоты и времени для синхронизации системы; сеть контрольных станций (КС) на которых формируются пакеты точных положений спутников на орбитах и по запросу передаются на главную станцию управления (ГСУ); кванто-оптические станции (КОС) для периодической юстировки радиотехнических каналов измерения дальностей; аппаратуру контроля навигационного поля (АКП), представляющую собой аппаратуру пользователей, установленную на контрольных станциях, и обеспечивающую контроль точности координатно-временных измерений по сигналам КА. В целом НКУ осуществляет сбор, накопление и обработку траекторной и телеметрической информации обо всех спутниках системы, формирование и выдачу на каждый спутник команд

управления и навигационной информации, а также контроль функционирования системы в целом.



Рис. 4.2. Сегмент наземного комплекса управления системы ГЛОНАСС



КС - контрольная станция; ГСУ - главная станция управления;
СЗ - станция закладки служебной информации

Рис. 4.3. Схема подсистемы контроля и управления

На рис. 4.3 [29] показаны связи между главной станцией управления, контрольными станциями, станциями закладки служебной информации и спутником при передаче служебной информации на спутник.

Космический сегмент (сегмент КА). Подсистема КА, как GNSS ГЛОНАСС, так и GNSS GPS состоит из 24 основных и 3 резервных спутников. Каждый спутник имеет групповой атомный эталон частоты и времени, аппаратуру для приема и передачи радиосигналов, бортовую компьютерную аппаратуру. Спутник сохраняет стабильным заданное положение на орбите, принимает и хранит информацию с наземных станций, а также непрерывно передает в аппаратуру пользователей измерительные радиосигналы, данные о точном времени, свои координаты и другую служебную информацию. Орбитальные параметры ГЛОНАСС и GPS приведены в таблице 4.1 [26].

Таблица 4.1.

Орбитальные параметры ГЛОНАСС и GPS

Параметр	ГЛОНАС С	GPS
Число КА в системе	24 (3)	24 (3)
Число орбитальных плоскостей	3	6
Наклон орбиты i	64,8	55°
Период обращения T	11 ч 16 мин	11 ч 57 мин
Высота КА	19100 км	20150 км

Период обращения T для ГЛОНАСС несколько больше отличается от 12 ч, чем период GPS. Это сделано сознательно. Такая орбита эффективна с точки зрения поддержания орбитальной группировки: намного реже приходится корректировать положения КА. При этом зоны радиовидимости для пользователей повторяются через 17 витков, примерно через 8 суток.

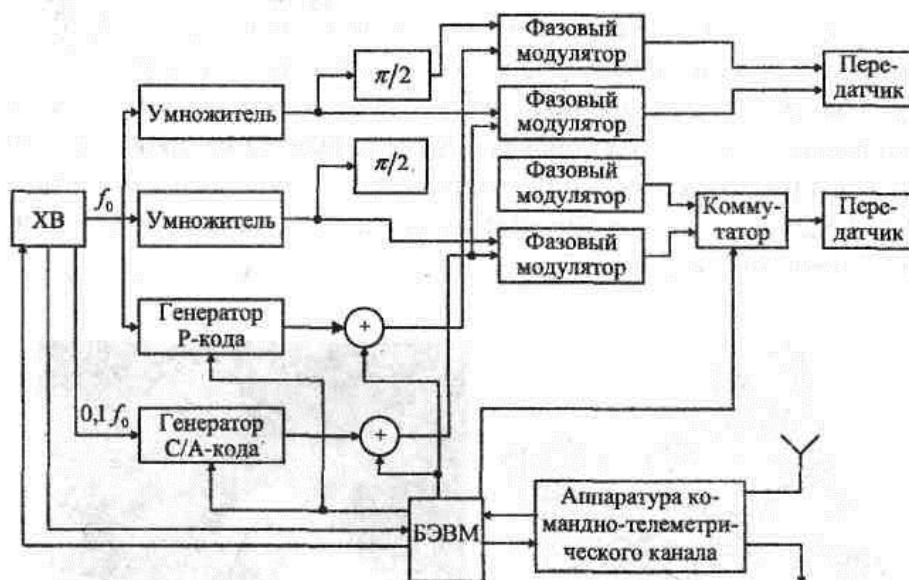
Каждый GPS-спутник оснащен 4 атомными часами, которые идут наравне с атомными Всемирными часами на Земле, чтобы точно определять, сколько времени сигналу из космоса требуется для достижения Земли. Это измерение имеет особую важность, так

как отрезок времени, необходимый сигналу для достижения Земли — ключевой элемент в определении расстояния от Земли до спутника.

На данный момент в системе GPS используются спутники с продолжительностью эксплуатации 7,5 лет и возможностью передавать пользователям качественную информацию без контроля в течение 14 суток.

Структурно аппаратура космического аппарата формируется по схеме, показанной на рис. 4.4 [29].

Хронизатор времени (ХВ) предназначен для формирования высокостабильных колебаний. В качестве хронизатора времени используются квантовые стандарты частоты, обеспечивающие стабильности частоты порядка 10^{-12} – 10^{-13} .



ХВ - хронизатор времени; $\pi/2$ - фазоинвертор (сдвиг фазы на 90°);

«+» - сумматор по модулю 2; БЭВМ - бортовая ЭВМ

Рис. 4.4. Структурная схема аппаратуры космического аппарата.

Передающая аппаратура спутника излучает синусоидальные сигналы на двух несущих частотах: $L_1=1575,42$ МГц и $L_2=1227,6$ МГц. Перед этим сигналы модулируются так называемыми псевдослучайными цифровыми последовательностями. Причем частота L_1 модулируется двумя видами кодов: C/A-кодом (код свободного доступа) и P-кодом (код санкционированного доступа), а частота L_2 — только P-кодом. Кроме того, обе несущие частоты дополнительно кодируются навигационным сообщением (рис. 4.5

[26]). В структуре навигационных сообщений содержатся данные о системах времени, альманахи¹ орбит, альманахи спутников, прогноз ионосферных задержек сигнала, работоспособность НКА, и др.

Кодирование излучаемого спутником радиосигнала преследует несколько целей:

- а. обеспечение возможности синхронизации сигналов ИСЗ и приемника;
- б. создание наилучших условий различения сигнала в аппаратуре приемника на фоне шумов (доказано, что псевдослучайные коды обладают такими свойствами);
- с. реализация режима ограниченного доступа к GPS, когда высокоточные измерения возможны лишь при санкционированном использовании системы.

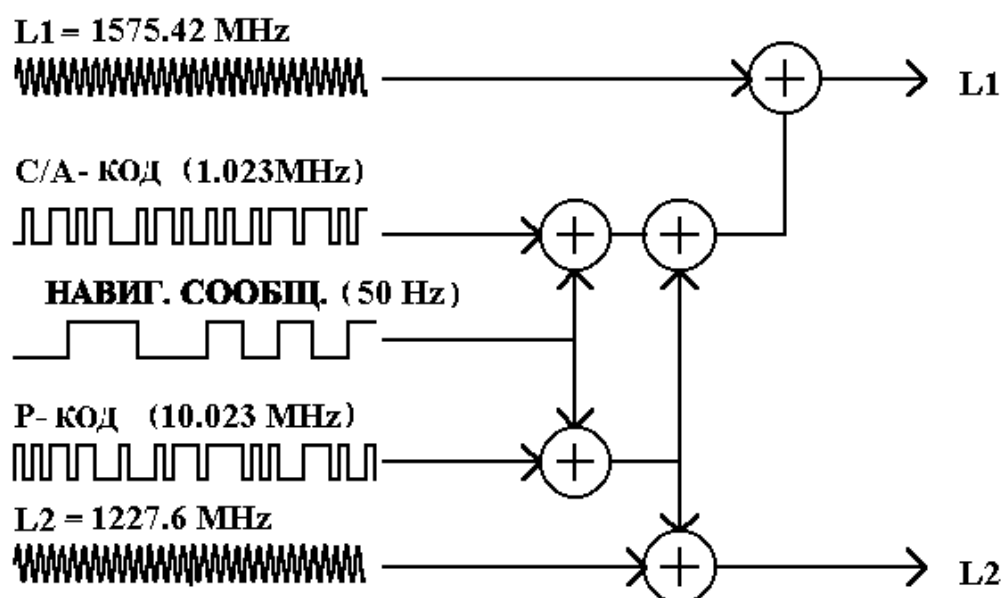


Рис. 4.5. Формирование сигналов в космическом аппарате

Код свободного доступа C/A (Coarse Acquisition) имеет частоту следования импульсов (иначе называемых “чипами”) 1,023 МГц и период повторения 0,001 сек., поэтому его декодирование в приемнике осуществляется достаточно просто. Однако точность автономных измерений расстояний с его помощью невысока.

¹ Альманах – совокупность эфемерид всех спутников глобальной навигационной системы. А эфемериды называют совокупность координат, определяющих положение и скорость спутника в пространстве.

Защищенный код Р (Protected) характеризуется частотой следования импульсов 10,23 МГц и периодом повторения 7 суток. Кроме того, раз в неделю происходит смена этого кода на всех спутниках. Поэтому до недавнего времени измерения по Р-коду могли выполнять только пользователи, получившие разрешение Министерства обороны США. Однако и это “тайное” стало “явным” в результате утечки секретной информации, после чего к Р-коду получил доступ широкий круг специалистов. Американское оборонное ведомство предприняло меры дополнительной защиты Р-кода: в любой момент без предупреждения может быть включен режим AS (Anti Spoofing). При этом выполняется дополнительное кодирование Р-кода, и он превращается в Y-код. Расшифровка Y-кода возможна только аппаратно, с использованием специальной микросхемы (криптографического ключа), которая устанавливается в GPS-приемнике.

Сегмент аппаратуры пользователей (АП). В пользовательский сегмент входит аппаратура потребителей. Она предназначена для приема сигналов от навигационных спутников, измерения навигационных параметров и обработки измерений. Для решения навигационных задач в аппаратуре потребителя предусматривается специализированный встроенный компьютер. Разнообразие существующей аппаратуры потребителей обеспечивает потребности наземных, морских, авиационных и космических (в пределах ближнего космоса) потребителей.

Приемники GPS систем выполняют измерения параметров сигналов, извлекают заложенную в сигналах информацию, производят определения пространственно-временных местоположений. Для этих целей приемники осуществляют поиск навигационных сигналов нескольких спутников и слежение за ними на определенном временном интервале.

Современная спутниковая навигация основывается на использовании принципа беззапросных дальномерных измерений между навигационными спутниками и потребителем. Это означает, что потребителю передается в составе навигационного сигнала информация о координатах спутников. Одновременно (синхронно) производятся измерения дальностей до навигационных спутников. Способ измерений дальностей основывается на вычислении временных задержек принимаемого сигнала от спутника по

сравнению с сигналом, генерируемым аппаратурой потребителя. Приемник сравнивает разницу во времени между приемом соответствующей части спутникового кода с такой же частью своего кода. Зная сдвиг по времени и скорость распространения радиоволн, приемник получает расстояние до спутника, называемое псевдодальностью, которая отличается от истинного расстояния.

Истинная дальность отличается от псевдодальности на величину, равную произведению скорости света на уход часов b , т.е. величину смещения часов потребителя по отношению к системному времени. Возникает проблема в том, чтобы убедиться, что псевдослучайные коды приемника и спутника сгенерированы одновременно. Часы спутника очень точные и корректируются по сигналам с Земли. Часы приемника менее точны, кроме того, задержки распространения сигнала в ионосфере, тропосфере и т.д. создают суммарную ошибку (рис. 4.6 [30]).

Определим сколько спутников необходимо для определения местоположения приемника.

В основе определения координат GPS-приемника лежит вычисление расстояния от него до нескольких спутников (рис. 4.7). расположение которых считается известным (эти данные находятся в принятом с GPS-спутника «альманахе»).

Каждый спутник (рис. 4.7 [30]) можно представить в виде точечного излучателя. В этом случае фронт электромагнитной волны будет сферическим



Рис. 4.6. Ошибки в определении дальности

Если известно расстояние A до одного спутника, то координаты приемника определить нельзя (он может находиться в любой точке сферы радиусом A , описанной вокруг спутника). Пусть известна удаленность B приемника от второго спутника. В этом случае определение координат также не представляется возможным – объект находится на окружности, которая является пересечением двух сфер.

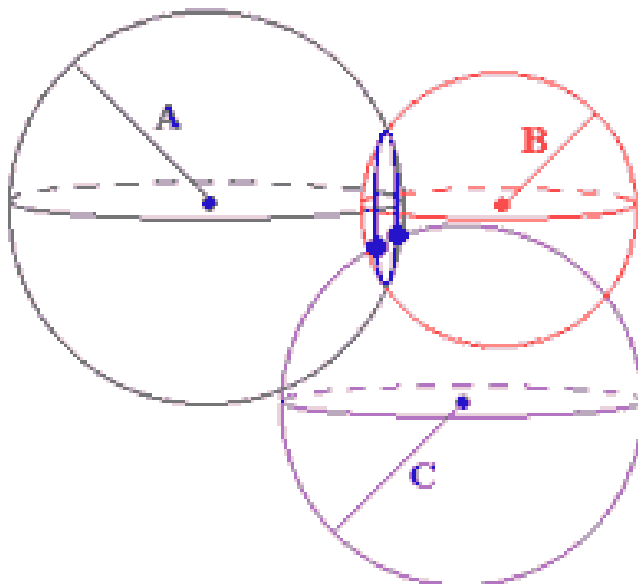


Рис. 4.7. Определение координат в спутниковой навигационной системе

Расстояние C до третьего спутника сокращает неопределенность в координатах до двух точек (обозначены двумя жирными точками на рис. 4.7). Этого уже достаточно для однозначного определения координат – дело в том, что высота орбит спутников составляет порядок 20000 км. Следовательно, вторую точку пересечения окружностей можно отбросить из-за априорных сведений, так как она находится далеко в космосе. Таким образом, для трехмерной навигации теоретически достаточно знать расстояния от приемника до 3 спутников.

Разумеется, на практике всегда есть некоторая погрешность измерений («невязка») – например, из-за неточной синхронизации часов приемника и спутника, зависимости скорости радиосигнала от состояния атмосферы и др. Поэтому для определения трехмерных координат GPS-приемника используются не 3, а, как минимум, 4 спутника.

Если понадобится определить не только широту и долготу местонахождения, но и высоту (например, самолета), то понадобятся данные еще одного источника.

Практически все современные приемники являются многоканальными, т.е. принимают и обрабатывают несколько сигналов параллельно. Приемники построены по схеме, приведенной на рис. 4.8.

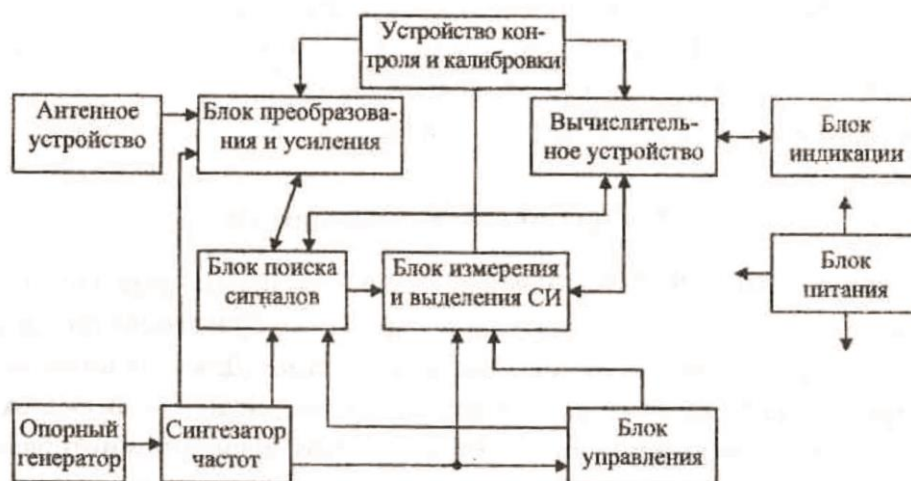


Рис. 4.8. Функциональная схема приемника

Приемник получает от КА навигационные данные, которые через антенное устройство поступают на блок преобразования и усиления. В блоке преобразователя и усиления осуществляется двойное или тройное преобразование частот, т. е. понижение частоты от единиц гигагерц до единиц мегагерц. Работа блоков приемника на пониженных частотах с дополнительным усилением обеспечивает ускорение обнаружения сигналов космических аппаратов. Работа преобразовательного блока основывается на принципе смешивания входного сигнала с опорными колебаниями, формируемыми синтезатором частот. Синтезатор вырабатывает гармонические колебания с широким спектром дискретных частот. Колебания соответствующих частот направляются в цепи преобразователя, в блоки поиска сигналов, блоки измерения и выделения служебной информации (СИ), блок управления. Блок управления и вычислительное устройство осуществляют программные операции поиска сигналов спутников и измерения их параметров. Блок поиска сигналов выполняет задачу обнаружения («захвата») сигнала каждого конкретного спутника. Предварительно, для решения этой задачи, в

процессор приемника вводятся альманах космических аппаратов, текущее время, приближенные координаты приемника (объекта).

После обнаружения спутника система переходит в режим непрерывного сопровождения и направляет сигнал для измерения параметров.

Дифференциальный режим [26]

Спутниковые навигационные системы позволяют потребителю получить координаты с точностью порядка 10...15 м. Однако для многих задач требуется большая точность. Один из основных методов повышения точности определения местонахождения объекта основан на применении известного в радионавигации принципа дифференциальных навигационных измерений.

Дифференциальный режим DGPS (Differential GPS) позволяет установить координаты с точностью до 3 м в динамической навигационной обстановке и до 1 м – в стационарных условиях. Дифференциальный режим реализуется с помощью контрольного GPS-приёмника, называемого опорной станцией. Она располагается в пункте с известными координатами, в том же районе, что и основной GPS-приёмник. Сравнивая известные координаты (полученные в результате прецизионной геодезической съёмки) с измеренными, опорная станция вычисляет поправки, которые передаются потребителям по радиоканалу в заранее оговоренном формате.

Аппаратура потребителя принимает от опорной станции дифференциальные поправки и учитывает их при определении местонахождения потребителя.

В настоящее время существуют множество широкозонных, региональных и локальных дифференциальных систем.

В качестве широкозонных стоит отметить такие системы, как американская WAAS, европейская EGNOS и японская MSAS. Эти системы используют геостационарные спутники для передачи поправок всем потребителям, находящимся в зоне их покрытия.

Региональные системы предназначены для навигационного обеспечения отдельных участков земной поверхности. Обычно региональные системы используют в крупных городах, на транспортных магистралях и судоходных реках, в портах и по берегу морей и океанов. Диаметр рабочей зоны региональной системы

обычно составляет от 500 до 2000 км. Она может иметь в своём составе одну или несколько опорных станций.

Локальные системы имеют максимальный радиус действия от 50 до 220 км. Они включают обычно одну базовую станцию. Локальные системы обычно разделяют по способу их применения: морские, авиационные и геодезические локальные дифференциальные станции.

Существуют и более точные (сейчас уже и для гражданского применения) методы позиционирования. Так метод локального дифференциального спутникового позиционирования на базе сети референцных станций может обеспечить точность позиционирования на субмиллиметровом уровне (менее 1 мм).

4.3 Особенности использование GNSS в ИТС железнодорожного транспорта

Необходимость применения спутниковых технологий на железнодорожном транспорте уже не вызывает сомнений. Она диктуется дальнейшими перспективами развития отрасли, в том числе планами перехода на высокоскоростное и скоростное движение, а также увеличения интенсивности движения транспортных потоков на магистралях.

В этих условиях залогом успеха становится вывод на более высокий качественный уровень управления перевозками и безопасности движения поездов. А это в свою очередь требует принципиальных изменений в сфере координатно-временного обеспечения работы железнодорожного транспорта. Необходимо иметь максимально точную информацию о дислокации подвижного состава, в любое время суток и при любой погоде, уметь контролировать его движение и состояние бортовых систем. Но решить эту задачу без современных глобальных навигационных спутниковых систем, таких как ГЛОНАСС, ГЛОНАСС/GPS невозможно.

Одного из «прорывных» инновационных направлений на железнодорожном транспорте является внедрение систем комплексного управления движением поездов, динамического мониторинга состояния инфраструктуры и подвижного состава с использованием спутниковых

технологий. Внедрения спутниковых технологий позволяет достичь качественно более высокий уровень обеспечения безопасности движения и управления перевозками, за счет принципиальных изменений в сфере координатно-временного обеспечения железнодорожного транспорта.

С помощью спутниковых технологий службам и хозяйствам железных дорог предоставляется гарантированная возможность знать в любой точке на сети железных дорог, в любое время суток и при любой погоде, с высокой точностью дислокацию пассажирских и грузовых поездов, контролировать их движение, параметры состояния бортовых систем и интегрировать эти данные в диспетчерских центрах управления движением и центрах управления перевозками.

Посредством GNSS ГЛОНАСС/GPS на железнодорожном транспорте могут быть решены следующие задачи:

- контроль местоположения самостоятельных подвижных единиц на перегонах;
- контроль местоположения самостоятельных подвижных единиц на станциях;
- построение систем интервального регулирования;
- определение координат объектов железнодорожной линии для построения геоинформационных систем (ГИС);
- построение цифровых моделей путевого развития (ЦМПР) для целей построения систем контроля местоположения самостоятельных подвижных единиц на станциях и перегонах, построения систем интервального регулирования, определения параметров отклонения планового и высотного положения пути от проектного, определения параметров выправки пути;
- построение путеизмерительных и модернизация путерихтовочных комплексов.

Уже созданы (например, компанией GE Transportations система ITCS) и активно создаются (компаниями РЖД) системы интервального регулирования движения поездов с применением спутниковой навигации и цифрового радиоканала, позволяющие перейти к технологии «виртуального» светофора и существенно уменьшить количество напольных устройств. Ставится цель создание «интеллектуальных» поездов со встроенной системой автоведения и

самодиагностики, а также «интеллектуальных» грузовых станций, которые позволят обеспечить безаварийное движение поездов и перемещение грузов.

Рассмотрим одну группу вышеперечисленных задач, которые в большей степени относятся к задачам ИТС – спутниковый мониторинг железнодорожного транспорта. Под этим термином обычно понимается система мониторинга подвижных объектов, построенная на основе систем спутниковой навигации, оборудования и технологий сотовой и/или радиосвязи, вычислительной техники и цифровых карт. Спутниковый мониторинг используется для решения задач транспортной логистики в автоматизированных системах управления перевозками.

Принцип работы заключается в отслеживании и анализе пространственных и временных координат транспортного средства. Существует два варианта мониторинга: online – с дистанционной передачей координатной информации и offline – информация считывается по прибытию на диспетчерский пункт (станцию, депо).

На транспортном средстве устанавливается мобильный модуль, состоящий из следующих частей: приёмник спутниковых сигналов, модули хранения и передачи координатных данных. Программное обеспечение мобильного модуля получает координатные данные от приёмника сигналов, записывает их в модуль хранения и по возможности передаёт посредством модуля передачи.

Модуль передачи позволяет передавать данные, используя беспроводные сети операторов мобильной связи. Полученные данные анализируются и выдаются диспетчеру в текстовом виде или с использованием картографической информации.

В offline варианте необходимость дистанционной передачи данных отсутствует. Это позволяет использовать более дешёвые мобильные модули и отказаться от услуг операторов мобильной связи.

Мобильный модуль обычно построен на основе приёмников спутникового сигнала, работающих в стандартах NAVSTAR GPS или ГЛОНАСС. Многие современные модули поддерживают и GPS и ГЛОНАСС.

Разные задачи мониторинга требуют разной точности определения координат подвижного объекта. Так для обеспечения диспетчерского управления движением и управления перевозками требования по

точности следующие: позиционирование локомотивов на ж/д станциях и других ответственных участках $\pm 1,0$ м; на перегонах $\pm 10...15$ м; отображение в режиме реального времени местоположения поезда на цифровой карте соответствующего масштаба $\pm 10...15$ м

Между тем метод автономного спутникового позиционирования обеспечивает точность: $\pm 10...15$ м. в режиме реального времени. Для обеспечения точности $\pm 1,0$ м необходимо применять метод широкозонного дифференциального спутникового позиционирования. Как известно, для этого необходимо иметь соответствующую сеть опорных станций. Крупные ж/д компании (например, РЖД) начинают формировать собственные системы дифференциального спутникового позиционирования.

Так, система дифференциального спутникового позиционирования РЖД позволяет, в разных режимах, отслеживать координаты объекта с точностью от 1 м до 1 мм.

Системы спутникового мониторинга транспорта решают следующие задачи:

- мониторинг включает определение координат местоположения транспортного средства, его направления, скорости движения и других параметров: расход топлива, температура в отдельных подсистемах и др.
- контроль соблюдения графика движения - учёт передвижения транспортных средств, автоматический учёт доставки грузов в заданные точки и др.;
- сбор статистики и оптимизация маршрутов - анализ пройденных маршрутов, скоростного режима, расхода топлива и др. транспортных средств с целью определения лучших маршрутов;
- обеспечение безопасности – соблюдение правил и норм безопасности в процессе движения поезда по маршруту.

В состав системы спутникового мониторинга транспорта входят следующие компоненты:

- транспортное средство, оборудованное GPS или ГЛОНАСС контроллером, который получает данные от спутников и передаёт их на серверный центр мониторинга посредством GSM, CDMA или реже спутниковой и УКВ связи. Последние два актуальны для мониторинга в местах, где отсутствует полноценное GSM-покрытие.

- серверный центр с программным обеспечением для приёма, хранения, обработки и анализа данных;
- компьютер оперативного работника, ведущего мониторинг.

Типичная структура системы спутникового мониторинга показана на рис. 4.9 [30].

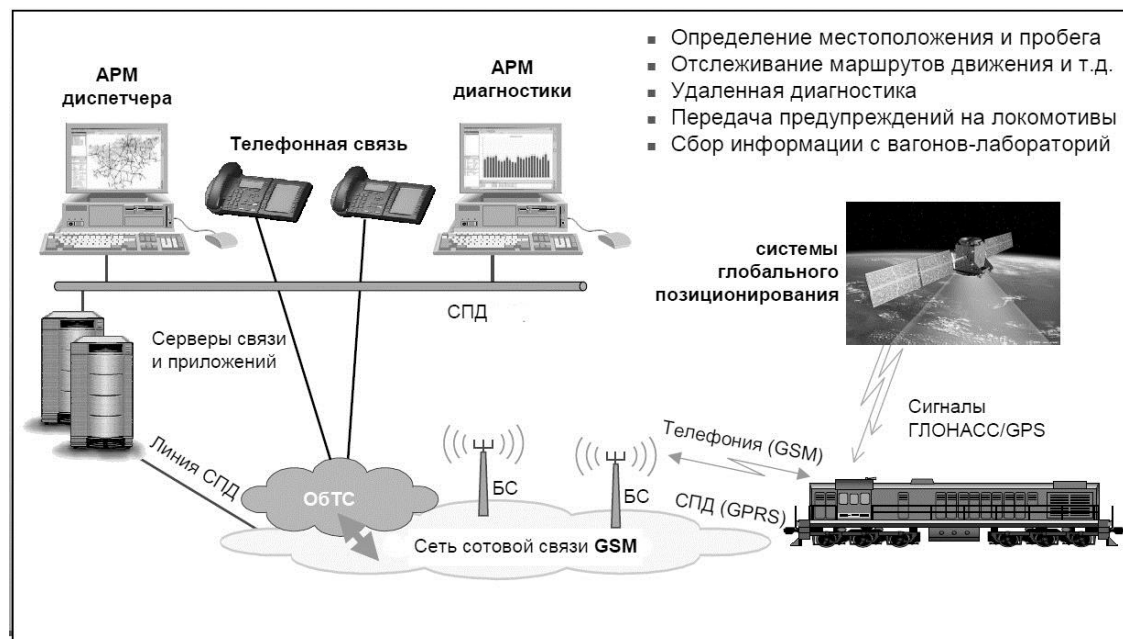


Рис. 4.9. Упрощенная схема определения местоположения подвижных объектов с использованием GNSS

Приемник GPS/ГЛОНАСС, установленный, например, на локомотиве, по сигналам со спутников определяет свои координаты и

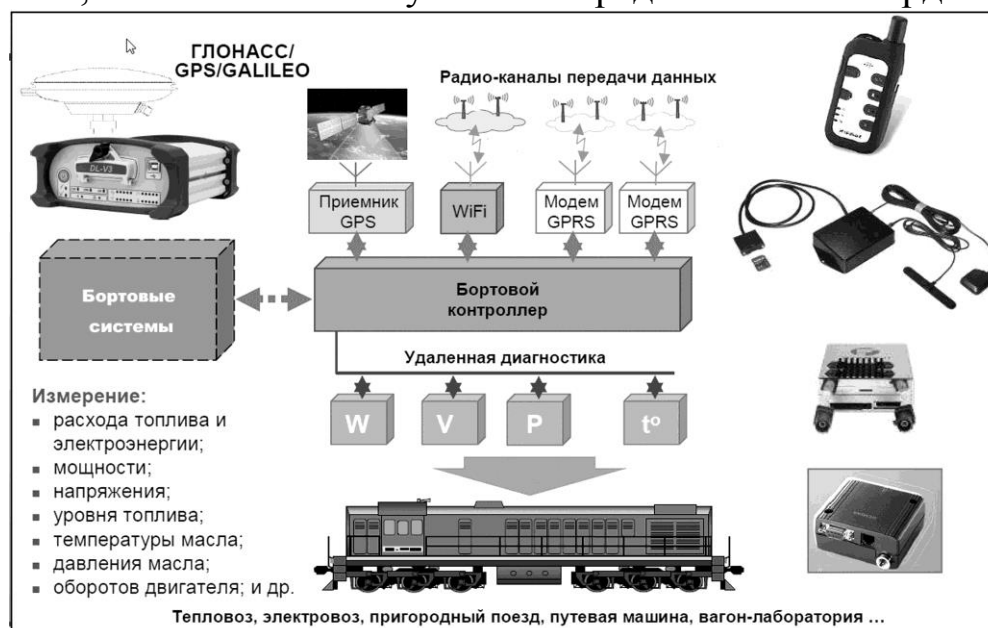


Рис. 4.10. Оборудование для подвижного объекта.

В АРМах диспетчеров, подключенных к серверу, отображается положение поезда, исполненный график его движения и т.д. (рис. 4.11 [30]), а в АРМе диагностики отображаются диагностические сообщения, формируемые сервером.

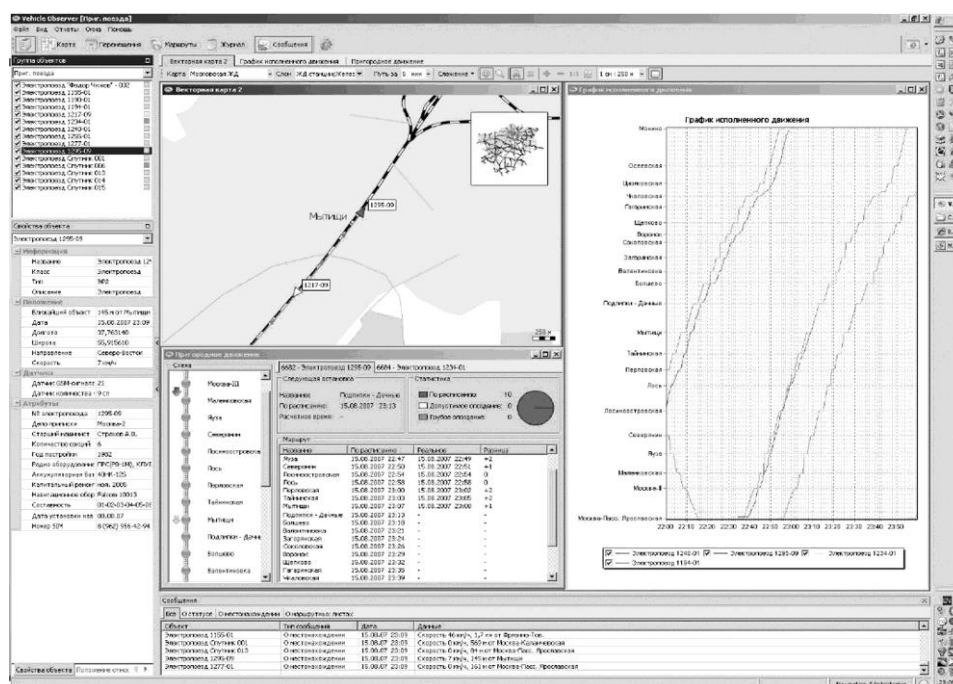


Рис. 4.11. АРМ диспетчера перевозок

5 Проблемы информационной безопасности в железнодорожных интеллектуальных транспортных системах

5.1 Обзор предметной области

Целями создания железнодорожных интеллектуальных транспортных систем являются [13]:

- снижение транспортных потерь населения и транспортных издержек в сфере экономики, бизнеса и услуг;
- повышение безопасности движения;
- снижение отрицательного влияния человеческого фактора на качество управления;
- интенсификация экономических и социальных процессов;
- увеличение привлекательности железнодорожного транспорта для пассажиров и грузовладельцев;
- улучшение экологической обстановки.

Достижение этих целей предполагает решение большого числа задач. К ним, в частности, относятся:

- создание систем мониторинга транспортной инфраструктуры и условий движения, позволяющих в реальном масштабе времени оценивать состояние транспортной системы и прогнозировать ее изменение;
- повышение эффективности использования существующей сети железных дорог путем более равномерного распределения железнодорожного подвижного состава во времени и пространстве;
- повышение технологической, информационной и социальной составляющих безопасности движения;
- предоставление руководителям всех уровней необходимой информации для принятия оперативных и стратегических

решений на основе моделирования и оценки влияния на транспортную систему новых и модернизированных транспортных объектов;

- формирование схемы оперативного реагирования транспортных служб, позволяющей быстро принимать меры при возникновении аварийных ситуаций, неблагоприятных погодных условиях и т.п.

Реализация указанных приоритетных направлений осуществляется в контексте с созданием важнейших инфраструктурных компонентов интеллектуального железнодорожного транспорта, к которым относятся:

- единое информационное пространство железнодорожного транспорта с обязательным наличием единой высокоточной координатной системы и цифровой геоподосновы, построенных с использованием глобальных спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS и обеспечением информационной защиты;
- системы цифровой радиосвязи со всеми объектами подвижного состава и железнодорожной транспортной инфраструктуры;
- системы контроля местоположения вагонов, локомотивов и эксплуатационного персонала с их автоматической идентификацией, построенные на принципах комплексирования наземных систем RFID (Radio-Frequency Identification - радиочастотная идентификация) и спутникового позиционирования на основе ГЛОНАСС/GPS;
- системы диагностики и прогнозирующего контроля состояния вагонов и локомотивов на ходу поезда;
- системы ситуационного контроля и прогнозирования критических ситуаций в составе ситуационных центров ОАО «РЖД»;
- интеллектуальные системы управления эксплуатационной работой.

Основные функции интеллектуального железнодорожного транспорта представлены на рис.5.1.



Рис. 5.1. Основные функции интеллектуального транспорта

Основные направления развития ИТС в ОАО «РЖД»

Программой инновационного развития ОАО «РЖД» на период до 2015 г. намечены следующие приоритетные направления развития интеллектуального железнодорожного транспорта:

- создание интеллектуального поезда,
- создание интеллектуального локомотива,
- создание интеллектуальной грузовой станции,
- создание интеллектуальной системы диспетчерского управления движением поездов.

На повестке дня стоят также задачи создания интеллектуальных вокзалов и ситуационных центров ОАО «РЖД» как системообразующих компонент подготовки и принятия управленческих решений. При этом основное внимание уделяется повышению эффективности решения задач производственной

деятельности ОАО «РЖД» при неукоснительном выполнении требований по обеспечению безопасности.

С позиций, разрабатываемых в ОАО «РЖД» концептуальных технических решений, **интеллектуальный поезд** - это поезд со встроенной системой автоведения и самодиагностики, создание которого неразрывно связано:

- с развитием автоматизированных центров управления и расширением функций диспетчерской централизации (особенно для линий скоростного и высокоскоростного движения);
- внедрением компьютерных систем управления на станциях в увязке с цифровым радиоканалом;
- внедрением систем интервального регулирования движения поездов с применением спутниковой навигации и цифрового радиоканала;
- внедрением комплексных устройств диагностики на границах маршрутов; обеспечением соответствия систем управления и систем безопасности международным стандартам.

Интеллектуальный локомотив - это локомотив, аппаратно-программные средства которого должны обеспечивать:

- интероперабельность за счет совместимости команд, передаваемых из центра управления, с другого локомотива или вагона управления через систему радиосвязи;
- получение сведений о введении или отмене ограничений скорости движения, правильности положения стрелочных переводов по пути следования, свободы пути, свободы переездов;
- возможность передачи техническим службам в режиме реального времени сведений о фактическом состоянии оборудования локомотива и вагонов поезда во время его движения на основе данных средств дистанционного мониторинга и бортовой диагностики с сохранением всех параметров в стандартных блоках памяти.

Интеллектуальная станция - станция, системы управления и безопасности которой соответствуют требованиям международных

стандартов. Аппаратно-программные средства систем управления интеллектуальной станции должны обеспечивать:

- безопасность движения при маневровой работе на станции;
- безопасность труда работников станции;
- скоростной режим маневровой работы; маневровые перемещения.

Интеллектуальный вокзал - вокзал, совокупность аппаратно-программных средств управления которого позволяет максимально увеличить эффективность работы здания и прилегающей инфраструктуры, при этом все технические, технологические и организационные процессы происходят с минимальным участием человека. Создание интеллектуальных вокзалов направлено на обеспечение комплексной безопасности, достижение максимального ресурсосберегающего эффекта, улучшение экологической обстановки на территории здания и вокруг него, предоставление максимума комфорта для пассажиров, в том числе с ограниченными физическими возможностями. В комплекс автоматизированных систем интеллектуального вокзала должны входить следующие функциональные составляющие:

- автоматизированные системы управления процессами жизнеобеспечения (кондиционирование, вентиляция, отопление, электроснабжение, водоснабжение и канализация), объединяющие управление и диспетчеризацию инженерного оборудования;
- интегрированная система безопасности, обеспечивающая сбор и обработку информации в ситуационном центре вокзала, видеонаблюдение, инженерно-техническую защиту вокзального комплекса, пожаротушение, экологический мониторинг и решение ряда других задач;
- система связи и телекоммуникации, включающая в себя все виды связи, в том числе средства широкополосного доступа WiFi и WiMAX, с предоставлением информационных сервисов для служебного персонала вокзала и пассажиров;
- система мониторинга состояния зданий и сооружений.

5.2 Структурные элементы ИТС

Прежде чем приступать к вопросам информационной безопасности ИТС, необходимо понять, из каких компонентов она состоит, какие объекты следует защищать и от кого.

Для любой ИТС характерными являются следующие виды элементов:

- бортовые средства, устанавливаемые на подвижные объекты ИТС (средства дистанционного мониторинга, производства измерений и т.п.);
- средства, устанавливаемые на стационарные объекты инфраструктуры (средства дистанционного мониторинга, производства измерений и т.п.);
- дистанционно управляемые исполнительные и индикационные устройства (приборы, узлы и агрегаты);
- сервера для обработки и хранения информации;
- ситуационные, диспетчерские и оперативные центры;
- средства обеспечения связи - интернет, сеть GSM/GPRS, спутниковая связь;
- информационно-телекоммуникационные средства, обеспечивающие защищенное информационное взаимодействие с внешними информационными системами.

В состав технологического комплекса ИТС могут входить разнообразные технические системы и средства:

- системы и средства координатно-временного, метеорологического и т.п. видов обеспечения;
- системы, средства, линии и сети связи и передачи данных;
- системы и средства дистанционного мониторинга;
- системы и средства сбора, накопления и обработки информации;
- автоматизированные системы и средства управления;
- системы и средства отображения и доведения информации;
- иные технические и программно-технические средства.

Большая часть систем и средств используется для формирования канала обратной связи как с человеком оператором, так и с управляемыми техническими компонентами транспортной системы.

Объектом атаки может стать любой из перечисленных элементов. Однако в целом все элементы ИТС могут быть отнесены к одной из трех категорий (рис. 5.2):

- Центр обработки данных (ЦОД),
- Периферийное оборудование,
- Система связи для обмена данными.

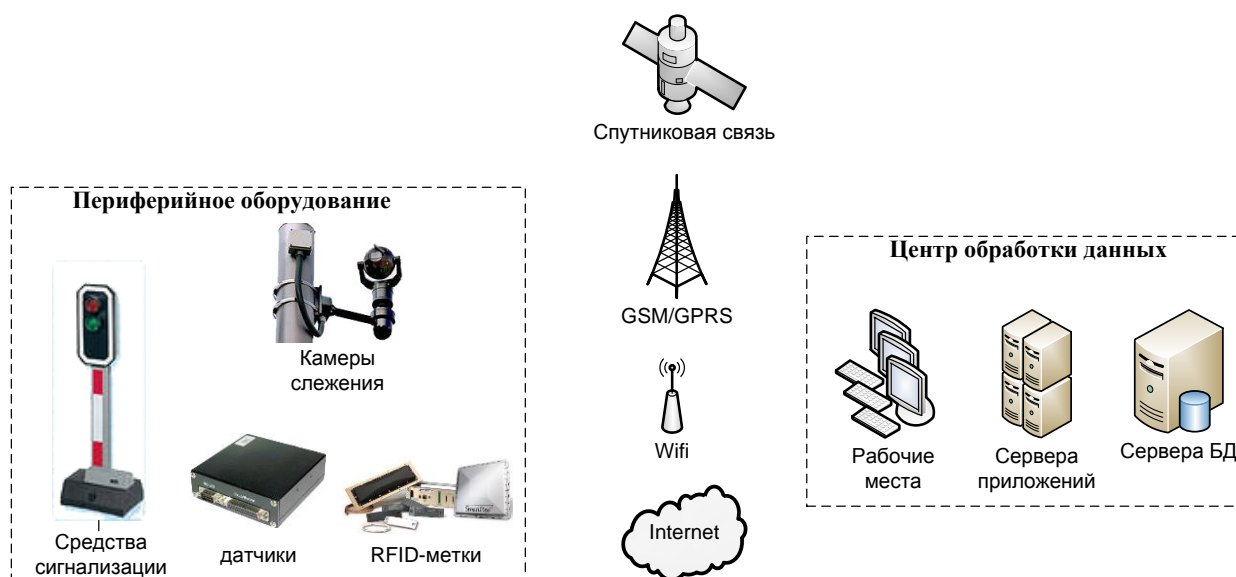


Рис. 5.2. Категории элементов ИТС

5.3 Основные виды угроз.

Для ИТС можно выделить следующие основные виды угроз:

- Несанкционированный доступ к управлению активным оборудованием и периферийными устройствами.
- Несанкционированный доступ к данным, с целью их подмены или уничтожения.
- Вторжение в систему с целью вывода из строя ИТС в целом или ее отдельных компонент.

Критичность выхода из строя систем такого уровня сложности требует проработки вопросов информационной безопасности с акцентом на устойчивость системы и целостность информации.

5.4 Меры по обеспечения информационной безопасности

Для организации эффективной защиты информационного пространства ИТС необходимо использовать комплекс мер защиты, включающий в себя:

- сертифицированное телекоммуникационное оборудование;
- встраиваемые агенты системы мониторинга устройств и событий;
- сертифицированные средства защиты информации.

Масштабность и территориальная распределенность компонентов ИТС требует приоритетного создания инфраструктуры информационной безопасности для применения систем мониторинга событий информационной безопасности и систем предотвращения атак.

5.4.1 Информационная безопасность центров обработки данных и стационарных объектов

С точки зрения информационной безопасности, эффективная защита центра обработки данных и стационарных объектов ИТС должна включать следующие средства защиты:

- межсетевой экран;
- система обнаружения и предотвращения вторжений;
- антивирусное программное обеспечение (ПО).

5.4.1.1. Использование межсетевых экранов

В настоящее время сети передачи данных являются неотъемлемой частью любой информационной системы, представляя собой платформу для функционирования ее сервисов и приложений. В то же время она может являться источником ряда инцидентов информационной безопасности, связанных с нарушением

конфиденциальности, целостности и доступности информации, хранящейся и обрабатываемой на сетевых информационных ресурсах. Данные инциденты информационной безопасности могут быть связаны как с действиями внутренних или внешних злоумышленников, так и с действиями вредоносного программного кода [32, 33].

Подсистема межсетевого экранирования позволяет регламентировать потоки сетевого трафика в рамках как внутреннего, так и внешнего информационно обмена ИТС, блокируя, тем самым действия потенциального злоумышленника, направленные на получение несанкционированного доступа к информационным ресурсам организации, блокирование работоспособности отдельных систем или на реализацию атак на различные сетевые приложения. Таким образом, подсистема межсетевого экранирования обеспечивает защиту сетей передачи данных центров обработки данных от внешних сетевых атак, а также защиту критичных внутренних сегментов сети, например сегмента администрирования или серверного сегмента, от действий внутреннего злоумышленника, при этом ограничивая области злонамеренной активности.

Традиционно выделяют несколько типов межсетевых экранов (МЭ): статические пакетные межсетевые экраны, динамические межсетевые экраны и межсетевые экраны уровня приложений.

Статические межсетевые экраны реализуют пакетную фильтрацию на основе анализа портов протоколов и адресов отправителя и получателя, оперируя данными сетевого и канального уровней эталонной модели OSI (Open System Interconnection). Использование статических межсетевых экранов является допустимым решением по защите межсетевого взаимодействия, особенно в случаях, когда требуется поддержание высокой производительности сети, однако имеет некоторые функциональные ограничения, в виде отсутствия возможности анализа сетевого трафика на более высоких уровнях модели OSI.

Динамические межсетевые экраны представляют собой расширение системы статической фильтрации, дополняя её возможностью анализа содержимого сетевых пакетов и выявления некорректного использования протоколов, путём анализа пакетов на транспортном уровне. Преимущество использования динамических межсетевых экранов по сравнению с использованием статических

средств межсетевого экранирования заключается в их возможности отслеживать текущие соединения и пропускать только те пакеты, которые удовлетворяют логике и алгоритмам работы соответствующих транспортных протоколов, снижая риск реализации таких атак на отказ в обслуживании, как SYN-flood атака (SYN - synchronize).

Межсетевые экраны уровня приложений, осуществляя анализ сетевых пакетов на всех уровнях модели OSI, производят проверку соответствия использования высокоуровневых протоколов их описанию в RFC (Request for Comments), контролируют целостность обмена информацией в рамках сетевого сеанса и могут динамически подстраиваться под логику работы сетевых приложений. Использование межсетевых экранов уровня приложений предоставляет широкие возможности по контролю сетевого трафика и защите от атак на сетевые приложения.

Некоторые межсетевые экраны могут выполнять свои функции в так называемом прозрачном режиме. В этом случае межсетевой экран работает на канальном уровне, не имея сетевых адресов, однако может выполнять все вышеописанные функции. Использование прозрачных межсетевых экранов имеет ряд преимуществ: не имея сетевых адресов, межсетевой экран становится невидимым для злоумышленника, кроме того, это дает возможность анализа различных протоколов канального уровня. Данные межсетевые экраны обладают, как правило, высокой производительностью, благодаря чему, они могут использоваться для защиты центров обработки данных, а также конвергентных сетевых сегментов, чувствительных к задержкам прохождения сетевого трафика. Также стоит отметить, что интеграция прозрачных межсетевых экранов с IP-устройствами не требует внесения изменений в схему сети.

Межсетевые экраны могут представлять собой программно-аппаратные комплексы, функционирующие под управлением специально разработанной операционной системы, а также могут являться программными решениями, предназначенными для работы на разнообразных платформах под управлением таких операционных систем как Windows или Solaris. Поддерживая работу сервисом QoS (Quality of Service) и с такими протоколами как h.323 или SIP, и обладая функционалом высокой доступности, межсетевые экраны

могут обеспечить надёжную защиту как обычных, так и конвергентных сетей.

Кроме того, на рынке средств межсетевого экранирования присутствуют системные межсетевые экраны, предназначенные для защиты отдельных рабочих мест или серверов. Работая совместно с комплексами централизованного управления, системные межсетевые экраны предоставляют широкие возможности по защите корпоративной информационной системы, позволяя гибко реализовывать корпоративную политику безопасности.

Для защиты ЦОД от внешних угроз межсетевые экраны устанавливаются на границе сети и, являясь первым рубежом защиты периметра ЦОД, образуют, как правило, три зоны:

- внутреннюю зону – зону локальной сети ЦОД;
- зону публичных сервисов, в которой размещаются общедоступные сетевые ресурсы;
- недоверенную зону – зону Интернет.

Межсетевые экраны, устанавливаемые на границе сети, помимо пакетной фильтрации могут выполнять ряд дополнительных функций, таких как трансляция сетевых адресов (NAT), поддержку работы VPN (Virtual Private Network) или обнаружение и предотвращение вторжений.

Межсетевые экраны устанавливаются в разрыв канала связи, поэтому основными критериями выбора средств межсетевого экранирования наряду с эффективностью являются производительность, надёжность и обеспечение функционала высокой доступности. Высокая доступность, как правило, обеспечивается резервированием, путём установки нескольких дублирующих межсетевых экранов. Существует ряд архитектурных решений, которые обеспечивают высокопроизводительную и отказоустойчивую работу системы межсетевого экранирования.

Средства межсетевого экранирования в составе ЦОД могут работать совместно с рядом подсистем обеспечения информационной безопасности (ИБ). Интеграция с подсистемами управления и мониторинга позволяет реализовать централизованный контроль функционирования межсетевых экранов, сократить трудозатраты на реализацию политик безопасности, а также на основе собранных данных мониторинга принимать своевременные меры по

предотвращению и минимизации последствий инцидентов ИБ. Интеграция межсетевых экранов с такими подсистемами как подсистема организации VPN или подсистема обнаружения и предотвращения вторжений даёт возможность совместить функции безопасности в одном устройстве, и организовать единый интерфейс управления. Данный подход позволяет увеличить рентабельность использования средств защиты в малых организациях и филиалах, однако в ряде случаев такой подход не применим, поскольку может привести к появлению единой точки отказа.

Подсистема межсетевого экранирования может быть построена на базе таких решений как:

- Cisco ASA 5500 series, Cisco Firewall Services Module;
- Check Point Firewall-1 GX, VPN-1;
- Nortel Switched Firewall 6000/5100 Series;
- Juniper NetScreen 5000, ISG;ZoneAlarm.

5.4.1.2. Система обнаружения и предотвращения вторжений

Обнаружение вторжений – это процесс мониторинга событий, происходящих в ЦОД и их анализа на наличие признаков, указывающих на попытки вторжения: нарушения конфиденциальности, целостности, доступности информации или нарушения политики информационной безопасности. Предотвращение вторжений - это процесс блокировки выявленных вторжений.

Средства подсистемы обнаружения и предотвращения вторжений автоматизируют данные процессы и необходимы в организации любого уровня, чтобы предотвратить ущерб и потери, к которым могут привести вторжения [33, 34].

По способу мониторинга средства подсистемы делятся на:

- средства предотвращения вторжений сетевого уровня (network-based IDS/IPS), которые осуществляют мониторинг сетевого трафика сегментов сети.
- средства предотвращения вторжений системного уровня (host-based IDS/IPS), которые выявляют события информационной

безопасности и выполняют корректирующие действия в пределах защищаемого узла.

Выделяется несколько методов анализа событий:

- обнаружение злоупотреблений, при котором событие или множество событий проверяются на соответствие заранее определенному образцу (шаблону), который описывает известную атаку. Шаблон известной атаки называется сигнатурой.
- обнаружение аномалий, при котором определяются ненормальные (аномальные) события. Данный метод предполагает, что при попытке вторжения, полученные события отличаются от событий нормальной деятельности пользователей или взаимодействия узлов сети и могут, следовательно, быть определены. Сенсоры собирают данные о событиях, создают шаблоны нормальной деятельности и используют различные метрики для определения отклонения от нормального состояния.

В подсистеме выделяются средства защиты от DDoS атак (Distributed Denial of Service), которые анализируют пограничный сетевой трафик методом обнаружения аномалий.

Решение по предотвращению вторжений состоит из сенсоров, одного или нескольких серверов управления, консоли оператора и администраторов. Иногда выделяется внешняя база данных для хранения информации о событиях информационной безопасности и их параметров. Сервер управления получает информацию от сенсоров и управляет ими. Обычно на серверах осуществляется консолидация и корреляция событий. Для более глубокой обработки важных событий, средства предотвращения вторжений системного уровня интегрируются с подсистемой мониторинга и управления инцидентами. Консоли представляют интерфейсы для операторов и администраторов подсистемы. Обычно это программное средство, устанавливаемое на рабочей станции.

Для организации централизованного администрирования, управления обновлениями сигнатур, управления конфигурациями применяется интеграция с подсистемой управления средствами защиты организации.

Необходимо учитывать, что только комплексное использование разных типов средств подсистемы позволяет достигнуть всестороннего и точного обнаружения и предотвращения вторжений.

Предотвращение вторжений системного уровня

Подсистема предотвращения вторжений системного уровня (host-based IDS/IPS) обеспечивает незамедлительное блокирование атак системного уровня и оповещение ответственных лиц. Агенты (сенсоры) обнаружения атак системного уровня собирают информацию, отражающую деятельность, которая происходит в отдельной операционной системе. Преимуществами данной подсистемы является возможность контроля доступа к информационным объектам узла, проверка их целостности, регистрацию аномальной деятельности конкретного пользователя. К недостаткам можно отнести не возможность обнаруживать комплексных аномальных событий, использование дополнительных ресурсов защищаемой системы, необходимость установки на все защищаемые узлы. Кроме того, уязвимости операционной системы могут нарушить целостность и работу сенсоров.

Варианты решения:

Cisco Security Agent;	Trend Micro OfficeScan Corporate
Check Point Endpoint Security;	Edition;
Symantec Endpoint Protection;	IBM Proventia Server Intrusion
	Prevention System;
	Kaspersky Total Security.

Предотвращение вторжений сетевого уровня

Подсистема предотвращения вторжений сетевого уровня (network-based IPS или NIPS) обеспечивает немедленное блокирование сетевых атак и оповещение ответственных лиц. Преимуществом применения средств сетевого уровня является возможность защиты одним средством сразу нескольких узлов или сегментов сети. Программные или программно-аппаратные сенсоры, устанавливаются в разрыв соединения или пассивно просматривают сетевой трафик определенных узлов или сегментов сети и анализируют сетевые, транспортные и прикладные протоколы

взаимодействия. Захваченный трафик сравнивается с набором определенных образцов (сигнатур) атак или нарушений правил политики безопасности. Если сигнатуры будут обнаружены в сетевом пакете, применяются меры противодействия.

В качестве мер противодействия, может выполняться:

- блокирование выбранных сетевых пакетов;
- изменение конфигурации средств других подсистем обеспечения информационной безопасности (например, межсетевого экрана) для более эффективного предотвращения вторжения;
- сохранения выбранных пакетов для последующего анализа;
- регистрация событий и оповещение ответственных лиц.

Дополнительной возможностью данных средств может являться сбор информации о защищаемых узлах. Для получения информации о защищенности и критичности узла или сегмента сети применяется интеграция с подсистемой контроля эффективности защиты информации.

Варианты решения:

Cisco IPS Sensor;

Cisco IOS IPS;

Модули Cisco IDS и IPS;

Check Point IPS-1;

Check Point Interspect;

IBM Proventia Network IPS;

Juniper Intrusion Prevention;

McAfee IntruShield IPS.

Защита от DDoS атак

Одним из наиболее критичных, по последствиям, классов компьютерных атак являются атаки типа «Распределенный отказ в обслуживании» (Distributed Denial of Service, DDoS), направленные на нарушение доступности информационных ресурсов. Эти атаки осуществляются с использованием множества программных компонентов, размещаемых на хостах в сети Интернет. Они могут привести не только к выходу из строя отдельных узлов и сервисов, но и остановить работу корневых DNS-серверов и вызвать частичное или полное прекращение функционирования сети.

Основная цель защиты против DDoS-атак заключается в предотвращении их реализации, точном обнаружении этих атак и быстром реагировании на них. При этом важно также эффективно

распознавать легитимный трафик, который имеет признаки, схожие с трафиком вторжения, и обеспечивать надежную доставку легитимного трафика по назначению.

Общий подход к защите от атак DDoS включает реализацию следующих механизмов:

- обнаружение вторжения;
- определение источника вторжения;
- предотвращение вторжения.

Вариант решения для ИТС

Рассмотрим пример комплексного подхода, представляющего собой многоуровневую систему с четко выстроенной линией обороны. Внедрение решения позволяет повысить защищенность внутренней сети (рис. 5.3).

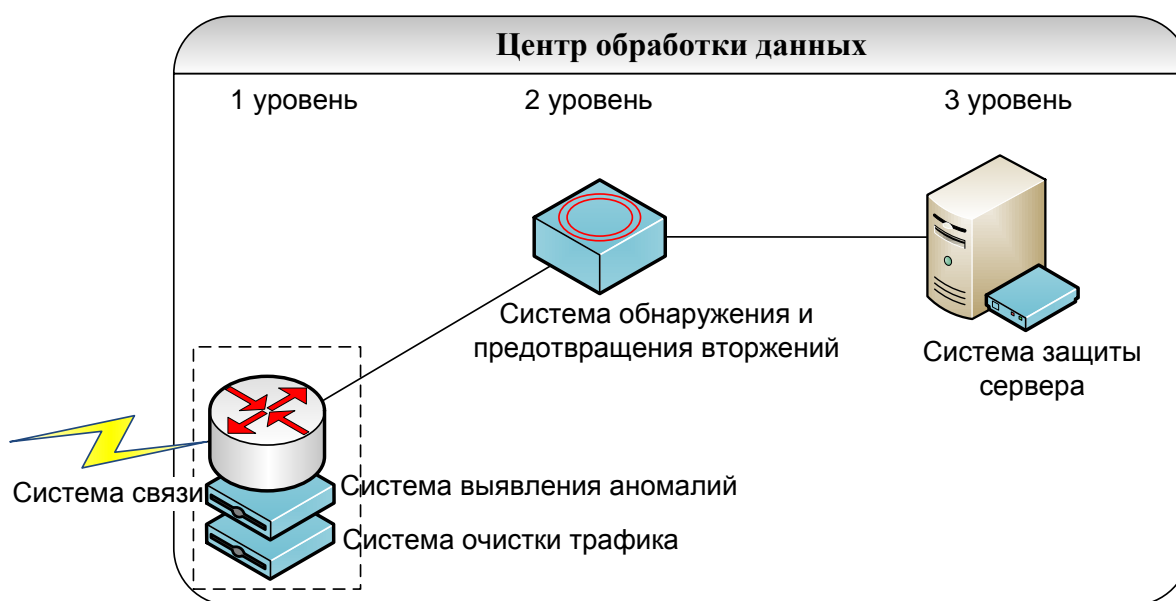


Рис.5.3. Архитектура решения защиты от DDoS-атак

В данном решении применяются сенсоры обнаружения аномалий, просматривающие проходящий внешний трафик в непрерывном режиме. Данная система находится на границе центра обработки данных, таким образом, процесс очистки начинается еще до попадания трафика атаки во внутреннюю сеть ЦОД. Метод обнаружения аномалий не может обеспечить 100% вероятность

очистки трафика, поэтому появляется необходимость интеграции с подсистемами предотвращения атак на сетевом и системном уровне. Решение предлагает рекомендации по обеспечению дополнительной безопасности, позволяющие укрепить сеть оператора связи и подготовить ее для быстрого противодействия и максимальной защиты от сетевых угроз различных видов

Технические преимущества внедряемых решений:

- мгновенная реакция на DDoS-атаки;
- возможность включения системы только по требованию обеспечивает максимальную надежность и минимальные затраты на масштабирование.

Варианты решения:

- Arbor Peakflow SP;
- Cisco Guard;
- Cisco Traffic Anomaly Detector.

5.4.1.3. Защита от вирусов

Цель антивирусной защиты в ИТС - блокировать все возможные точки проникновения вирусов, а именно:

- проникновение вирусов на рабочие станции при использовании на рабочей станции инфицированных файлов со съемных носителей информации;
- заражение вирусами с помощью инфицированного программного обеспечения, полученного из сети Интернет через протоколы HTTP или FTP и сохраненного на локальной рабочей станции;
- проникновение вирусов при подключении к внутренней сети инфицированных рабочих станций удаленных или мобильных пользователей;
- заражение вирусами с удаленного сервера, подсоединенного к внутренней сети и обменивающегося инфицированными данными с серверами приложений и баз данных.

Средства антивирусной защиты должны обеспечивать защиту от вредоносных программ серверов и рабочих станций пользователей и администраторов, а также защиту шлюзов входа/выхода во внешнюю

сеть [35]. Использование средств антивирусной защиты имеет неоспоримое преимущество – предотвращение ущерба вследствие уничтожения, искажения ценной информации или нарушения работы средств вычислительной техники.

Средства антивирусной защиты должны обеспечивать следующий функционал:

- антивирусное сканирование на основе сигнатурного и эвристического методов;
- резидентный антивирусный мониторинг;
- блокирование скрипт-вирусов (макровирусов, javascript-вирусов);
- автоматическое обновление антивирусных баз с возможностью использования нескольких источников обновления;
- проверка всего входящего и исходящего трафика;
- защита от фишинга (вид интернет-мошенничества, целью которого является получение идентификационных данных пользователей)
- ограничение прав пользователя на остановку исполняемых задач и изменения настроек антивирусного программного обеспечения;
- отправка с разрешения пользователя подозрительных файлов на экспертизу в антивирусную лабораторию.

Комплексная защита от вредоносного кода должна включать следующие архитектурные решения:

- Централизованная установка и удаление компонентов системы антивирусной защиты для эффективного контроля системы защиты.
- Централизованное администрирование компонентов системы для применения единых политик антивирусной защиты и легкости управления комплексом.
- Централизованный мониторинг деятельности средств антивирусной защиты для оперативной реакции на вирусные эпидемии, составление отчетов и статистической информации о работе системы защиты.

- Централизованный карантин подозрительных или зараженных файлов для анализа и сохранения зараженных файлов с ценной информацией и дальнейшего восстановления.
- Применение иерархии серверов обновления и управления, используемой для гибкости применения политик антивирусной защиты и увеличения надежности системы защиты.

Хорошей практикой является построение эшелонированной централизованной системы антивирусной защиты, предусматривающей использование средств антивирусной защиты различных производителей и их отдельную установку на рабочих станциях, серверах БД и приложений, а также на шлюзах выхода в Интернет.

Дополнительный функционал, обеспечиваемый некоторыми антивирусными средствами:

- автоматическое устранение повреждений и отмена изменений, произведенных вредоносными программами;
- автоматическое сканирование узлов информационной системы на наличие уязвимостей, на основе которых реализуются вирусные угрозы;
- блокирование зараженных узлов с целью предотвращения распространения вирусной эпидемии;
- блокирование узлов, имеющих неактуальные версии антивирусных средств или устаревшие антивирусные базы.

Подсистема защиты от вредоносного кода интегрируется со следующими подсистемами:

- с подсистемой обеспечения безопасности коммутируемой инфраструктуры и беспроводных сетей для блокировки зараженных узлов с целью предотвращения распространения вирусной эпидемии и узлов, несоответствующих политике информационной безопасности;
- с подсистемой межсетевого экранирования в целях перенаправления только потенциально опасного трафика для антивирусной проверки, тем самым балансировки нагрузки на

средство потоковой антивирусной фильтрации и для блокирования опасных внешних ресурсов;

- с подсистемой обеспечения непрерывности функционирования средств защиты, в целях резервного копирования конфигураций средств антивирусной защиты и антивирусных баз и оперативного восстановления работоспособности антивирусной системы в случае вирусной эпидемии;
- с подсистемой мониторинга и управления инцидентами, для оперативного анализа инцидентов вирусного заражения, их обработки, оповещения ответственных лиц и составления отчетов о работе системы.

5.4.2 Информационная безопасность систем связи

Ранее мы уже говорили о том, что в качестве средств обеспечения связи в ИТС могут использоваться:

- сеть Интернет;
- сеть GSM/GPRS;
- спутниковая связь.

Далее мы последовательно остановимся на аспектах информационной безопасности каждой из систем связи.

5.4.2.1. Причины уязвимостей сетевого стека и приложений

Набор (стек) протоколов TCP/IP, который очень широко используется в настоящее время и позволяет организовать взаимодействие различных компьютерных систем и описывает внутреннюю работу сети Internet, был разработан при участии Департамента Защиты (Department of Defence) США. Несмотря на этот факт, он содержит серьезные недостатки, касающиеся его безопасности, независимо от правильности реализации. В целом, можно условно разделить источники этих уязвимостей следующим образом:

- Слабые механизмы аутентификации, встроенные в сетевые протоколы, многие сервисы плохо спроектированы. Многие

сервисы для аутентификации полагаются на IP-адреса (например, r-утилиты Berkley, lpd, NFS), которые несложно подделать в пакете. Другие механизмы сетевого управления вообще не имеют средств аутентификации, в особенности протоколы маршрутизации (RIP). Некоторые протоколы имеют аутентификацию по логину/паролю (rpop3), но используются статические пароли, поэтому становятся возможными атаки по словарю.

- Сетевой трафик передается в открытом виде. Часто также передаются и пароли в незашифрованном виде. Если злоумышленник имеет доступ к каналу передачи, он может просматривать все передаваемые пакеты в поисках интересующей его информации.
- Ошибки в сетевом программном обеспечении (например, переполнение буфера). Это атака не на протокол, а на его реализацию. Успешно захватив контроль над сетевым сервисом, злоумышленник может захватить контроль и над узлом, где этот сервис работает.

Таким образом, если в ИТС в качестве системы связи планируется использовать сеть Internet, то для обеспечения информационной безопасности при передаче данных потребуется использовать дополнительные механизмы защиты, которые не предоставляются стеком протоколов TCP/IP.

5.4.2.2. Организация VPN

Одним из способов защиты информации, передаваемой по открытым каналам связи (Интернет, 2G/3G сети) является создание так называемых защищенных виртуальных сетей (Virtual Private Network, VPN). Виртуальный канал связи, создаваемый поверх реального физического канала, обеспечивает шифрование данных, контроль целостности данных и зачастую аутентификацию источника данных. Одним из главных преимуществ VPN является простота построения такой сети, поскольку можно использовать как программное решение, так и аппаратно-программные комплексы для повышения скорости криптографических операций [33].

В настоящее время существует два основных подхода к построению сетей VPN: использование стандартизированных протоколов типа IPSec (IP Security) или L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol), либо создание собственного решения на базе SSL/TLS (Secure Sockets Layer/Transport Layer Security).

Сети VPN на основе стандартных протоколов IPSec/L2TP/PPTP

Основным преимуществом использования стандартных протоколов для построения сети VPN и организации защищенной передачи данных в ИТС является наличие широкого спектра готовых решений на рынке. Данные протоколы были стандартизированы достаточно давно, и к текущему моменту на рынке средств информационной безопасности существует множество зарекомендовавших себя производителей как программных, так и аппаратных решений. Кроме того, поскольку данные протоколы стандартизированы, то решения разных производителей совместимы между собой. Это дает возможность строить сети VPN без привязки к одному производителю и одному продукту. Такие решения подходят для построения VPN в ядре сети ИТС, где происходит обмен данными между базами данных, вычислительными серверами и рабочими местами операторов ИТС. Однако данные решения оказываются недостаточно гибкими или чересчур усложненными, когда дело касается передачи данных с датчиков и объектов сбора информации в ИТС. В этих областях требуются более специализированные решения, учитывающие природу датчиков, энергопотребление, ненадежные каналы связи и т. п.

Сети VPN на основе специализированных решений поверх протокола SSL/TLS

Протокол SSL/TLS является базовым протоколом защиты данных при передаче данных через каналы TCP (Transmission Control Protocol) или UDP (User Datagram Protocol). Он обеспечивает шифрование, контроль целостности, аутентификацию на основе сертификатов X509. Этот протокол служит механизмом для построения решений, специально разработанных для конкретного применения, например, для передачи данных с объектов сбора информации (датчиков) в ИТС. Обычно такие объекты сбора

информации являются встраиваемыми датчиками и сенсорами, где невозможно применение полноценных операционных систем, нет надежных каналов связи, включение датчиков и передача информации происходит по таймеру и так далее. Это затрудняет использование полноценных решений на базе протоколов IPSec/L2TP/PPTP, поэтому необходимо разрабатывать собственные программные средства для организации VPN, которые будут работать на данных объектах сбора информации. Эту задачу и помогает решить протокол SSL/TLS.

Реализация VPN

В настоящее время функциональность межсетевых экранов часто дополняется функциями VPN-сервера. Такое программно-аппаратное устройство является криптошлюзом и может быть использовано для построения защищенных каналов VPN.

Криптошлюз обеспечивает базовую функциональность VPN-устройства:

- Защиту от проникновения извне (криптографическая аутентификация узлов сети и пользователей);
- сокрытие внутренней структуры защищаемого сегмента сети;
- маршрутизацию трафика;
- конфиденциальность и целостность потока IP-пакетов.

Криптошлюзы представлены как в сегменте VPN устройств, так и в сегменте унифицированных устройств (UTM) объединяющих несколько средств безопасности в одном. Наиболее целесообразным видится применение криптошлюзов для обеспечения защищенного обмена данными между ЦОД и стационарными объектами инфраструктуры ИТС. Их использование в ИТС может решить целый ряд проблем, связанных с информационной безопасностью. Однако следует помнить, что они осуществляют преобразование трафика, поэтому должны обладать достаточной пропускной способностью и использовать эффективный сетевой протокол, чтобы не стать причиной снижения пропускной способности сети и, как следствие, увеличения задержек при передаче информации.

Интегрированная подсистема организации VPN

Подсистема организации VPN может являться одним из элементов комплексной системы защиты информации. При этом она должна взаимодействовать

- с подсистемами межсетевого экранирования и другими подсистемами, с целью обеспечения целостной защиты периметра;
- с подсистемой криптографической защиты и управления учетными записями, в плане использования единых политик аутентификации и предоставления доступа при организации удаленного доступа;
- со средствами управления и мониторинга для обеспечения управляемого и предсказуемого процесса работы данной подсистемы.

Для организации VPN могут быть использованы продукты следующих фирм: Cisco, CheckPoint, Infotecs, S-Terra CSP, Информзащита.

5.4.2.3. Защита беспроводных сетей

Подсистема обеспечения безопасности коммутируемой инфраструктуры и беспроводных сетей основывается на применении технологий контроля и защиты сетевого доступа 802.1x, VLAN.

Проверка подлинности IEEE 802.1x представляет собой механизм контроля доступа на основе портов, который можно настроить на выполнение взаимной проверки подлинности между клиентами и сетью. После реализации такой настройки любое устройство, которому не удалось пройти проверку подлинности, не сможет участвовать ни в каком взаимодействии с выбранной сетью.

Помимо генерации и распределения динамических ключей шифрования, стандартом IEEE 802.1x предусмотрены регулярное изменение сеансовых ключей и мониторинг сетевого доступа (с целью учета использования сетевых ресурсов). По данному стандарту управление доступом осуществляется на основе идентификаторов (user name) и паролей пользователей или их цифровых сертификатов. Средства IEEE 802.1x совместимы с существующими системами аутентификации.

Использование в ИТС систем связи GSM/GPRS

В системах связи GSM/GPRS определены следующие механизмы обеспечения безопасности:

- аутентификация;
- секретность передачи данных;
- секретность абонента;
- секретность направлений соединения абонентов;
- секретность при обмене сообщениями между H1.K VIK и MSC;
- защита модуля подлинности абонента;
- защита от НСД в сети передачи данных GPRS.

Важно понимать, что защита сигналов управления и данных пользователя осуществляется только по радиоканалу. В линиях проводной связи информация передается без шифрования. Поэтому использование данных систем связи в ИТС с учетом аспекта информационной безопасности возможно только совместно с дополнительными средствами, обеспечивающими защиту передаваемых сигналов управления и данных пользователя от точки до точки (например, VPN) [36].

Использование в ИТС системы связи WiFi

В настоящее время для обеспечения надежного механизма безопасности в системе связи WiFi, входящей в инфраструктуру ИТС, необходимо (и обязательно) использование устройств и программного обеспечения с поддержкой WPA2. Предыдущие поколения протоколов - WEP (Wired Equivalent Privacy) и WPA (WiFi Protected Access) содержат элементы с недостаточно сильными защитой и алгоритмами шифрования.

Протоколы WPA2 работают в двух режимах аутентификации: персональном (Personal) и корпоративном (Enterprise). В режиме WPA2-Personal из введенной открытым текстом парольной фразы генерируется 256-разрядный ключ PSK (PreShared Key). Ключ PSK совместно с идентификатором SSID (Service Set Identifier) используются для генерации временных сеансовых ключей РТК (Pairwise Transient Key), для взаимодействия беспроводных устройств. Как и статическому протоколу WEP, протоколу WPA2-

Personal присущи определенные проблемы, связанные с необходимостью распределения и поддержки ключей на беспроводных устройствах сети, что делает его более подходящим для применения в небольших сетях из десятка устройств, в то время как для ИТС оптимален WPA2-Enterprise .

В режиме WPA2-Enterprise решаются проблемы, касающиеся распределения статических ключей и управления ими, а его интеграция с большинством сервисов аутентификации в ИТС обеспечивает контроль доступа на основе учетных записей. Для работы в этом режиме требуются такие регистрационные данные, как имя и пароль пользователя, сертификат безопасности или одноразовый пароль, аутентификация же осуществляется между рабочей станцией и центральным сервером аутентификации. Точка доступа или беспроводной контроллер проводят мониторинг подключений и направляют аутентификационные запросы на соответствующий сервер аутентификации (как правило, это сервер RADIUS, например, Cisco ACS). Базой для режима WPA2-Enterprise служит стандарт 802.1X, поддерживающий аутентификацию пользователей и устройств, пригодную как для проводных коммутаторов, так и для беспроводных точек доступа.

Варианты решения:

- Symantec Network Access Control;
- Cisco NAC Appliance (Clean Access).

5.4.3 Информационная безопасность периферийных устройств

Периферийные устройства могут быть использованы как в одностороннем (передача данных мониторинга и измерений), так и в двухстороннем режиме (передача данных и получение управляющих команд). Обеспечивая информационную безопасность, мы должны решить 3 вида проблем:

- обеспечить конфиденциальность передаваемых данных;
- исключить подделку данных от периферийного устройства, которое «подменяет» злоумышленник;
- исключить возможность захвата управления периферийным устройством.

Эффективно решить эти проблемы на уровне периферийных устройств можно с помощью криптографической защиты: шифрования и электронной цифровой подписи. Для этого открытые каналы связи периферийных устройств с центрами обработки данных должны быть защищены с помощью VPN (рис.5.4). Это может быть как дополнительный программно-аппаратный комплекс (например, если периферийное устройство размещено стационарно), так и специализированное встроенное решение (микроконтроллеры, выполняющие функции VPN при подключении к мобильным периферийным устройствам).



Рис. 5.4. Защита периферийных устройств

Таким способом могут передаваться как данные мониторинга, так и управляющие команды. Для использования в ИТС механизма ЭЦП необходимо настроить работу Удостоверяющего центра и подсистем проверки ЭЦП.

5.4.4 Защита от утечек информации

Любая ИТС обрабатывает информацию, безопасность которой важно обеспечивать для успешной деятельности. Утечки конфиденциальной информации относятся к одной из наиболее актуальных угроз информационной безопасности. Реализация указанной угрозы может привести к следующим негативным последствиям:

- санкции курирующих и контролирующих организаций, следствием которым может быть, в том числе, персональная ответственность руководства и сотрудников согласно соответствующим статьям КоАП и УК РФ;
- снижение доверия к организации;

- судебные издержки в связи исками физических и юридических лиц, связанные с разглашением персональных данных и иной конфиденциальной информации;
- нарушение процессов деятельности организации.

Ежегодная статистика утечек информации подтверждает общую тенденцию к увеличению объема утечек, в сравнении с предыдущими годами. Инициировать утечку конфиденциальных данных могут как внешние, так и внутренние злоумышленники. Последние представляют большую опасность, так как имеют легальный доступ к информационным ресурсам, обладают информацией о номенклатуре и структуре информации, об используемых средствах защиты и, как правило, пользуются доверием руководства. Таким образом, защита от утечек данных, вызванных действиями внутренних нарушителей, является приоритетной задачей. Для предотвращения перечисленных угроз необходимо реализовать систему, позволяющую контролировать правомерность перемещения конфиденциальных данных, в частности:

- передачи конфиденциальных данных по сети Интернет, электронной почте;
- копирования конфиденциальных данных на съемные носители информации (flash-накопители, CD-диски, мобильные телефоны и т.д.);
- печати на принтерах.

Контроль перемещения конфиденциальных данных позволит санкционировать доступ легальных пользователей и блокировать несанкционированные действия по передаче и печати информации, подлежащей защите. Кроме того, легальные действия подлежат фиксированию с целью возможности их анализа в дальнейшем. Для реализации указанных механизмов защиты от утечек конфиденциальной информации предлагается использовать систему контроля и предотвращения утечек информации, позволяющую решить следующие задачи:

- контроль и блокирование несанкционированной передачи конфиденциальной информации посредством сети Интернет и

электронной почты за пределы контролируемой информационной среды;

- предотвращение несанкционированного доступа к конфиденциальной информации в случае потери или кражи ноутбуков, съемных носителей информации;
- контроль и предотвращение несанкционированного перемещения конфиденциальной информации на съемные носители и мобильные устройства.
- контроль и предотвращение несанкционированной печати конфиденциальной информации, а так же информации, не относящейся к рабочему процессу;
- уведомление службы безопасности об утечках защищаемой информации;
- архивирование всей конфиденциальной информации, передаваемой за пределы информационной среды посредством сети Интернет и электронной почты, для последующего расследования утечек конфиденциальной информации.

5.5 Создание комплексной системы защиты информации

Комплексная система защиты информации (КСЗИ) представляет собой такой подход к организации системы защиты информации, при котором система защиты встраивается во все компоненты защищаемой ИТС, в которых обрабатывается защищаемая информация. Она предоставляет целостный и достаточный набор средств защиты от актуальных угроз ИБ, реализуя проактивную, активную и реактивную модели защиты информации и используя различные направления обеспечения безопасности. Только комплексный подход к построению системы защиты информации позволяет организовать целостную систему защиты от угроз. При создании КСЗИ необходимо использовать принцип глубоко эшелонированной обороны от внешних и внутренних угроз. Эта стратегия предполагает необходимость создания многоуровневой

системы защиты, при которой прорыв одного уровня защиты не означает прорыва всей системы безопасности.

При разработке архитектуры КСЗИ должны учитываться следующие общие требования:

- ИБ должна обеспечиваться на всех стадиях жизненного цикла информационных систем;
- ИБ должна обеспечиваться на всех уровнях ИТС: методологическом, организационно-управленческом, технологическом и техническом;
- Решения по проектированию КСЗИ должны подбираться с учетом принципа масштабируемости, с учетом прогноза развития ИТС и с учетом модульного принципа построения, обеспечивающего наращивание и модернизацию подсистем по мере изменения требований к обеспечению ИБ, возникновения новых угроз, создания новых средств защиты и их модернизации;
- Архитектура КСЗИ должна иметь распределенную и многоуровневую структуру, соответствующую структуре ИТС;
- Внедрение мер безопасности должно осуществляться в рамках всей инфраструктуры (а не только на критичных ресурсах);
- КСЗИ должна охватывать все этапы работы с информацией (создание, сбор, обработка, накопление, хранение, поиск, распространение и использование информации) и не накладывать жестких ограничений на используемые технологии построения ИТС;
- КСЗИ должна быть интегрирована со встроенными средствами защиты информации прикладных систем, операционных систем и информационных сервисов.

Состав КСЗИ может быть представлен следующими подсистемами:

- Базовые подсистемы информационной безопасности;
- Подсистема управления учетными записями и правами доступа;
- Подсистема криптографической защиты;

- Подсистема управления средствами защиты информации;
- Подсистемы обеспечения безопасности коммутируемой инфраструктуры и беспроводных сетей;
- Подсистема межсетевого экранирования;
- Подсистема контроля использования информационных ресурсов;
- Подсистема защиты от вредоносного кода;
- Подсистема обнаружения и предотвращения вторжений;
- Подсистема управления событиями и инцидентами информационной безопасности;
- Подсистема контроля эффективности средств защиты информации;
- Подсистема обеспечения непрерывности функционирования средств защиты информации.

5.6 Заключение

В данной главе были подробно рассмотрены аппаратно-программные средства защиты информации, которые относятся к внутренним мерам защиты и включают методы и средства, направленные непосредственно на защиту информации. Они решают проблемы информационной безопасности, связанные с элементами, которые использует любая ИТС.

Внешняя защита включает методы правовой, организационной и технической защиты. Она физически не связана с компьютерными системами. Состав методов правовой, организационной и технической защиты целесообразно определять индивидуально для каждой решаемой в рамках ИТС задачи, поскольку они в значительной степени зависят от ее специфики.

6 Инновационные технологии железнодорожного транспорта

6.1. Системы интервального регулирования движения поездов на базе радиоканала

Системы интервального регулирования предназначены для обеспечения безопасности движения поездов и повышения пропускной способности перегонов и станций. На сегодняшний день основными элементами таких систем являются рельсовые цепи (РЦ), с помощью которых определяется свобода участков, контролируется целостность рельсовых нитей, а также организуется телемеханический канал для передачи сигналов автоматической локомотивной сигнализации (АЛС).

Безопасность движения поездов во многом зависит от надежности и функциональной безопасности рельсовых цепей. В соответствии со статистическими данными доля отказов РЦ составляет около 20% от всех отказов систем железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ). При этом рельсовая цепь как функционально законченное устройство состоит из различных узлов, которые в отчетных данных не относятся к РЦ (кабели, трансформаторы, элементы защиты и др.). С учетом этого доля отказов РЦ оказывается еще выше. К недостаткам рельсовых цепей относятся также их высокая материалоемкость и стоимость, значительные эксплуатационные расходы на их содержание, существенная зависимость от климатических условий, токопроводящих свойств изоляции балласта и шпал, подверженность влиянию тягового тока и др.

Альтернативой традиционным системам интервального регулирования с рельсовыми цепями могут стать системы, основанные на использовании цифрового радиоканала и спутниковой навигации [23, 24]. Рассмотрим особенности таких систем.

Автоматическая локомотивная сигнализация с использованием радиоканала (АЛСР), разработанная НПЦ «Промэлектроника» (г. Екатеринбург), позволяет передавать на локомотив следующую информацию [23]:

- 1) показания ближайшего по ходу движения светофора;
- 2) количество свободных впередилежащих блок-участков (до 10);
- 3) постоянные ограничения скорости, связанные с профилем, уклонами или состоянием пути;
- 4) маршрут движения по станции (наличие отклонений, типы стрелок);
- 5) координаты местоположения локомотива по участкам пути;
- 6) расстояние до запрещающего сигнала;
- 7) временные ограничения скорости;
- 8) команды управления с привязкой к местоположению локомотива на участках пути;
- 9) команду принудительной остановки поезда.

Обобщенная структурная схема системы АЛСР представлена на рис. 6.1, где в условном виде показаны планы станций и перегона и движущийся по нему локомотив.

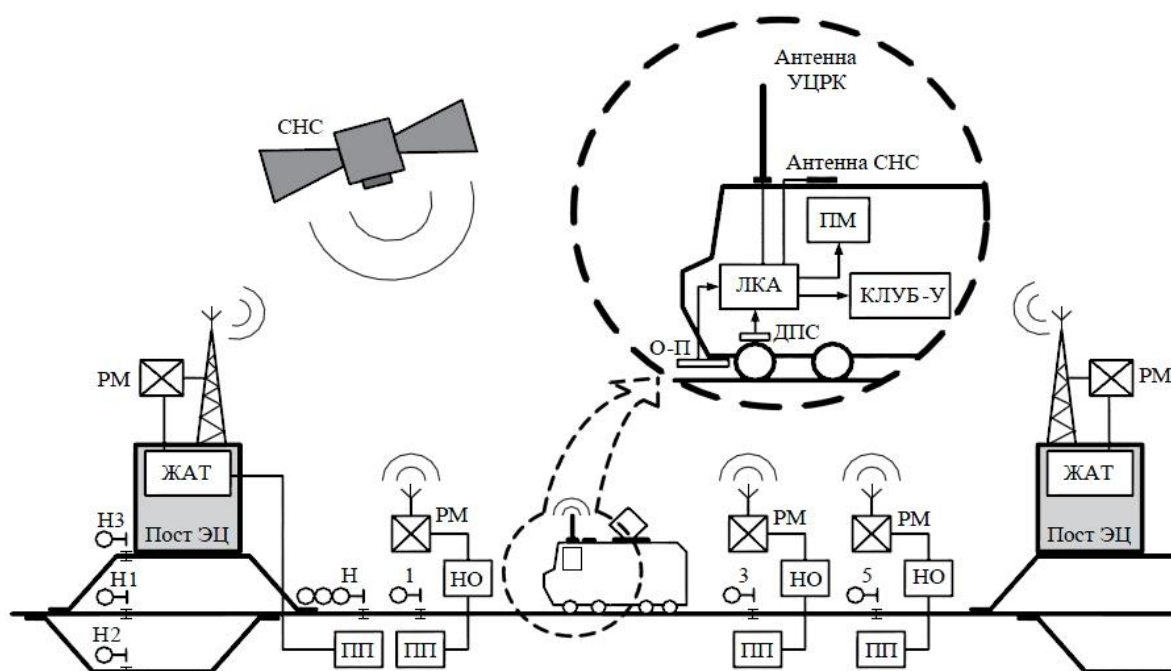


Рис. 6.1. Структурная схема системы АЛСР

Система имеет два основных вида каналов связи между наземными устройствами и локомотивом. К первому относятся радиоканалы. Они показаны на схеме (см. рис. 6.1) радиомодемами (РМ) с соответствующими антеннами, которые располагаются на станциях (пост ЭЦ) и на перегоне, где информация от путевых устройств преобразуется во входной сигнал РМ при помощи

напольных устройств (НО). Кроме того, в АЛСР используется спутниковая навигационная система (СНС) ГЛОНАС/Navstar/Galileo. На локомотиве имеются две антенны: антенна универсального цифрового радиоканала (УЦРК) и антенна СНС (см. рис. 6.1). Второй тип каналов связи реализуется при помощи напольного путевого приемоответчика (ПП) и датчика пути и скорости (ДПС). Приемником сигнала от ПП является локомотивный облучатель приемник (О-П). Устройства ПП и О-П образуют систему точечного канала передачи информации на локомотив (ТКС-Л) от напольной аппаратуры.

Вся информация, поступающая на локомотив, передается на локомотивный комплекс аппаратуры (ЛКА). После соответствующих преобразований выходные сигналы поступают на пульт машиниста (ПМ) и в существующую аппаратуру КЛУБ-У, САУТ, АЛСН и др., которая условно обозначена как КЛУБ-У.

Точечный канал связи с локомотивом (ТКС-Л) выполняет две функции. Первая из них заключается в передаче команд телеуправления и телесигнализации с путевых устройств СЖАТ на локомотив. Второе назначение – определение моментов проследования локомотивом реперных точек пути (дискретное определение его местоположения) и границ начала маршрута приема-отправления и блок-участков. При помощи ТКС-Л на локомотив передаются телеграммы, содержащие уникальные номера, связанные с маркерами топологической базы данных участков пути. Кроме того, на локомотив передается сформированная постовыми напольными устройствами СЖАТ информация о показаниях светофоров сигнальных точек автоблокировки, станционных, заградительных и других светофоров. Перед входным светофором станции через канал ТКС-Л на локомотив загружаются данные о поездных маршрутах на станции и другая информация, необходимая для оптимизации процесса ведения поезда.

Обобщенная функциональная схема устройств ТКС-Л приведена на рис. 6.2. Высокочастотный сигнал переменного напряжения от генератора G через токовый резистор R_t передается в локомотивную антенну ЛА и далее наводится в путевой антенне ПА за счет наличия взаимоиндуктивности между ЛА и ПА. Падение напряжения на резисторе R_t зависит от величины тока, поступающего в ЛА.

Изменения падения напряжения поступают на вход приемника-декодера (Пр-Дк). Путевая антенна совместно с ППО располагается внутри рельсовой колеи на деревянной или железобетонной шпальной решетке. Эта антенна, обладающая индуктивностью L_p , совместно с емкостью C_p образует контур, резонансная частота которого соответствует частоте переменного напряжения генератора G . Напряжение с резонансного контура через выпрямитель B , содержащий также стабилизатор напряжения, поступает на питающие входы E_n путевого микроконтроллера $МкП$.

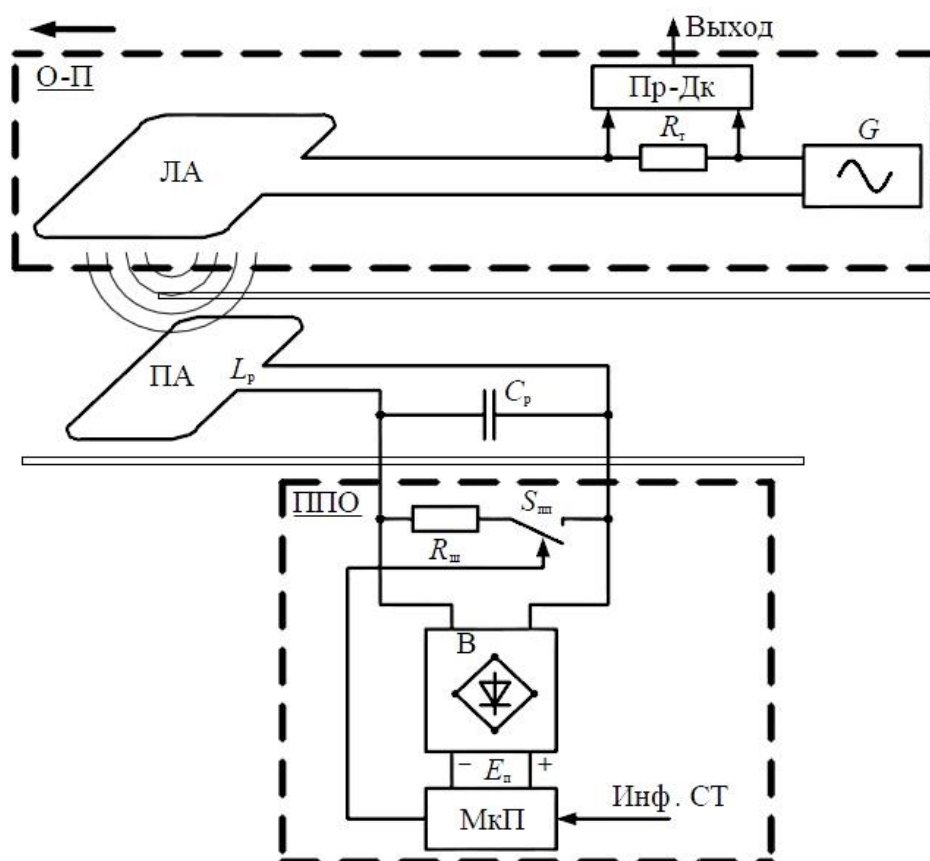


Рис. 6.2. Обобщенная схема канала ТКС-Л

Таким образом, при появлении соответствующей индуктивной связи между ЛА и ПА на $МкП$ появляется напряжение E_n , что вызывает его включение. С получением информации от проследуемой сигнальной точки (Инф. СТ), информационный ключ $S_{ш}$, управляемый по соответствующему закону кодирования, выполняемого $МкП$, резистором $R_{ш}$ шунтирует резонансный контур $L_p C_p$. При достаточно сильной индуктивной связи между ПА и ЛА

это обуславливает информационно идентичные изменения тока, протекающего через резистор R_t в О-П, которые передаются на вход приемника-декодера информации.

Таким образом, индуктивная связь между локомотивной и путевой антеннами обеспечивает передачу электромагнитного сигнала в двух направлениях, в соответствии с чем устройством реализуются функции: передача энергии для электропитания МкП и передача информации от ППО на локомотив. Это устанавливает определенную независимость функционирования канала ТКС-Л от принципов реализации схем путевых устройств СЦБ, так как электропитание МкП осуществляется от локомотивной аппаратуры.

Система АЛСР соответствует второму уровню Европейской системы управления перевозочным процессом (ERTMS) и работает по принципу фиксированных блок-участков [23].

Работа координатных систем интервального регулирования основана на концепции подвижных блок-участков. В таких системах точка прицельного торможения поезда определяется не по границе блок-участка, а по координате хвоста впереди идущего поезда [24].

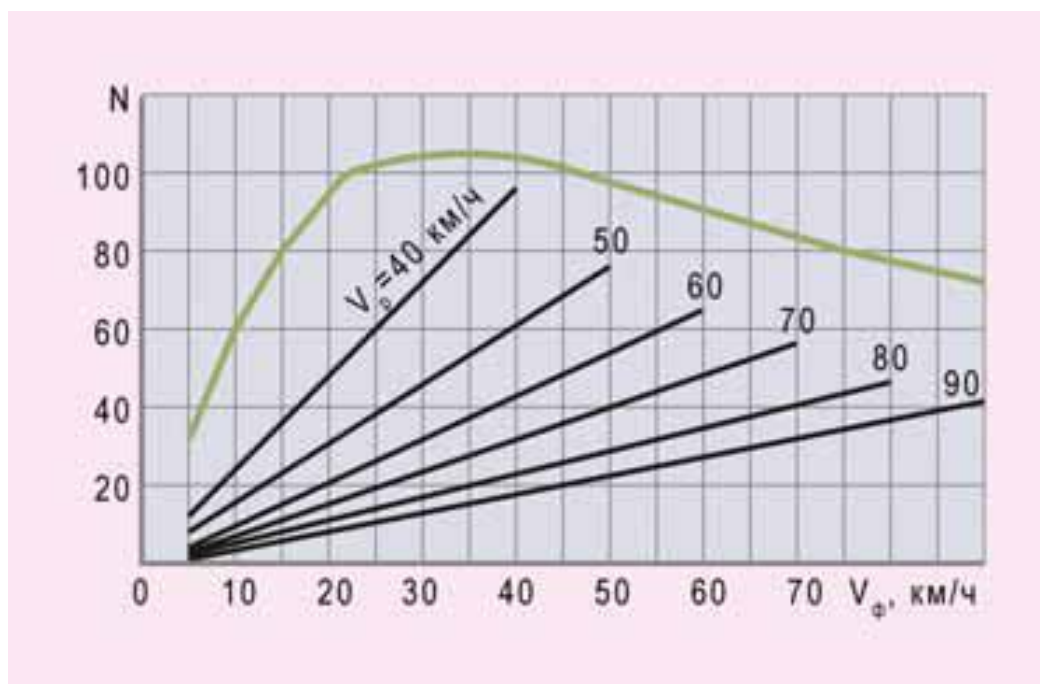


Рис. 6.3. Зависимость пропускной способности участка от фактической и расчетной скоростей движения

Подвижные блок-участки наиболее эффективны на сильно загруженных линиях со смешанным движением и высокоскоростных линиях. Такое техническое решение позволяет существенно повысить пропускную способность магистралей за счет гибкого регулирования интервалов попутного следования. На рис. 6.3 видно, как меняется пропускная способность N участка от фактической V_f и расчетной V_p , влияющей на длину блок-участков, скоростей движения. Расчетные скорости указаны над соответствующими кривыми. Верхняя кривая отображает пропускную способность линии при организации подвижных блок-участков.

Сущность организации динамического интервала попутного следования (подвижных блок-участков) сводится к следующему (рис. 6.4).

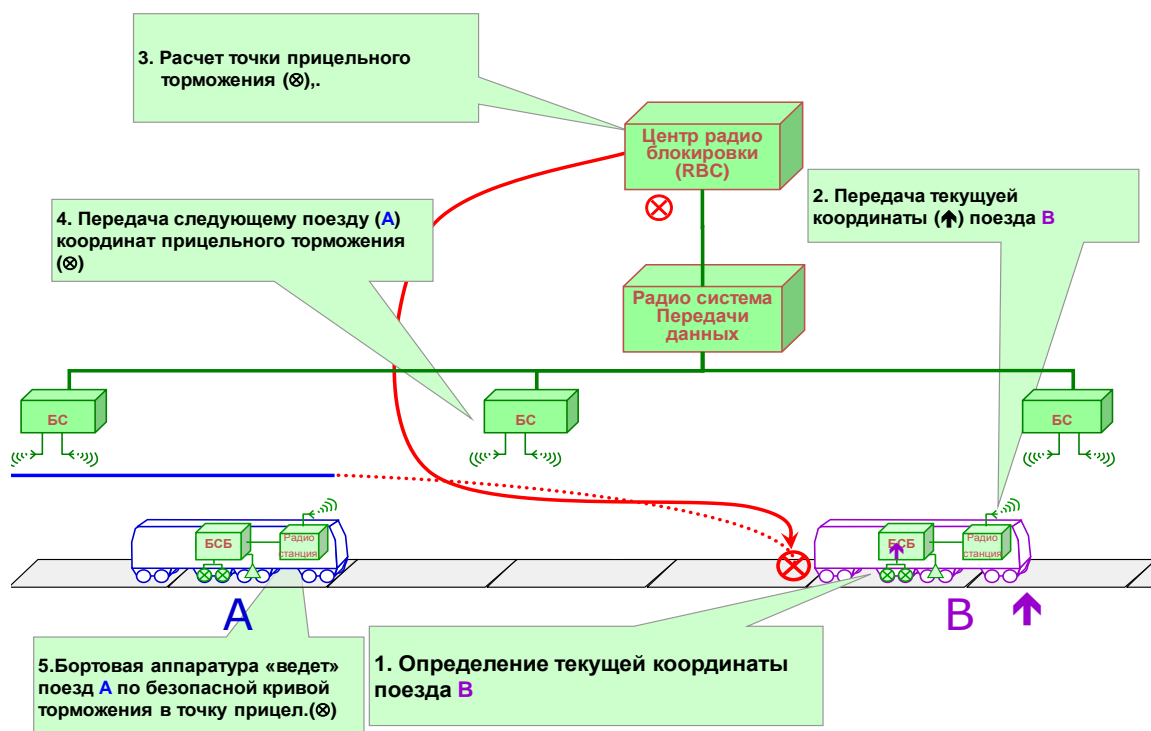


Рис. 6.4. Схема функционирования системы интервального регулирования движением поездов с динамическим интервалом попутного следования

Текущая координата поезда В, определяется бортовыми устройствами одометрии (символ «↑» на рис. 6.4, погрешность определения «обнуляется» при прохождении реперных точек – пассивных приемоответчиков).

Бортовое радио поезда В передает текущую координату («↑») стационарной аппаратуре RBC.

Стационарное оборудование СИРДП рассчитывает точку прицельного торможения (⊗), до хвоста поезда В с учетом защитного участка.

Стационарная радио аппаратура непрерывно передает следующему поезду (А) координату прицельного торможения (⊗).

Бортовая аппаратура БСБ поезда А рассчитывает и следует безопасной кривой торможения в точку прицеливания (⊗).

Компанией Бомбардье Транспортейшн (Сигнал) была разработана высокотехнологичная координатная система интервального регулирования движения поездов на базе радиоканала СИРДП-Е [24], которая позволяет существенно увеличить пропускную способность линий и сократить эксплуатационные затраты при обеспечении необходимого уровня безопасности движения поездов.

Применение такой радиоблокировки на перегонах позволит практически полностью отказаться от прокладки дорогостоящих кабелей СЦБ и связи (проводов извещения, схемы смены направления, линейных и др.), установки светофоров и оборудования рельсовых цепей. Тем самым будут сэкономлены значительные средства на инвестициях в транспортную инфраструктуру.

Кроме того, при наличии единых диспетчерских центров на участке, оборудованном системой СИРД-Е, станциями можно управлять как локально, так и из любого удаленного центра. Такой подход значительно снижает эксплуатационные расходы за счет реализации проекта по единым техническим решениям, одновременного изменения технологии обслуживания устройств и работы участка.

Система СИРДП-Е, состоящая из стационарного и бортового оборудования, предлагает принципиально новый подход к управлению движением поездов с использованием беспроводных технологий обмена данными между стационарным и бортовым оборудованием, а также спутниковой навигации для определения местоположения поездов.

В стационарную часть (рис. 6.5) входят центр радиоблокировки RBC с автоматизированным рабочим местом поездного диспетчера (АРМ ДНЦ) в едином диспетчерском центре управления движением

поездов (ЕДЦУ), объектные контроллеры (ОК) или системы централизации на станциях, а также базовые передающие станции БС и вышки радиоканала.

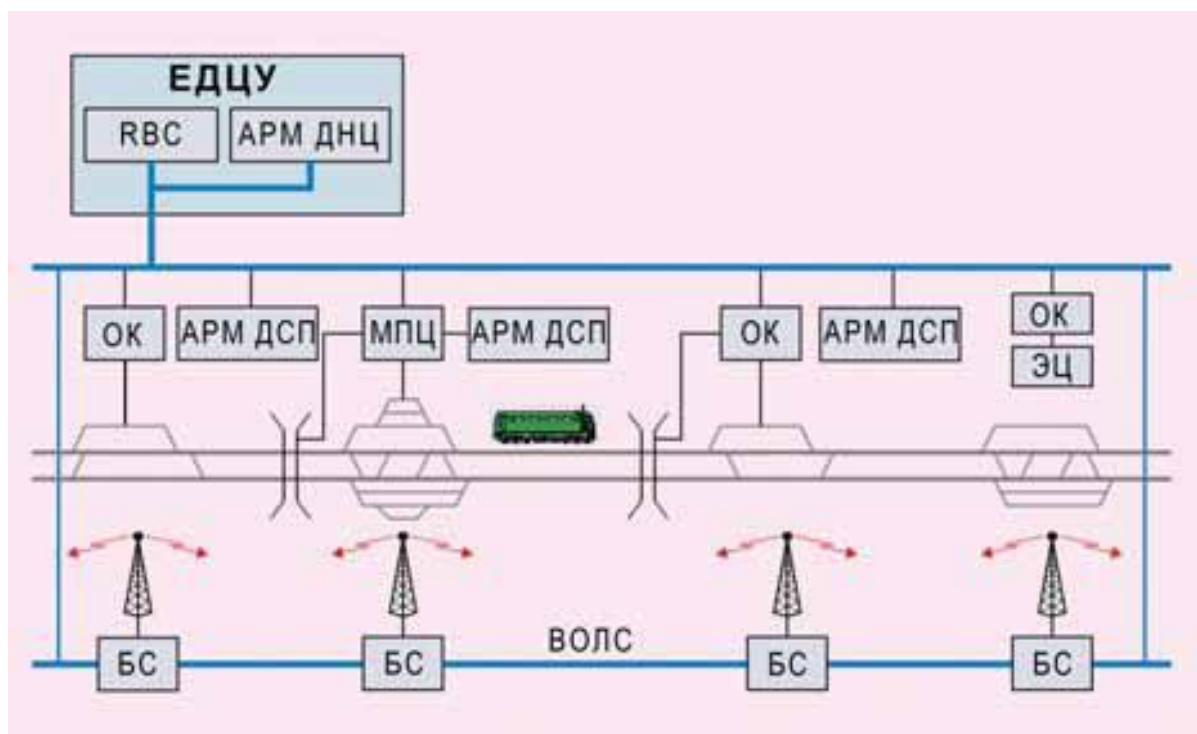


Рис.6.5. Структурная схема системы СИРДП-Е

Если на участке имеются станции, оборудованные микропроцессорной централизацией (МПЦ), то их увязка с центром радиоблокировки осуществляется по протоколу передачи данных. При наличии релейной централизации (ЭЦ) на станции устанавливаются безопасные объектные контроллеры для сопряжения с маршрутами приема-отправления. На разъездах достаточно одного объектного контроллера.

Комплект локомотивного оборудования СИРДП-Е дополняет локомотивное устройство безопасности КЛУБ-У и включает в себя бортовое процессорное устройство БПУ, радиопередающее оборудование и антенны, а также инновационную разработку компании Бомбардье Транспортейшн – линдометр, который позволяет выявлять предотказные состояния рельсов и осуществлять мониторинг их целостности, определяя видимые и скрытые дефекты, качество крепления рельсов, а также точно измерять скорость и пройденное расстояние на любых скоростях движения [24].

Функции между двумя комплектами локомотивных устройств делятся следующим образом. Оборудование КЛУБ-У осуществляет вывод информации на дисплей машиниста, обеспечивает интерфейс с локомотивными устройствами торможения и тяги, определяет местоположение посредством спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS, измеряет скорость и пройденное расстояние, принимает и распознает сигналы АЛС.

Процессорное устройство БПУ, в свою очередь, предназначается для коррекции местоположения и пройденного расстояния, расчета параметров движения и кривых торможения, а также обмена данными с центром радиоблокировки по радиоканалу.

Система СИРДП-Е соответствует третьему уровню Европейской системы управления перевозочным процессом (ERTMS) [21]. По сравнению с традиционными системами интервального регулирования СИРДП-Е имеет ряд преимуществ:

- значительное повышение пропускной способности линии;
- существенное сокращение затрат в инфраструктуру, т. к. не требуется установка напольного оборудования (светофоров, рельсовых цепей и др.) на перегонах;
- использование электронной карты маршрутов, автоматически загружаемых по радиоканалу при изменении допустимых параметров движения;
- повышение комфорта условий труда посредством эргономичного пульта машиниста: система непрерывно контролирует действия машиниста, обеспечивая помощь в принятии решений;
- наращиваемая модульная архитектура системы гарантирует ее расширение в случае роста требуемых функциональных возможностей в будущем;
- система строится на современных микроэлектронных компонентах;
- гибкость технических решений по организации движения поездов с применением фиксированных или подвижных блок-участков;
- определение местоположения подвижных единиц посредством бортовых систем с корректировкой пассивными реперными

датчиками и/или системами спутниковой навигации ГЛОНАСС/GPS;

- использование радиоканала для обмена информацией с подвижными объектами (радиоканалы различных стандартов, поддерживающих цифровую передачу данных);
- возможность использования различных сетей связи (волоконно-оптические линии связи, спутниковые, цифровые системы радиосвязи различных стандартов) для обмена информацией между стационарными объектами.

6.2. Высокоскоростные направления ИТС «Москва – Санкт-Петербург»

В качестве одного из наиболее успешных использований интеллектуальных транспортных систем железнодорожного транспорта в «РЖД» является система, внедренная в комплекс управления движением скоростного поезда «Сапсан» на направлении Москва – Санкт-Петербург [13, 14]. В этой системе впервые на практике были реализованы такие интеллектуальные подсистемы, как «Автодиспетчер» и «Автомашинист», в которых реализуются процедуры аналитической обработки информации (ситуационной и диагностической), увязанные с моделированием и прогнозированием развития событий. Общая схема данной системы представлена на рис. 6.6. В системе управления в локомотивное устройство КЛУБ-У встроена адаптивная подсистема, обеспечивающая контроль за параметрами движения, содержащая программно-технические решения с применением элементов искусственного интеллекта. В настоящее время продолжается работа по дальнейшему расширению функций системы управления движением поезда, закладываются более сложные алгоритмы контроля состояний и управления, которые существенно расширяют количество параметров, контролируемых техникой в автоматическом режиме.

В систему «Автодиспетчер» встроены порт информационной системы, которая в штатном режиме управляет движением поездов, исходя из конкретной обстановки, рис. 6.7.

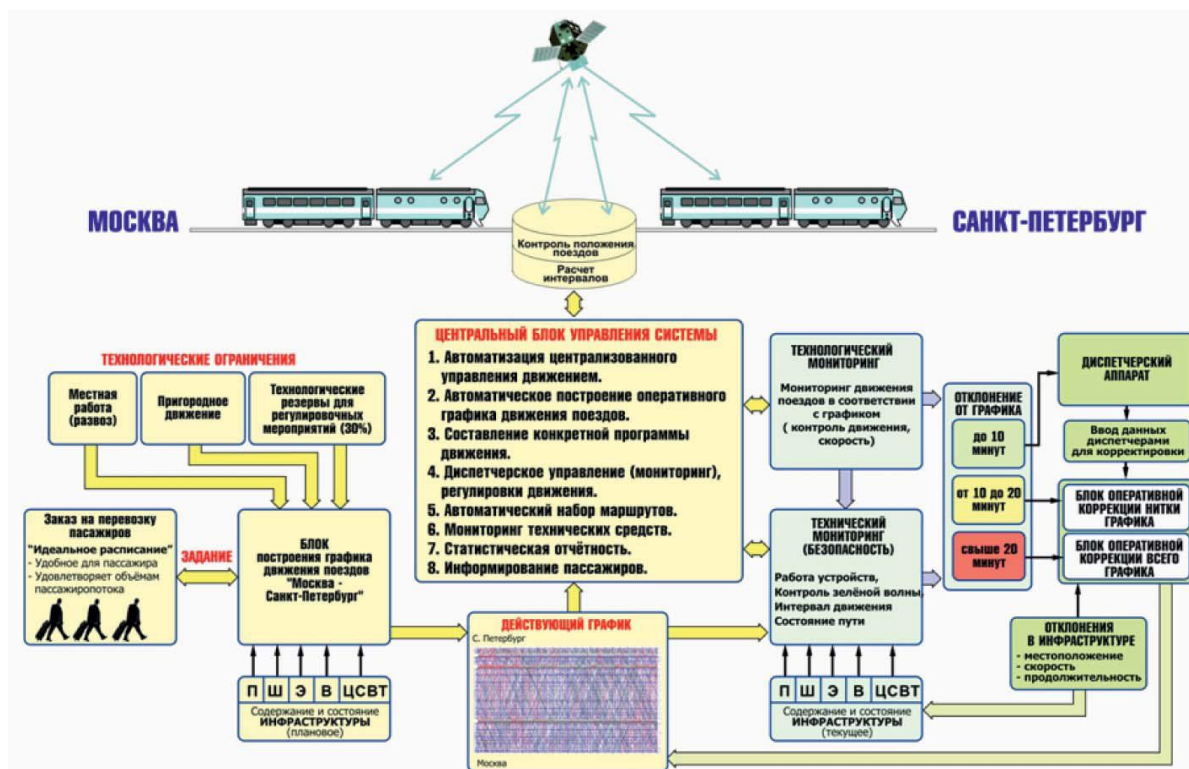


Рис. 6.6. Общая схема интеллектуальной системы управления движением поездов на направлении «Санкт-Петербург – Москва»

В рамках обеспечения безопасности разработан приемник сигналов автоматической локомотивной сигнализации нового поколения, реализованный на перспективной элементной базе с использованием специализированных алгоритмов приема и обработки сигналов. Предусмотрено внедрение системы автоблокировки тональными рельсовыми цепями централизованным размещением аппаратуры и дублирующими каналами передачи информации (АБТЦ-М). Предложенное решение представляет собой микропроцессорную систему интервального регулирования и обеспечения безопасности движения поездов на перегонах.

На рис. 6.8 представлена структура интеллектуальной системы управления перевозками на участках направления Санкт-Петербург – Москва.

Отличительной особенностью указанной системы является структурирование ее на следующие системно увязанные ключевые блоки:

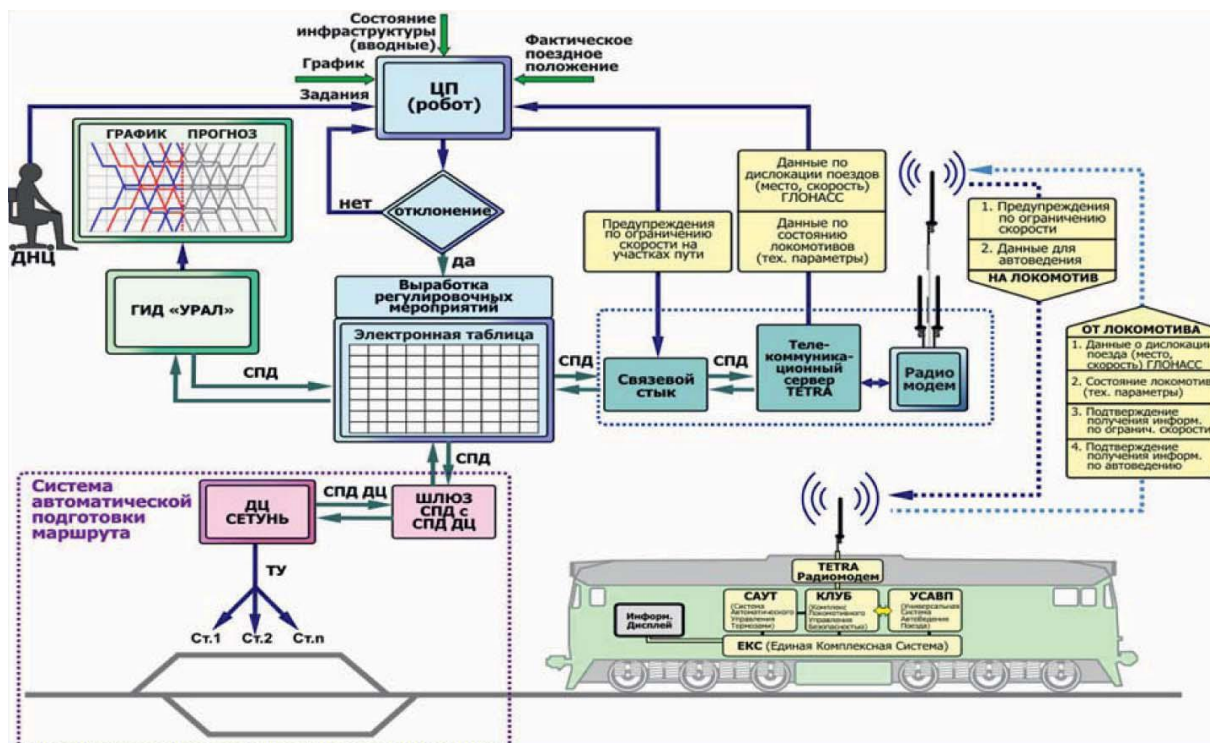


Рис. 6.7. Схема реализации автоведения на основе функций подсистемы «Автодиспетчер»

- диспетчерского управления движением поездов, выполняющий функции «Автодиспетчер» и «Автомашинист», с применением спутниковых навигационных технологий и систем цифровой связи;
- блок обеспечения безопасности движения с расширением функций комплексной локомотивной системы безопасности КЛУБ-У, включающей в свой состав спутниковые приемники ГЛОНАСС/GPS, а также электронные карты перегонов и путевого развития станций, формируемые на основе единой координатной базы данных. Аппаратно-программные средства блока обеспечивают гарантированную доставку предупреждений на борт локомотива и возможность принудительной остановки поезда поездным диспетчером в чрезвычайных ситуациях;
- мониторинга состояния инфраструктуры и диагностирования подвижного состава;
- магистральная и технологическая сети связи и системы передачи данных;

- центр ситуационного управления с аналитико-управляющими системами.

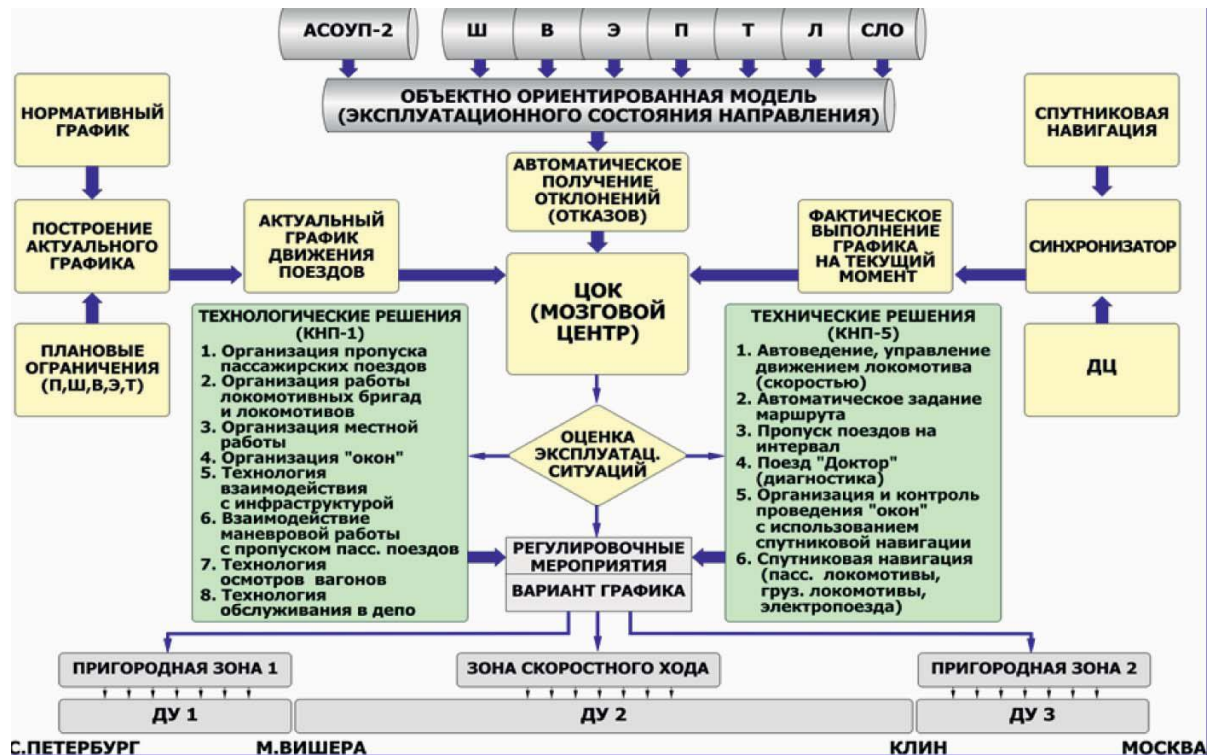


Рис. 6.8. Схема принятия решений в интеллектуальной системе управления перевозками на участках

На скоростном направлении впервые на российских железных дорогах внедрен западноевропейский стандарт управления безопасности движения. Эта система ITARUS-ATC построена на основе совместной с итальянской компанией разработки. Она способна отслеживать все происходящее на дороге в режиме реального времени, например, положение поездов с точностью до 10 м, и передавать управляющие команды на локомотивы с помощью специального радиоканала [15].

Такая же система будет работать на транспортной инфраструктуре Зимних Олимпийских игр в Сочи в 2014 году. Этот проект обеспечивает возможность испытать самые современные технологии в обеспечении безопасности движения, управлении движением, многие из которых носят инновационный характер.

Уникальность комбинированной автомобильно-железнодорожной магистрали в Сочи потребовала возведения многих искусственных

сооружений, в том числе 12 тоннелей, каждый из которых будет оборудован комплексными системами управления движением.

Такая высокая интенсивность движения потребовала качественно новых решений во всех деталях проекта, начиная с системы управления и обеспечения безопасности движения поездов и заканчивая тормозными характеристиками подвижного состава. К этим поездам предъявлены повышенные требования по надежности, составлен четкий график движения. Без использования интеллектуальных систем такой проект был бы невозможен.

Олимпийские задачи потребовали определенных решений и для «умных» станций и вокзалов. (rzd.expo.ru/innovation/eastholme_ma).

6.3. Структура интеллектуальных систем управления грузовыми перевозками Укрзализныци

В настоящее время единая автоматизированная система управления грузовыми перевозками Укрзализныци, АСК ВП УЗ-Е, реализующая функции информационной и управляющей поддержки многочисленных технологий и процессов железнодорожной отрасли, является одной из наиболее мощных и современных АСУ железнодорожного транспорта Укрзализныци [12, 37]. Созданные в рамках разработки и постоянного наращивания этого масштабного проекта технологические, математические и программно-аппаратные решения создали прочный фундамент для перехода к информационно-управляющим, прогнозным и интеллектуальным технологиям, обеспечивающим потребности современных и будущих железнодорожных перевозок. Рассмотрим некоторые принципы построения, состав и структуру АСК ВП УЗ-Е, систему ее моделей для представления базовых процессов, как фундамент для комплексных интеллектуальных систем железнодорожного транспорта Украины, для перехода к ИТС-ЖТ.

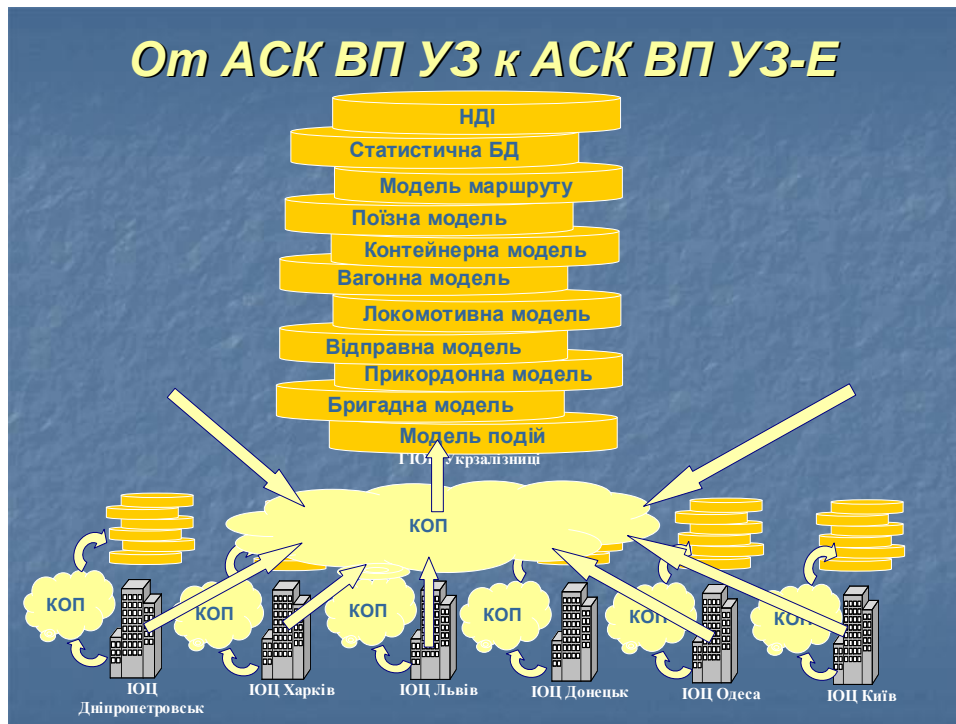


Рис. 6.9. Схема формирования единой интегрированной информационной среды железнодорожных перевозок в Укрзализнице

Главной особенностью системы является единая интегрированная программная среда, единая база данных, рис. 6.9, которая обеспечивает информационную поддержку перевозочного процесса (процессов эксплуатации и ремонта, мониторинга параметров технических систем и подвижного состава и др.), а также практически всех технологических процессов работы грузового железнодорожного транспорта Укрзализныци. Переход на эксплуатацию АСК ВП УЗ-Е на сети дорог Украины. был осуществлен 07.07.2012 года. АСК ВП УЗ-Е включает в себя задачи, которые раньше решались разными системами на разнообразных технологических и технических базах, реализует широкий круг вопросов информатизации перевозочного процесса от месячного планирования, оформления перевозочных документов, перевозки грузов до анализа результатов перевозок. Функциональный состав и иерархические принципы построения системы демонстрирует рис. 6.10.



Рис. 6.10. Принципы построения и функциональные задачи системы АСК ВП УЗ-Е

Набор информационно-аналитических моделей объектов и процессов, связанных с выполнением железнодорожных перевозок, рис. 6.9, включает все необходимые модели событий для всех составляющих транспортного процесса, такие как локомотивная модель, контейнерная, вагонная и поездная модели, модели отправок и маршрутов следования, модели работы локомотивных бригад и пограничных станций др. Непрерывность, распределенность транспортных процессов и их взаимная обусловленность выражается системой логических связей между отдельными моделями информационных баз АСК ВП УЗ-Е, организованных на основе технологий системы управления базами данных (СУБД) Oracle. Некоторые наборы связей между основными моделями системы АСК ВП УЗ-Е представлены на рис. 6.11.

Укажем основные задачи, реализованные в системе. АСК ВП УЗ-Е имеет такие «прикладные составляющие»: Оперативное управление перевозочным процессом; Управление грузовыми перевозками; Управление пассажирскими перевозками; Управление ремонтами и техническим обслуживанием подвижного состава; Управление безопасностью и охраной труда; Управление работой пограничного района; Автоматизированная система обеспечения

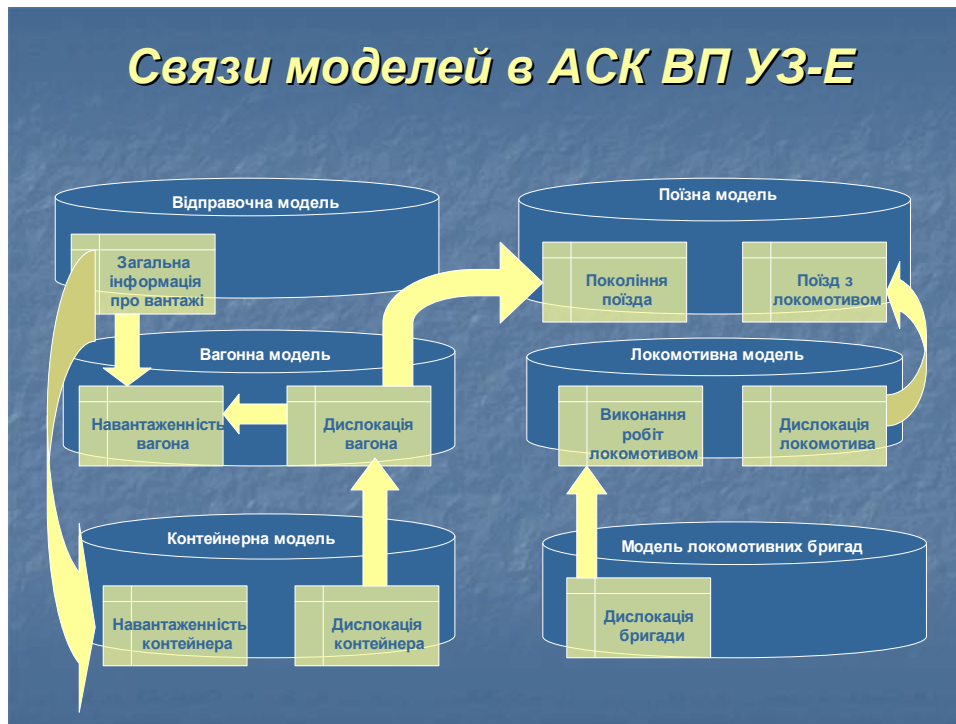


Рис. 6.11. Общая организация информационных моделей АСК ВП УЗ-Е

коммерческого осмотра грузов; Автоматизированная система управления механизированной дистанцией погрузочно-разгрузочных работ; Система статистики объемных показателей доходов от перевозки грузов; Анализ производственно-финансовой деятельности.

В настоящее время в комплекс «Оперативное управление перевозочным процессом» входят: Контроль дислокации и состояния поездов, грузовых вагонов; Контроль дислокации и состояния локомотивов и локомотивных бригад; Диспетчерское управление движением поездов; Учет и выдача предупреждений; Разработка графика движения поездов, технических норм, плана формирования, суточного планирования, поездообразование; Управление станцией; Контроль дислокации и состояния контейнеров; Контроль и учет работы стыковых пунктов дорог и железнодорожных администраций; Информирование пользователей о паспортных данных вагонов и контейнеров; Контроль изменений инвентарного парка грузовых вагонов; Расчет графика работы локомотивных бригад; Контроль изменений инвентарного парка тягового подвижного состава; Пограничная система; Техническое нормирование.

Комплексы управления перевозками реализуют наборы следующих функций. Управление грузовыми перевозками: Оперативный учет операций с грузовыми отправлениями; Учет и обработка заявок на перевозку; Контроль за состоянием расчетов с

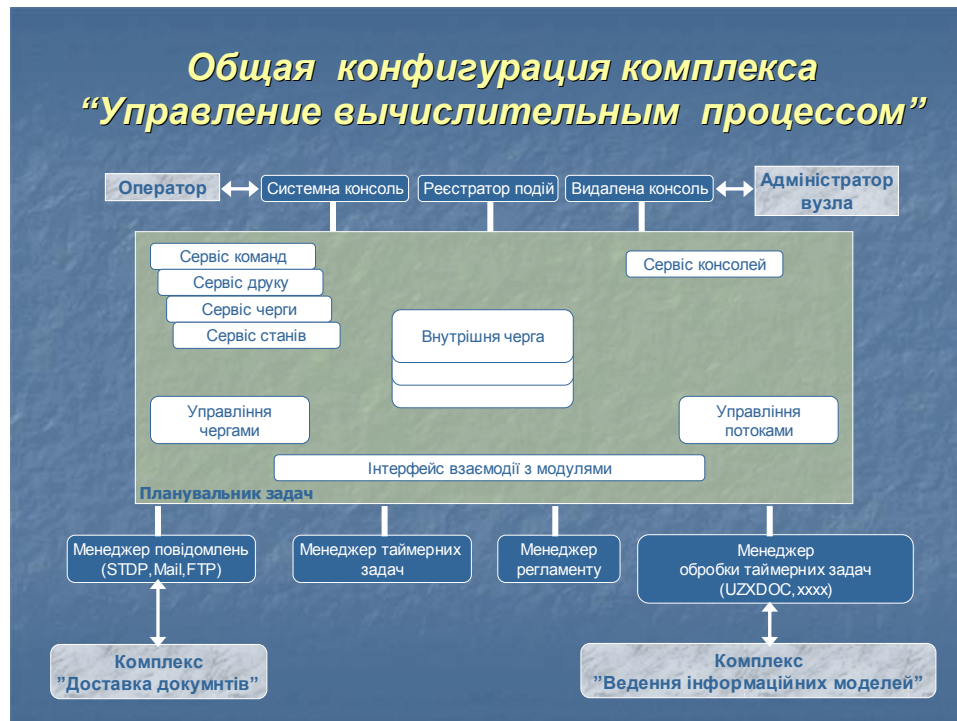


Рис. 6.12. Схема комплекса управления вычислительными процессами клиентами; Оперативный контроль погрузки / выгрузки; Контроль дислокации и состояния грузовых отправок; Прогноз прибытия грузов, контроль сроков доставки грузов; Формирование информации о перевозочных документах.

Управление пассажирскими перевозками: Создание и ведение картотеки пассажирских вагонов на основе электронного паспорта и сетевой переписи; Ведение расписания движения пассажирских поездов с учетом дополнительных назначений пассажирских, туристических и других; Прием и обработка информации по определению состояния пассажирских поездов на станциях и участках; Создание ТГНЛ на пассажирский поезд в соответствии с документом "Инструкции по составлению натурального листа поезда"; Нормы локомотивного парка для обеспечения суточных размеров пассажирского движения. Решение задач учета и анализа использования парка пассажирских вагонов и др.



Рис. 6.13. Схема процедур формирования АРМ в АСК ВП УЗ-Е

Интегрированный и унифицированный характер построения и функционирования всех подсистем АСК ВП УЗ-Е, обеспечивающий возможность ее территориального расширения и функционального развития, одни из ключевых принципов автоматизированной системы. Для обеспечения этих возможностей в настоящее время и в будущем в АСК ВП УЗ-Е предусмотрены и развиты специальные процедуры развития систем. На рис. 6.12 представлена схема специализированного общесистемного комплекса управления вычислительными процессами, а на рис. 6.13 – схема процедур, обеспечивающих возможность создания в среде АСК ВП УЗ-Е новых автоматизированных рабочих мест (АРМ). В рамках такого рода процедур реализуются и задачи модернизации подсистем, которые становятся актуальными сразу на всех АРМ, которые подключены к системе.

Целостность, функциональная полнота, расширяемость АСК ВП УЗ-Е, высокие эксплуатационные свойства и надежность, открывают возможность для ее использования в качестве основы ИТС_ЖТ Укрзалізничці. Например, в настоящее время на основе АСК ВП УЗ-Е реализовано ряд технологий мониторинга и управления процессов перевозок средствами спутниковых навигационных систем (СНС).

В качестве одной из первоочередных задач формирования интеллектуальных систем железнодорожного транспорта на базе АСК ВП УЗ-Е выступает задача автоматического преобразования баз и хранилищ данных в базы знаний, обслуживающие потребности диспетчерского и управляющего персонала железнодорожного транспорта.

6.4. Реализация интеллектуальных технологий железнодорожного транспорта. Информационные структуры взаимодействия объектов при выполнении процессов перевозок

Проблема организации взаимодействия компонентов ИТС является одной из ключевых. Можно выделить несколько категорий взаимодействия мобильных объектов и инфраструктуры, ИТС в целом с внешними системами др. Формы и средства организации взаимодействия в системах в значительной степени определяют их возможности и свойства. Архитектурная и функциональная совместимость (свойство интеоперабельности) ИТС с внешними информационными системами (ИС) определяет принципы взаимодействия ИТС с ИС других видов транспорта, например, в интермодальных перевозках, также принципы мультиведомственной информационной интеграции [4, 7].

Взаимодействие с внешними ИС является важной составляющей обеспечения оперативного ресурса ИТС. Взаимодействие (стыкование) ИТС как социальной, т.е. оперативной, системы с внешними ИС осуществляется на различных уровнях [16, 17]:

1. На уровне взаимодействия с государственной ИС, осуществляющей формализованный сбор данных о показателях функционирования всех секторов жизнедеятельности общества (подобно «Электронная Россия»).

2. На уровне взаимодействия со смежными ИС (ИС министерств и ведомств, коммунального и социального обслуживания граждан, ИС таможенной службы и т.д.) стыкование осуществляется за счет формализованных интерфейсов диспетчерских служб различных подсистем ИТС.

3. На уровне обеспечения внутрисистемной совместимости необходимо предусматривать специальные правила (протоколы) в отношении самостоятельных подсистем ИТС, имеющих закрытую архитектуру и ограниченный интерфейс оперативного взаимодействия.

На практике непосредственное взаимодействие ИТС устанавливается со следующими внешними диспетчерскими системами: оперативных служб, коммунального транспорта, системы пассажирских и грузовых перевозчиков.

Архитектурная совместимость ИТС с ИС других видов транспорта должна обеспечиваться как мультиведомственная информационная интеграция ИТС со следующими основным сегментам: морской и речной транспорт, железнодорожный транспорт, воздушный транспорт. Функциональная совместимость ИТС с информационными системами других видов транспорта должна быть направлена на информационно-аналитическое обеспечение взаимодействия различных видов транспорта и участников транспортного процесса [8, 9].

По всем указанным сегментам должно быть обеспечено оперативное информационное взаимодействие для осуществления следующих функций управления на транспорте: управление инфраструктурой, транспортными средствами, включая диспетчерские и оперативные службы, участниками дорожно-транспортного движения, управление движением и перевозками, оперативным реагированием. Эти подсистемы относятся к обязательному оперативному циклу информационного взаимодействия. Для поддержания стратегических задач должно быть обеспечено информационное взаимодействие с подсистемами управления нормативно-правовым регулированием и комплексными и целевыми мероприятиями по обеспечению безопасности дорожного движения и др.

Для эффективного функционирования важна входная информация от смежных систем – пассажиропотоки на транспорте, события на транспорте общего пользования, внешние события, затрагивающие транспортную систему, информация дорожных, метеослужб др.

Структура оперативного информационного обмена (сбора информации) ИТС с информационными системами других видов

транспорта по текущей транспортной ситуации имеет следующий вид:

- данные с детекторов транспорта и сети инженерных комплексов видеонаблюдения;
- данные приемников ГЛОНАСС/GPS транспортных средств;
- данные о пассажиропотоках и событиях по всем видам транспорта;
- данные о состоянии дорожно-транспортной сети, включая ремонтные работы и др.

Структура информации, передаваемой в смежные системы – информационным системам других видов транспорта: дорожно-транспортная обстановка; сценарии управления для диспетчерских служб; данные о прогнозах; информирование и маршрутизация.

Взаимодействию ИТС с иными ИС осуществляется в целях постановки и решения ряда функциональных задач:

- ведения общесистемного отраслевого банка данных по видам транспорта и соответствующим хозяйствам;
- ведения библиотеки административно-управленческих регламентов;
- ведения реестров имущества, земельных ресурсов и объектов инфраструктуры;
- ведения документооборота;
- обеспечения процессов управления информационно-аналитической информацией;
- ведения единой системы классификации и кодирования нормативно-справочной информации всех уровней сегмента др.

Реализация перечисленных выше и ряда других задач позволяет создать единое информационное пространство, обеспечивающее возможности более полного выполнения управляющих функции в более короткое время. сократить срок подготовки и принятия решений по оперативным задачам ИТС, минимизировать вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций, благодаря использованию актуальной информации для принятия решений сократить время, необходимое для организации работы оперативных служб, оптимизировать использование техники и других ресурсов.

Рассмотрим задачи организации взаимодействия в ИТС и применения современных инфокоммуникационных технологий на

примере мониторинга параметров железнодорожных транспортных средств на крупных металлургических предприятиях. Полученные в ходе промышленных испытаний результаты позволили сделать ряд заключений об эффективности современных технологий мониторинга, а также о путях их дальнейшего совершенствования и применения при решении задач оперативного планирования с целью рационального использования тягового подвижного состава, контроля эксплуатационных характеристик локомотивов, оценки эффективности затрат рабочего времени и топлива [18].

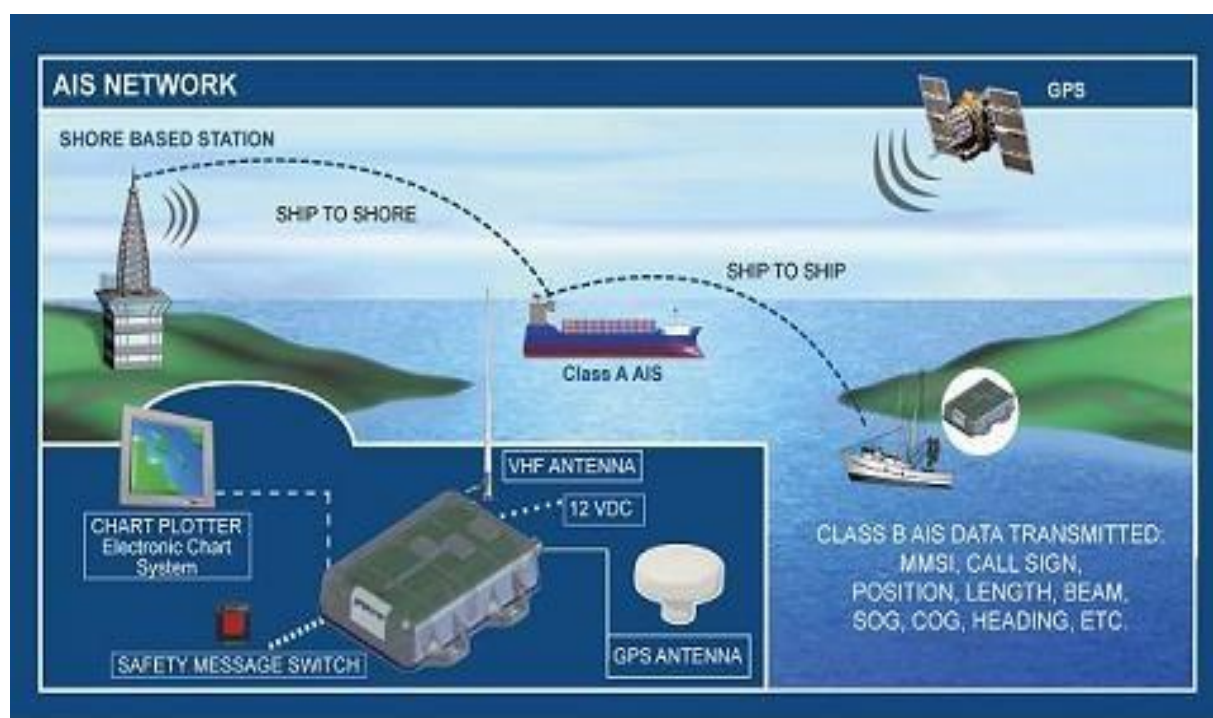


Рис. 6.14. Структура транспортных систем с автоматической идентификацией и стандартами организации взаимодействия (<http://www.life-raft.com/49887/AIS--Automatic-Identification-System.html>)

При выполнении работ по формированию автоматизированной системы GPS мониторинга эксплуатационных характеристик тягового подвижного состава предприятий с целью унификации систем можно выделить несколько основных типов взаимодействия подвижных объектов, а также подвижных объектов и инфраструктуры, которые в целом представляют модели информационного взаимодействия объектов. Более общее рассмотрение и применение этой системы моделей позволяет

унифицировать процедуры решения ряда основных задачи кооперативного взаимодействия в интеллектуальных системах на железнодорожном транспорте.

С целью установления связей между моделями информационного взаимодействия объектов и основными свойствами интеллектуальных технологий перевозок в ИТС необходимо решить следующие вопросы [11, 38]:

1. Содержание и стандарты задач кооперативного взаимодействия объектов при выполнении перевозок.
2. Информационные структуры задач кооперативного взаимодействия объектов при выполнении процессов перевозок.
3. Информационные модели процедур кооперативного взаимодействия объектов при железнодорожных перевозках.
4. Методы и технологии реализации инфраструктурных компонентов интеллектуального железнодорожного транспорта.

В достаточном для понимания вопроса объеме общая структура моделей взаимодействия может быть представлена так. Пусть передатчик GPS подвижного объекта (контролируемый) формирует сообщения, «привязанные» ко времени и месту, в формате записей языка управления базами данных SQL, содержащих параметры измеряемых технологических (технических и др.) характеристик. Необходимо выполнить процедуры приема, накопления, анализа, интерпретации и моделирование процессов на основе этих данных, а также в общем случае реализовать функции контроля, мониторинга и управления.

Классы и категории задач взаимодействия зависят от:

- числа источников данных, контролируемых объектов (один или много),
- есть ли среди них несколько взаимодействующих между собой объектов,
- есть ли некоторый объект-источник, соответствующий системам инфраструктуры,
- допускается ли перестройка системы передачи (изменяется число передаваемых параметров по команде от «инфраструктуры», от

- управляющего программного обеспечения или же от микропроцессорной системы на борту),
- допускаются ли предупреждающие сообщения в мобильную систему,
 - допускаются ли команды управления, блокировки, например, при аварийном режиме, который не распознается мобильной системой,
 - периодичность сообщений и организации взаимодействий,
 - категории или классы передаваемых сообщений.

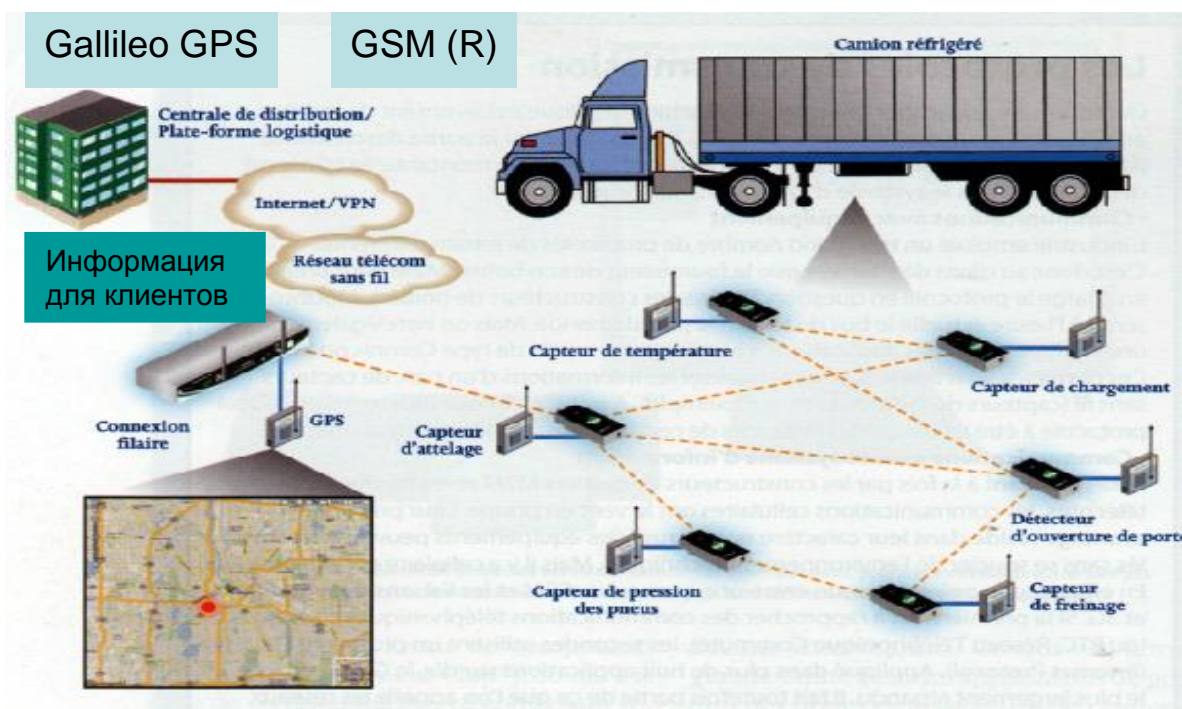


Рис. 6.15. Архитектура транспортной телематики, взаимодействие компонентов системы перевозок

При создании компонентов ИТС в рамках каждого из классов задач следует сформулировать протокол взаимодействия, построить соответствующую модель, реализовать ее средствами программирования и коммуникаций.

Основная сложность проблем построения подобных систем телематического (в том числе машина-машинного) взаимодействия в соответствии с приведёнными классами задач формирования взаимодействия объектов в ИТС состоит в том, что эти задачи имеют различную математическую структуру, описываются различными

математическими моделями. Решение такого рода задач усложняется с учетом требований к временным характеристикам систем мониторинга и управления, возможностям получения и точности информации о параметрах технических объектов др.

В настоящее время разработаны стандарты по взаимодействию объектов в ИТС, в основном, для автомобильного транспорта. В них виды кооперативных взаимодействующих при движении систем устанавливаются, основываясь на категориях, типах связи [3, 17]:

Транспортное средство - Транспортное средство (Vehicle-to-vehicle, V2V)) или машина – машина (car-to-car, C2C).

Транспортное средство-инфраструктура (V2i)

или машина-инфраструктура (C2I)

Транспортное средство-другой участник

В общем Транспортное средство - X связей (V2X).

Другой составляющей классификации типов взаимодействий является «вид передаваемой информации». При этом учитываются следующие виды сообщений.

Периодические сообщения ("маяки"): получение локальной информацию для выявления опасных ситуаций трафика, единичная посылка трансляций, Вероятностные получения сообщений.

Управляемые событиями сообщения ("Аварийное сообщение") подразделяют на такие виды: Обнаружение опасности, о которой должно быть сообщено, Распространение информации, Задержка.

Таким образом, приведенные выше классы задач организации взаимодействия между подсистемами ИТС промышленного предприятия конкретизируют и в определённой мере расширяют стандартизованные на данный момент виды взаимодействия объектов в ИТС [38].

Политические решения в сфере ИТС в Европе. В декабре 2008 года Европейская комиссия приняла план действий, который предполагает ряд целенаправленных мер и предложений, цель которого заключается в создании условий, необходимых для ускорения проникновения приложений ИТС на рынок услуг в Европе, утвержденный в апреле 2009 года Европейским парламентом.

7 Перспективы и направления развития ИТС железнодорожного транспорта

7.1. Направления развития интеллектуальных систем железнодорожного транспорта Украины

Остановимся на некоторых ближайших перспективах внедрения новых информационных технологий в перевозочном процессе Укрзализныце (УЗ) на базе автоматизированной системы АСК ВП УЗ-Е. Современное состояние развития автоматизированных систем железнодорожного транспорта Украины в значительной степени определяется возможностями и перспективами АСК ВП УЗ-Е – автоматизированной системы информационного обеспечения перевозочного процесса [37].

Основной целью внедрения системы спутниковой навигации (ССН) является задача мониторинга места нахождения тягового подвижного состава в реальном режиме времени на полигоне УЗ. На сегодняшний день на основе информации, полученной от систем спутниковой навигации, в АСК ВП УЗ-Е автоматически формируются события прибытия, отправления и прохождения подвижного состава на станциях УЗ и прохождения контрольных постов депо. Данные ССН будут использоваться в задачах автоматического ведения электронного маршрута машиниста, автоматического ведения графиков исполненного движения поездов. Технология ССН обеспечивает возможность автоматического формирования операций, которые раньше не подлежали учету (операции проследования стыков между администрациями, операции между дорогами, перемещения тягового подвижного состава (ТПС) на перегонах, перемещения на станционных и подъездных путях предприятий). Одной из первоочередных является задача расчета времени работы и простоя подвижного состава, которая эффективно решается по данным ССН.

Современный этап автоматизации диспетчерского управления движением объектов подвижного состава требует все более детальных и все более оперативных данных о местонахождении и

состоянии этих объектов, что обеспечивают данные от ССН. Вместе с тем решается задача формирования комплексных систем. Так эффективным решением проблемы диспетчеризации является переход к использованию в качестве источника первичных данных различных существующих и создаваемых систем железнодорожной автоматики, в частности – систем диспетчерской централизации и диспетчерского контроля (ДЦ-ДК). Системы этого типа в реальном масштабе времени отслеживают состояние таких элементов путевого развития, как изолированные участки пути (рельсовые цепи), стрелочные переводы, сигналы светофоров. Интеллектуальная обработка этих данных позволяет оперативно вести модели перемещений подвижных объектов по путям, оборудованным этими системами станций и перегонов. А оперативное комплексирование этих данных с информацией, получаемой от ССН, позволяет без участия человека преодолеть главную проблему систем ДЦ-ДК – идентифицировать соответствующие движущиеся объекты.

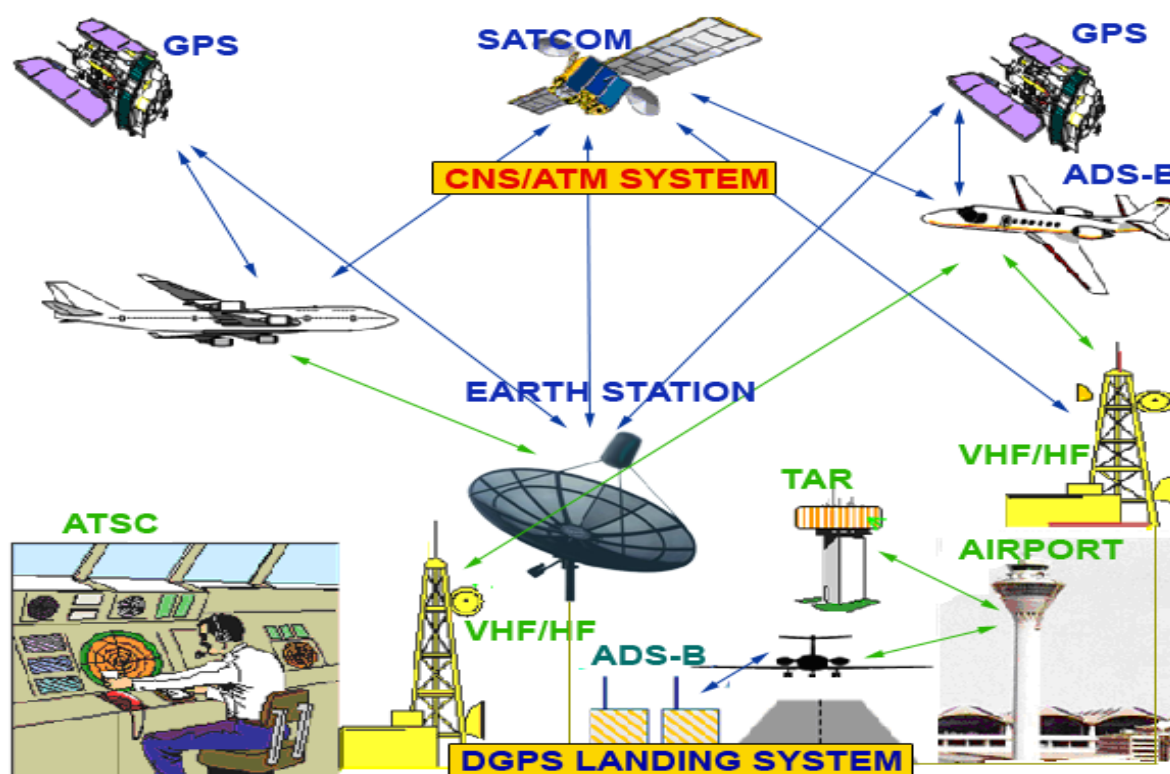


Рис. 7.1. Структура организации ИТС на основе спутниковых навигационных систем (<http://images.yandex.ru/yandsearch?text=CNS%2FATM>)

Перспективным направлением автоматизации Укрзализныци на основе современных инфокоммуникационных технологий является разработка комплексной автоматизированной системы управления путевым хозяйством (АСУ-Путь). При этом одними из сложных задач являются – создание и сопровождение баз рельсо-шпало-балластных карт, унифицированного графического отображения и редактирования схем полигонов железнодорожной сети разной степени детализации, информационная интеграция в общую базу данных АСК ВП УЗ-Е уже существующей автоматизированной системы путевого хозяйства – АСУ КВЛ-П. Требуют автоматизации следующие задачи: обеспечение единого формализованного описания полигонов для организации взаимодействия с системами типа железнодорожной автоматики (ДЦ-ДК, «Понаб», GPS-навигации и т.п.); обеспечение единого унифицированного программного инструментария для создания графических интерфейсов в АРМах АСК ВП УЗ-Е, использующих схемы железнодорожных путей; система автоматизации тяговых расчетов, планов формирования на основе актуальных данных.

В автоматизированной системе управления локомотивным хозяйством (АСУ Т) выполняются работы по созданию подсистемы «Электронный маршрут машиниста – ЭММ». Цель создания системы – переход на автоматическое формирование ЭММ по базам данных АСУ Т. В настоящее время реализована программа формирования отдельных разделов ЭММ на основе оперативных динамических моделей АСУ Т (поездной, локомотивной, бригадной). Следующим этапом является автоматизация задачи формирования ЭММ средствами железнодорожной автоматики.

Вопросы применения глобальных навигационных спутниковых систем GPS для создания автоматизированной системы слежения и контроля за движением поездов при организации перевозочного процесса являются одними из центральных. Возможность выполнения указанных задач предполагает оснащение техническими и программными средствами объектов инфраструктуры железных дорог, подвижного состава (локомотивов, специального подвижного состава др.), создание электронных схем объектов железнодорожной инфраструктуры. На первом этапе реализации проекта установлен состав объектов железнодорожной инфраструктуры, их

пространственные координаты. К ним относятся входные и выходные стрелки станций, оси отдельных пунктов, контрольных постов входов и выходов из локомотивных депо, входящие, исходящие, маршрутные, проходные сигналы и предел станции, план пути на определенных участках главных путей. Локомотивы оснащаются бортовыми интеллектуальными комплексами локомотива (БИКЛ-GNSS) в который входят: многофункциональный индикатор машиниста - панельный компьютер; - мобильный навигационный терминал GPS / GSM / GPRS; - программное обеспечение для записи электронных треков и объектовой информации; - система контроля параметров работы локомотива. В составе технических и программных средств также должны быть применены наземные интеллектуальные комплексы (БИКЛ-GNSS).

В составе АСК ВП УЗ-Е создано программное обеспечение для приема сообщений, формируемых БИКЛ, которое обеспечивает реализацию функций автоматического формирования и обработки событий-сообщений о движении локомотивов и поездов. Для обеспечения возможности функционирования таких подсистем железнодорожных ИТС в системе АСК ВП УЗ-Е создана временная модель GPS объектов инфраструктуры и БИКЛ. После подготовки базовой информации возможен мониторинг работы локомотивов, оснащенных (БИКЛ-GNSS). При этом решается задача сравнительного анализа времени выполнения технологических операций локомотивами, полученного из сообщений ДСП и по данным навигационной системы. Применение средств ССН позволяет получить объективные данные о распределении времени работы локомотивов в депо и на путях станций и перегонах, оценить эффективность транспортных технологий.

7.2. Направления развития интеллектуальных систем железнодорожного транспорта Российской Федерации

Укажем некоторые направления развития интеллектуальных систем транспорта Российской Федерации [15, 18].

Особенностью российских и зарубежных систем обеспечения безопасности и регулирования движения поездов является использование широкозонных дифференциальных дополнений ГНСС ГЛОНАСС, GPS и GALILEO. Концепция такой системы разработана ОАО «НИИАС» совместно с итальянской фирмой «Финмекканика» и утверждена президентами ОАО «РЖД» и фирмы «Финмекканика». Как в этой системе, так и в ERTMS – Европейской системе управления железнодорожным движением, предусматривается использование цифровой связи стандарта GSM-R как базовой системы передачи данных. Особенностью этой системы является отказ от напольных устройств – евробализ, требующих дополнительных капитальных вложений и дополнительных затрат на эксплуатацию.

В настоящее время на ряде станций ОАО «РЖД» ведутся разработки в области применения имеющихся каналов связи, в том числе модернизированных аналоговых сетей связи 160 МГц, радиомодемов, для передачи информации по экстренной остановке поезда, разрешения движения поезда на запрещающий сигнал. Это позволит резко сократить аварийные ситуации. Такие наработки уже проходят опытную эксплуатацию и будут завершены в ближайшее время. Новой задачей является переход к автоматизации контрольно-технического процесса, расширению сети дорог, участвующих в реализации комплексного научно-технического проекта.

Необходимо отметить, что нормативы, подлежащие разработке, должны быть гармонизированы с европейскими стандартами.

Особое внимание уделено созданию в ОАО «РЖД» единого координатного пространства и единой системы ведения баз геопространственных данных (электронных карт) на базе ГИС РЖД, позволяющих создать надёжный механизм интеграции и синхронизации прикладных информационно-управляющих систем.

С помощью спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS и информационных сервисов хозяйствам и службам ОАО «РЖД» предоставлена гарантированная возможность с высокой точностью определения дислокации и параметров движения пассажирских и грузовых поездов, включая специальные и опасные грузы, специальные самоходные подвижные средства, путевые бригады,

контролировать их движение, а также оценивать параметры состояния бортовых систем.

Наличие высокоточного навигационного поля, формируемого с помощью систем дифференциальной коррекции ГЛОНАСС/GPS, будет напрямую содействовать сокращению затрат на инженерные изыскания, проектирование, строительство и эксплуатацию железных дорог. Непрерывный мониторинг пространственных параметров железнодорожного пути и иных объектов инфраструктуры обеспечит безопасность движения транспорта и принятие своевременных мер по предупреждению и устранению негативных процессов.

В целом, по проведенным технико-экономическим исследованиям, окупаемость затрат на инновационные спутниковые технологии не превышает 3 лет.

Приоритетной задачей в сфере внедрения инновационных спутниковых технологий на железных дорогах РФ на период до 2015 года является обеспечение стратегического перехода к созданию новейших комплексных систем интеллектуального железнодорожного транспорта, включая безопасность движения. Другим направлением является интервальное регулирование движения поездов и управление перевозочным процессом при использовании методов и средств динамического контроля за перемещением подвижного состава, пассажиров и грузов в режиме реального времени.

Особое внимание при этом будет уделено созданию интеллектуальных систем управления поездной и станционной работой, разработке новых поколений информационных систем моделирования и анализа перевозочного процесса, формированию ситуационных центров, комплексное применение которых обеспечивает достижение синергетического эффекта от внедрения инноваций в данной области.

В настоящее время усилия разработчиков нацелены на создание:

- комплексных многоуровневых систем безопасности движения с использованием нового поколения локомотивных устройств безопасности, спутниковых технологий и цифрового радиоканала;
- систем интервального регулирования движения поездов с применением спутниковой навигации и цифрового

радиоканала для повышения плотности поездопотоков и пропускной способности железных дорог, а также применение этих технологий на малодеятельных участках железных дорог, в труднодоступной местности со сложными природно-климатическими условиями;

- спутниковых технологий для контроля и управления подвижным составом в целях ресурсосбережения (экономия энергопотребления, топлива и снижение износа в системе «колесо – рельс»);
- принципиально новых комплексных систем диагностики и мониторинга объектов инфраструктуры и подвижного состава, позволяющих перейти к осуществлению ремонтов по фактическому состоянию;
- технологий оптимизации работы путевой ремонтной техники «в окнах» в увязке с управлением поездной работой с целью обеспечения максимальной пропускной способности железных дорог;
- технологий оптимизации работы инфраструктурных хозяйств за счет повышения уровня автоматизации и перехода от информационных к информационно-управляющим системам на основе объективной информации о движении подвижного состава, состоянии путевого хозяйства и инфраструктуры, получаемой с помощью средств космической навигации, мониторинга и связи;
- технологий спутникового контроля за перевозками опасных грузов с целью предупреждения рисков возникновения чрезвычайных ситуаций;
- технологий спутникового мониторинга для предупреждения рисков неблагоприятных воздействий на железнодорожную инфраструктуру потенциально опасных природно-техногенных процессов и минимизации затрат на устранение возможных последствий;
- высокоточного координатного и планово-картографического обеспечения на основе применения спутниковой навигации и высокоразрешающей съемки для целей снижения затрат и трудоемкости при проведении инженерно-геодезических

изысканий при проектировании, строительстве и эксплуатации железных дорог.

Железнодорожный транспорт был и остаётся ведущим звеном комплексной транспортной системы России. В долгосрочной перспективе железнодорожные перевозки останутся самым экономически эффективным способом транспортировки значительных по объёмам стабильных потоков массовых грузов, доставляемых на средние и дальние расстояния.

Программы реализации стратегических направлений научно-технического развития ОАО «РЖД» и на разработке конкретных проектов развития для сети железных дорог. Эти проекты включают в себя: – формирование современных технологий управления с использованием ситуационных математических моделей, мониторинговых прогнозных систем перевозочного процесса, программ реального развития логистики, формирования и использования динамических эксплуатационных резервов пропускной и провозной способности железнодорожных линий, а также повышения их уровня применением интеллектуальных автоматизированных систем управления; – создание систем управления для интеллектуального подвижного состава и соответствующей инфраструктуры на основе самодиагностируемых объектов инфраструктуры и подвижного состава, обеспечивающих передачу оперативной информации о техническом состоянии, остаточном ресурсе, целесообразности изменения режима работы и ремонтного цикла или необходимости вывода из эксплуатации, сокращение удельного энергопотребления на тягу и затрат на эксплуатацию; – обеспечение безопасности, экологичности и надёжности перевозок.

Современные технологии управления предусматривают использование многомерных ситуационных моделей, мониторинговых прогнозных систем перевозочного процесса, новейших методов логистики, динамических эксплуатационных резервов пропускной и провозной способности для магистральных железнодорожных линий, а также применение интеллектуальных автоматизированных систем управления. Интеллектуальный тяговый подвижной состав и инфраструктура создаются на основе самоконтролируемых и самодиагностируемых объектов,

обеспечивающих передачу в центры управления движением оперативной информации о техническом состоянии, остаточном ресурсе, целесообразности изменения режима работы или необходимости вывода из эксплуатации. Одновременно должно быть обеспечено и сокращение удельного энергопотребления и эксплуатационных затрат, что способствует снижению себестоимости перевозок.

7.3. Обзор технических инноваций ИТС [16]

Технологические инновации и использование информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) для транспорта – это весь набор процедур, систем и устройств, которые позволяют: улучшить мобильность людей и перевозку пассажиров и грузов, посредством сбора, передачи, обработки и распространения информации; получить обратную связь и количественную оценку полученных результатов. Рекомендации по использованию ИКТ должны быть основаны на оценках, связанных с влиянием, которое они оказывают на качество транспортных услуг, потребление энергии, эффективность транспорта, безопасность, экономическую эффективность и экологичность. ИКТ, применяемые для транспорта, используют ряд вспомогательных систем связи, которые можно рассматривать в качестве основы для разработки любой части технологического оборудования или ИТС сервиса. Эти системы включают в себя:

- Телекоммуникационные сети (Telecommunications Networks - TLC) .
- Автоматические идентификационные системы (Automatic Equipment Identification / Automatic Vehicle Identification - AEI / AVI)
- Системы для автоматического обнаружения транспортных средств (Automatic Vehicle Locating System - AVLS) .
- Протоколы для электронного обмена данными (Electronic Data Interchange - EDI) .

- Картографические базы данных и географические информационные системы (Geographic Information System – GIS).
- Системы для сбора данных трафика, в том числе динамические системы весового контроля (Weigh in Motion - WIM) и системы для автоматической классификации транспортных средств.
- Системы для подсчета количества пользователей в системе общественного транспорта (Automatic Passenger Counters - APC) .

Перечисленные выше информационные и коммуникационные системы поддержки, которые могут быть интегрированы друг с другом в определенных конфигурациях в зависимости от требований и особенностей, отличаются примененными транспортными режимами и услугами. Индивидуальные системы могут быть собраны в соответствии с разными архитектурными потребностями в целях выполнения конкретной услуги.

ИТС охватывают широкий спектр беспроводных и проводных коммуникаций - на основе информации и электронных технологий. При интеграции с инфраструктурой транспортных систем и с самими транспортными средствами эти технологии позволяют снизить заторы, улучшить безопасность и повысить производительность транспортной системы.

Согласно определению Администрации исследований и инновационных технологий (Research and Innovative Technology Administration – RITA), ИТС состоит из 16 типов базирующихся на технологиях систем. Согласно этой классификации, эти системы могут быть далее разделены на подкатегории "Умная инфраструктура" и "Умное транспортное средство". Каждое определение имеет несколько компонентов, в соответствии с этим разделением Интеллектуальная инфраструктура включает: управление транспортными артериями (магистралями); управление скоростной дорогой (наблюдение, регулировка дорожного движения при выезде на дорогу, управление однопутной дорогой, реакция на особые случаи, управление перевозками, распространение информации, обеспечение соблюдения правил движения); предотвращение аварий и безопасность; управление дорожным движением с учетом управления транзитом (управление перевозками и парком, распространение информации, управление спросом на перевозки, безопасность и защищенность); управление трафиком в

случае инцидента; управление в чрезвычайной ситуации (управление опасными материалами, службой скорой медицинской помощи, устранением последствий и восстановлением); электронная платежная система и ценообразование (сбора платы, оплаты проезда, оплата платной стоянки, многофункциональные оплаты, ценообразование); информация путешествующим (информация перед поездкой, информация о маршруте, туризм и мероприятия); управление информацией (архивирование данных); интермодальные перевозки (отслеживания грузов, наблюдение, процессы в грузовом терминале, операции по транспортным расходам, система стыковки со скоростными грузовыми дорогами, процессы пересечения международных границ).

Интеллектуальное транспортное средство включает в себя: предупреждение столкновений (предупреждение о столкновении при пересечении дорог, обнаружение препятствий, предупреждение о возможности переворачивания транспортного средства, предупреждение об опрокидывании и др.); содействие оператору (навигация / ведение по маршруту, коммуникация с водителем, повышение зоны обзора, обнаружения объекта, адаптивный круиз-контроль, интеллектуальное управление скоростью, системы оповещения сонного оператора и др.).

Европейский проект "EasyWay (легкий путь)" классифицирует сервисы ИТС, доступные вдоль дорог, следующим образом:

- Информационные услуги путешественникам. Предоставление путешественникам в режиме реального времени полной информации о трафике, позволяя принимать обоснованные решения о путешествии (информация перед поездкой), а также предоставление информации во время путешествия по маршруту.
- Услуги по управлению движением обеспечиваются в режиме реального времени. Обеспечение выполнения правил безопасности дорожного движения является частью организации дорожного движения.
- Грузовые и логистические услуги направлены на оптимизацию пропускной способности и эффективности грузовых перевозок на обеспечение безопасного и легкого доступа к интермодальным терминалам (порты, стыковка с железными и автомобильными дорогами и т.д.).

Деятельность, осуществляемая органами ЕЭК ООН в области ИТС для железнодорожного транспорта, характеризуется следующим.

Улучшение железнодорожной инфраструктуры. Совместимость телекоммуникаций, используемых для управления перевозочным процессом на железных дорогах, имеет важное значение для всех стран общеевропейского региона. Она направлена на улучшение железнодорожной инфраструктуры, ее эффективность, гарантируя то, что железнодорожный сектор способствует устойчивому развитию транспорта в среде конкурентоспособных других видов транспорта. Отметим некоторые из усилий, направленных на необходимость согласования совместимости, которые имели место в ЕС и странах, входящих в Европейскую Ассоциацию свободной торговли (ЕАСТ).

В ЕС в качестве технологии передачи данных выбран GSM-R (Global Positioning System – Railway). Это определено директивой ЕС об эксплуатационной совместимости для высокоскоростных поездов и в других директивах ЕС для железных дорог (в том числе, Европейской директиве об эксплуатационной совместимости обычных линий). GSM-R использует GSM технологию, которая была адаптирована к специализированным требованиям согласованного управления перевозочным процессом на железной дороге, в частности, для высокоскоростных и контейнерных поездов. В рамках ЕС и Европейской Ассоциации свободной торговли, GSM-R в настоящее время объединен с General Packet Radio Service (GPRS), чтобы сформировать основной инструмент ИТС, который даст возможность железным дорогам повысить эффективность и предлагать новые услуги, открывая для конкуренции новые рынки, развиваться в работоспособной форме. Европейская Железнодорожная Система Управления Трафиком (European Rail Traffic Management System - ERTMS) сочетает в себе Европейскую систему управления движением поездов (ETCS) с GSM-R. ERTMS должна в конечном итоге достичь способности к взаимодействию на железнодорожной сети ЕС. В настоящее время ERTMS-совместимые высокоскоростные линии работают в Бельгии, Франции, Германии, Италии, Нидерландах, Испании и Швейцарии. В области интермодальных перевозок, ERTMS была успешно внедрена на пересечениях поездами границ четырех стран-участниц (Нидерланды, Германия, Швейцария и Италия) в коридоре Роттердам

- Генуя. Использование ERTMS-локомотивов, работающих с различными системами энергоснабжения, позволило им пересекать национальные границы, что в значительной степени способствовало повышению качества обслуживания по этому коридору.

Существует необходимость ускорения способности к взаимодействию в железнодорожном секторе за пределами ЕС - то есть на более широком участке Европы и Центральной Азии - в целях повышения устойчивости. Тем не менее, существует компромисс между скоростью и эффективностью. Инструменты ИТС, принятые ЕС и странах ЕФТА, не совместимы повсюду в регионе Европейской Экономической Комиссии (ЕЭК). Другими словами, собственные стандарты управления перевозочными процессами на железных дорогах Восточной Европы и Центральной Азии не обязательно совместимы с ERTMS. Фрагментация технических стандартов повышает стоимость бизнеса, потому что снижается потенциальная экономия от масштаба производства рельсовых транспортных средств.

Улучшение безопасности на железнодорожном транспорте. Недавние исследования показали, что ИТС можно использовать для значительного повышения безопасности железнодорожного транспорта. Это важно, учитывая вероятность террористических атак против "мягких" целей, в том числе железнодорожной инфраструктуры (станции, подвижной состав, пути и интермодальные терминалы). В области контейнерных перевозок уровень безопасности, как правило, неравномерен при переходе от одного режима к другому. В области пассажирского транспорта, вокзалы и поезда охраняются не так как в аэропортах и самолетах.

Разработка международной интермодальной сети. Технология Географической информационной системы (ГИС) широко используется в течение ряда лет в трех проектах, поддерживаемых ЕЭК ООН: Трансевропейская автомобильная сеть (Trans-European Motorway - ТЕМ), трансевропейская сеть железных дорог (TER) и Евроазиатские транспортные связи (EATL). Сети ТЕМ / TER и EATL являются интермодальными и включают в себя важные связи с внутренним водным и морским транспортом. Большой проблемой для дальнейшей работы ЕЭК ООН в этой области является сбор точной информации о трафике для анализа с помощью ГИС-технологий с целью улучшения понимания региональных и

международных потоков контейнерных перевозок. Эта работа является политически значимой и включена в проект плана работы группы экспертов ЕЭК ООН по Евро-азиатским транспортным связям. Фактическая реализация будет зависеть от наличия ресурсов.

Улучшение доступности для пассажиров железнодорожных систем. Рабочая группа по железнодорожному транспорту ЕЭК обратилась к этой проблеме, поскольку это важно для будущего пассажирского железнодорожного транспорта. Демографические прогнозы показывают, что число людей в возрасте старше 65 лет, несомненно, быстро вырастет в большинстве стран региона ЕЭК в не слишком отдаленном будущем. Приложения Интеллектуальной Транспортной Системы способны эффективно решить потребности многих пожилых людей в пассажирских перевозках (удобные билеты, соответствующие дорожные знаки и т.д.).

Фрагментация технических стандартов – важная проблема формирования ИТС. В области железных дорог, фрагментация технических стандартов увеличивает затраты на ведение бизнеса, потому что потенциальная экономия от масштаба производства рельсовых транспортных средств и управления перевозочным процессом не может быть полностью использована. Работоспособный, всеобъемлющий процесс формирования стандартов должен идти в ногу с новыми технологиями, с учетом различий по отраслям, в том числе и технологий, которые предстоит создать в ближайшее время.

Недостаточная инфраструктура – проблема ИТС. Инвестиции в инфраструктуру могут принести необычно высокие доходы, потому что это увеличивает выбор населения: где жить и работать, что потреблять, какой экономической деятельностью заниматься, с кем общаться. Некоторые части инфраструктуры страны могут быть естественной монополией, такие как водопроводные трубы. Другие, такие как светофоры, могут являться общественным достоянием. Высокоскоростные железнодорожные сети могут обеспечить экологически чистые перевозки, дополнительно разгружая автомобильный трафик. Однако железнодорожные перевозки все еще сконцентрированы лишь в нескольких сетях, многие из которых должны быть электрифицированы. Основная доля железнодорожных перевозок (грузовых и пассажирских) приходится на шесть сетей:

Северной Америка (грузовые ориентированных), Китай, Индия, Россия, Япония (пассажиров) и Европейский Союз.

Для улучшения существующих интеллектуальных инфраструктур должны создаваться коммуникационные возможности, которые были бы не только от инфраструктуры к водителям (например, VMS – знаки с изменяющимися сообщениями), но и от водителей к другим водителям и к оператору инфраструктуры. Это будет способствовать повышению вклада ИТС в безопасность движения, благодаря бесперебойной связи между транспортными средствами и дорожными операторами.

Инновационные технологии железнодорожного транспорта на основе применения глобальных инфокоммуникационных технологий и формирования интеллектуальных систем – приоритетное направление развития железных дорог России и Украины, стран Европейского сообщества в целом.

Терминология телематики и ИТС

Телематика представляет собой набор технологий, которые сочетают информационные технологии и телекоммуникацию (на английском языке telematics), чтобы связать функционально мобильные и стационарные посты. Телематика как прилагательное, означает все «относящееся к телематике». Телематика на транспорте является относительно новой темой, которая затрагивает многие дисциплины. Она породила множество терминов и аббревиатур, национальных и международных проектов, программ и организаций, которые представляют специализированный «мировой язык».

Представим глоссарий наиболее используемых в настоящее время и важных в ближайшем будущем терминов. Указанная далее в разделе терминология, по сути, позволяет всесторонне уточнить содержание задач, основанных на инфокоммуникационных технологиях в области телематики, а также технических средств и других аспектов деятельности, которые в целом и формируют общее представление об области применения телематики, в первую очередь на железнодорожном транспорте.

Термины и определения. Остановимся на основных терминах ИТС, их определении, дадим пояснения к ним.

Интеллектуальная транспортная система – ИТС.

ИТС это Система, интегрирующая современные информационные, коммуникационные и телематические технологии, технологии управления и предназначенная для автоматизированного поиска и принятия к реализации максимально эффективных сценариев управления транспортной системой региона (города, дороги), конкретным транспортным средством или группой транспортных средств, с целью обеспечения заданной мобильности населения, максимизации показателей использования транспортно-дорожной сети, повышения безопасности и эффективности транспортного процесса, комфортности для эксплуатационного персонала и пользователей транспорта.

При этом Функция интеллектуальности ИТС обеспечивается за счет: - максимально возможной автоматизации процессов управления транспортно-дорожным комплексом; - выработки прогнозных

управляющих решений на основе современных математических решений и высоко эффективных аппаратно-программных реализаций. На техническом уровне ИТС имеет распределенную элементную архитектуру: на транспортных средствах, в инфраструктуре.

Подсистема ИТС. Законченный в рамках одной прикладной задачи комплекс технологических решений, реализующийся на основе применения технических средств телематики. Подсистема ИТС должна включать комплекс получения целевых данных (на основе собственной системы мониторинга, либо от смежной подсистемы), аппаратно-программный комплекс анализа и принятия решения в соответствии с функциональной задачей подсистемы, а также может включать сложный и широко распределенный комплекс периферийных устройств.

Инфраструктура ИТС. К инфраструктуре ИТС следует относить: - транспортно-дорожный комплекс всех подсистем, в том числе: технические средства мониторинга, анализа и принятия решения в соответствии с функциональными задачами подсистем, средства реализации управляющих решений; - ситуационные, диспетчерские и оперативные центры; - средства обеспечения проводной связи, обеспечивающие выполнение функциональных задач подсистем; - информационно-телекоммуникационные средства, обеспечивающие защищенное информационное взаимодействие с внешними информационными системами; - комплекс технических средств, периферийных устройств и каналов связи, выполняющих функции в ИТС и не расположенных на транспортных средствах.

Бортовые средства ИТС (бортовые интеллектуальные системы).

Комплекс аппаратно-программных средств, штатно или дополнительно устанавливаемых на транспортные средства, и обеспечивающих решение задач информационного взаимодействия транспортного средства с инфраструктурой ИТС, либо с иными транспортными средствами в рамках функциональных задач различных подсистем ИТС, с целью реализации функций мониторинга, управления и оптимизации движения, состояния транспортного средства, водителей, машинистов и грузов, а также обеспечения информационной поддержки действий персонала.

Бортовые ИТС реализуют следующие функции: - оказывают персоналу помощь в предвидении дорожно-транспортной обстановки, - иницируют действия по предотвращению опасной ситуации, - снижают утомляемость персонала, принимая часть нагрузки по управлению движением на себя, - автоматически берут управление на себя, если персонал самостоятельно не смог выполнить необходимые действия по предотвращению аварий, либо снижая тяжесть их последствий; - позволяют идентифицировать транспортное средство и параметры его работы.

Транспортно–телематическая технология (транспортно–телематическая среда). Технологический комплекс, включающий в себя: - средства и технологии формирования, накопления, передачи (доведения), сохранения и защиты транспортной и дорожно-путевой информации; - аппаратно-программные средства в транспортных средствах, а также в инфраструктуре магистралей и управления, для принятия решений по задачам транспортной работы и обеспечения транспортно-дорожной безопасности единицы транспорта и транспортных систем; - технологическая среда поддержания связевого и коммуникационного взаимодействия субъектов и объектов ИТС.

Внешние информационные системы – ИС. Информационные системы различных видов транспорта, в рамках которых предусмотрено оперативное и иное взаимодействие на основе совмещенной диспетчеризации, а также информационные системы различных министерств и ведомств, в которых предусмотрена функциональная связь с ИТС в рамках задачи оперативного взаимодействия.

ACC - Adaptive Cruise Control. Регулирование скорости при контроле расстояния между транспортными средствами. Устройство для регулирования скорости транспортных железнодорожных (ж/д) средств, которое рассматривает расстояние между транспортным средством и транспортным средством, которое идет следом за ним, как параметр, влияющий на процесс регулирования. Синоним: автоматический контроль расстояния, адаптивный контроль величины скорости.

ALARP - As Low As Reasonably Practicable. Метод оценки уровня безопасности по экономическим затратам для снижения рисков и

ликвидации последствий аварий. Принятый уровень безопасности является самым экономически целесообразным на момент проведения исследования.

Радиомаяк (Balise) - Электронное устройство, находящееся между рельсами, которое может записывать и передавать информацию в кабину железнодорожных транспортных средств. Как и транспондеры, радиомаяки используются для передачи данных в рамках системы ETCS. Маяки желтого цвета, размером с телефонный справочник, и располагаются между шпалами. Маяки, нормированные на европейском уровне, также называются Евромаяками (eurobalises).

BiBo Be-in-be-out. Бесконтактная система регистрации билетов, которая регистрирует пассажиров во время поездки. Соответствует технологии быстрого билета fast TRACK. Дополнительное развитие: система CiCo (Check-in-check-out - регистрация въезда - выезда), которая фиксирует билеты пассажиров на входе и выходе. Билет с интегрированным в него чипом, вставляется в ближайший терминал регистрации.

CALM - Continuous Air Interface for Long and Medium Distances. Протокол беспроводной передачи на большие расстояния. Используется для надежной передачи информации между транспортными средствами.

CAN - Controlled Area Network. Система асинхронных устройств, предназначенных для связи приборов и вагонов поездов, позволяющая уменьшить проводку (до 2 кг на один вагон) и таким образом уменьшить вес вагона.

CCTV - Closed Circuit Television. Система видео - наблюдения на вокзалах, станциях и в тоннелях, в вагонах и на других критических объектах инфраструктуры.

CEN - Comité Européen de Normalisation. Европейский комитет по стандартизации (ЕКС) является частной некоммерческой организацией для развития европейской экономики в целом. ЕКС готовит, управляет и распространяет европейские стандарты и европейские технические спецификации. Это одна из трех основных организаций по стандартизации в Европе.

Автоматический контроль скорости - *Section control*. Автоматическое измерение средней скорости на участке между

двумя точками для идентификации транспортных средств, превышающих установленную скорость и для доказательства этого.

Cooperative Driving - Кооперативное вождение. Транспортные средства по беспроводной связи обмениваются данными между собой, сообщая их позицию, их скорость, направление движения и т.д. Бортовые компьютеры сравнивают траекторию их транспортного средства с другими транспортными средствами и в конфликтной ситуации предупреждают водителя сигналом тревоги или вызывают автоматическое торможение.

CTCS2 - Китайская версия European Rail Traffic Management System - Европейской системы управления железнодорожным движением. Эта система железнодорожного управления движением устанавливается на всех новых линиях с целью повышения пропускной способности ж/д сети и восполнения технических недостатков ERTMS, то есть GSM-R радио и связь со стрелочными постами (Interlocking).

DAB - Digital Audio Broadcasting. Высокоскоростные цифровые радиопередачи с высоким качеством текстов, данных и речи (9 DVB).

DATEX - Data Exchange, обмен данными. Название сети связи для передачи данных на основе протокола X.25 для пакетной передачи. Используется для обмена данными между центрами движения.

DETRACE. Отслеживание маршрутов на европейских железных дорогах. С 2006 года проект Ассоциации по наземному транспорту Transports Terrestres Promotion Northern France в рамках PREDIT G09 «Интеграция информационных систем и связи».

DSRC - Dedicated Short Range Communication. Протокол для беспроводной передачи на расстояния малой и средней дальности, созданный специально для автомобильной области. Это стандарт для устройств электронного взимания платы на автодорогах.

DVB - Digital Video Broadcasting. Цифровое телевидение на основе текущих данных о движении и его сбоях.

EBAS - Система последовательной передачи и обмена данными между локомотивом и всеми вагонами поезда (электрическая / электронная система запроса данных и управления тормозами). Это позволяет, например, испытать автоматическое торможение, электронное управление тормозом, лучше определить тормоз, чтобы

получить информацию о транспортном средстве и передать данные для дополнительного оборудования по безопасности.

eCall - Европейский проект для отправки с транспортного средства, вручную или автоматически, кодированного вызова службы экстренной помощи, с локализацией транспортного средства. Цель состоит в сокращении времени реагирования на чрезвычайные происшествия и в уменьшении последствий аварии.

EFC - Electronic' Fee Collection. Электронная оплата.

ERTICO - European Road Telematics Implementation Committee. Общественная частная организация, которая распространяет транспортные усовершенствованные услуги в Европе, чтобы обеспечить в долгосрочной перспективе, безопасность и производительность в области дорожного движения и наземного транспорта.

ERTMS - European Rail Traffic Management System - Европейская система управления железнодорожным движением, которая направлена на увеличение пропускной способности сети, на облегчение внедрения новых железнодорожных компаний, на сокращение расходов и облегчение строительных работ.

ETCS - European Train Control System. Европейская система управления движением поездов. Система автоматической остановки поезда (интервал движения поездов или "блок"). ETCS уровня 2 позволяет иметь сигнализацию в кабине и, следовательно, требует установления на инфраструктуре радиомаяков, чтобы определить положение транспортных средств, а также GSM-R для передачи данных. ETCS позволяет увеличить растяжение до 30% для некоторых стран с блоком ограничения по длине. ETCS сохраняет способность сегментов, оснащенных автоматической светоблокировкой или TVM (передача путь-кабина) для других стран.

E-Ticketing - Общая концепция электронного управления транспортными расходами. Включает в себя среди прочих будущий билет FastTrack - безбумажный билет швейцарского общественного транспорта, или единый E-Ticket в Нидерландах. Кроме того, в более широком смысле, эта форма включает все существующие формы бумажных билетов и билеты на мобильных телефонах, которые можно заказать через Интернет.

EVI - Electronic Vehicle Identification. Электронная идентификация транспортного средства или вагона.

FastTrack - Швейцарский FastTrack - инновационный проект для мобильных билетов (M-Ticketing). Требуется минимального оборудования на остановках и в транспортных средствах. Он работает с помощью мобильного телефона, что позволяет в значительной степени автоматизировать продажу, контроль и подсчет билетов (NFC). Введен на национальном уровне в 2011 г.

FCD - Floating Car Data. «Система плавающих данных». Система, показывающая дорожные условия, использующая данные по Интернету со специально оборудованного транспортного средства.

FMD (Floating Mobile Data) - Данные, полученные после анализа данных мобильных телефонов, установленных в кабине.

FIS, *FISplus*, *FIScommun* - Fahrgast-Information System. Этот термин относится к объявлениям и информации клиентов. *FISplus*: развитие электронных устройств. *FIScommun*: координация на всех швейцарских TP. *FIS* работают на прямой связи (например, информация, которую объявляет поездная бригада), на фиксированных данных (например, табло с расписанием) или на движущихся данных (например, движущийся текст). Эта система во Франции называется *SIV* (информационная система для пассажиров). В Германии: *RIS* (Reisenden-Informationssystem).

Galileo - Европейская система спутникового позиционирования местонахождения транспортных единиц, транспортных средств, лиц и посылок, а также услуг связи. Планировалась к вводу в действие с 30-ю спутниками в 2013, запущено 4. «Галилео» в конкурентной борьбе с американской системой *GPS*. По соглашению о сотрудничестве между Европой и Соединенными Штатами, «Галилео» и *GPS* будут совместимы.

GIS - Geographisches Informations-System. Данные карт, полученных в электронном виде. Не применяется само по себе, но дает значительную базу данных для многочисленных применений.

GPRS - General Packet Radio Service. Современная технология передачи данных на высокой скорости и их выгодного экономичного использования (always on, но с конкретными платежами по потоку данных). Используется, например, при передаче данных с

транспортного средства общественного транспорта на центральный пост.

GPS - Global Positioning System - глобальная система позиционирования. Глобальная система спутниковой системы позиционирования (навигации). GPS используется специально Американским Министерством Обороны NAVSTAR для всемирного определения положения.

GSM - Global Standard for Mobile Communication. Глобальный стандарт мобильной связи для всех цифровых мобильных радиостанций, в первую очередь для телефонии, но и для передачи данных по линии или по пакетам, а также коротких сообщений (Short Messages). Первый стандарт второго поколения (2G) радиосистем, заменяющих аналоговые системы первого поколения. Это, несмотря на его низкую ширину пропускания частот, самый популярный во всем мире стандарт мобильных радиосетей.

GSM-R – Global Standard for Mobile Communication Rail. Ж/д радио - стандарт для 30 европейских железнодорожных компаний. GSM-R должен будет заменить различные ж/д радио-системы единой цифровой системой. Он также является основой для унифицированной электронной системы защиты поездов ETCS и ERTMS. Есть и другие системы для дальнейшего расширения возможностей связи земля-кабина.

CT – информационно-коммуникационные технологии. Information and Communication Technologie.

ISO – International Standardisation Organisation. Международная ассоциация по организации стандартизации. Разработка национальных стандартов во всех областях, за исключением электричества, электроники и телекоммуникаций, за что отвечает ИЕС (Международная электротехническая комиссия - International Electrotechnical Commission), ИТТУ (International Telecommunication Union -Международный союз телекоммуникаций). Эти три организации вместе образуют WSC (World Standards Cooperation - мировые стандарты сотрудничества).

ITS - Intelligent Transport Systems and Services. Интеллектуальные транспортные системы и услуги включают современные системы общественного транспорта, многоцелевые билеты, информацию о

пассажирах, управление движением, управление личным транспортным средством (телематика, транспортная телематика).

MMI - Man-Machine-Interface (человек-машина-интерфейс). Отношение Человек - машина на уровне безопасности SIL2. Практически все устройства используют механизмы, например, с помощью рычагов, педали тормоза, интерфейс компьютеров или портативных устройств. На транспорте MMI в целом предписывают использовать клавиатуру или тактильный экран, например автомат для билетов или навигационное устройство. Также используется: HMI (Human-Machine-Interface).

Mobility-Pricing - Ценообразование - установление цен и тарифов на использование дорог, транспортной инфраструктуры, транзита и транспортных средств.

M-Ticketing - Мобильные билеты. Общий термин для всех вариантов заказа, бронирования билетов и подсчета билетов с мобильных телефонов.

Multimodal (Смешанные) - Соединение по меньшей мере двух разных видов транспорта на одну поездку (интермодальные).

NCTS - New Computerised Transit System. Электронное таможенное оформление европейских автомобильных и железнодорожных перевозок.

NFC - Near Field Communication. Стандарт для бесконтактной передачи данных на короткие расстояния (около 10 см) с использованием сим-карт или мобильных телефонов. NFC предполагает соприкосновения (контактные точки). Некоторые мобильные телефоны уже совместимы с NFC и NFC будет широко использоваться в следующем поколении телефонов. CFF изучают внедрение NFC в FastTrack. Уже используются в общественном транспорте в Германии и Японии.

On-trip - Во время поездки используется, наряду с другими системами, для информации пассажиров, когда это делается в режиме реального времени с динамическими объявлениями во время поездки, по прибытию пассажиров, или на сотовый телефон (pre-trip).

Портик тепловой - Порт (ворота) безопасности для автоматической идентификации транспортных средств, имеющих критическую температуру, используемый для предотвращения возгорания транспортных средств в туннелях. Такие ворота

устанавливаются при входе в некоторые туннели, чтобы уменьшить риск возникновения пожара и повысить безопасность дорожного движения.

Pre-trip - перед поездкой. Используется, например, при информации пассажиров, когда она осуществляется через Интернет до отъезда (on-trip).

PTA - Personal Travel Assistant или Personal Travel Assistance. Устройство или служба для динамической информации пассажиров о поездке; использует как pre-trip, так и on-trip. Предлагается также служба РТА по мобильному телефону.

RDS - Radio Data System - система передачи данных по радиоканалу. Цифровая передача данных на ультракоротких радиоволнах.

RFID - Radio Frequency Identification - радиочастотная идентификация. Радио-метки или теги. Технология транспондеров для бесконтактной передачи данных с использованием электромагнитных полей, интегральных микросхем (чипов), передатчиков и антенн. Области применения: Отслеживание посылок, контроль холодных производств, защита от краж, контроль доступа и защиты бренда от подделки или для связи между транспортным средством и дорожной инфраструктурой C2IC (Car to Infrastructure Communication).

Road-Pricing Дорожно-цены (Dynamique) - Оплата дорожного транспорта на автодорогах: использование дороги как RPLP в зависимости от места, времени и пассажиропотока.

RPLP - Оплата фур во время поездки. Швейцарское решение электронной тарификации для фур, основанное на системе GPS.

SAE - Система помощи в эксплуатации, управляемая по компьютеру. Используемая, например, на предприятиях общественного транспорта (angl.: rampmetring).

SEC - Автоматическая локомотивная сигнализация в кабине. Тип автоматической остановки поезда с указаниями в кабине, что позволяет отказаться от сигналов по краю пути. (TVM – «передача путь-кабина» во Франции, LZB в Германии).

SIC - система информации клиентов на общественном транспорте. А также: информационная система для пассажиров (FIS). Динамическая сигнализация SSV (система сигнализации полос

движения) о полосах движения - открыть или закрыть путь на дорогах и в туннелях.

STI - *Spécifications Techniques d'Interopérabilité*. Технические спецификации эксплуатационной совместимости - характеристики, общие для всех государств-членов Европейского Союза.

S-POS - *Self-Service Point of Sale* - служба самообслуживания в точках продаж. Швейцарский банкомат для билетов TP. S-POS регулируется различными стандартами: стандарты для экранов, доступные для пользователей (ММІ), для передачи данных и для использования их лицами с ограниченными возможностями. Банкомат для билетов все более часто используется по сравнению с кассой.

Навигационная система - система для быстрого определения нужного направления. Система основана на GPS или аналогичных системах спутникового позиционирования.

Транспортная телематика (ТТ) - Использование телематики в транспортном секторе. Описывает все, что связано с автоматизацией производства, передачи и приема, обработки и представления данных, связанных с транспортом. Транспортная телематика используется для управления автомобильным, ж/д, морским и воздушным транспортом.

TMC - *Traffic Message Channel*. Радиоканал, отведенный для цифровой передачи информации о движении (радио руководство), например, RDS-TMC (RDS).

TMP - *Traffic Management Plan*. План управления потоком движения.

TPEG - *Transport Protocol Experts Group*. Протокол разработан Европейским Радиотелевизионным союзом в сотрудничестве с Европейским союзом, для передачи цифровой информации о дорожном движении и транспортировке через многочисленные средства массовой информации, например через DAB, DVB, Интернет.

TVM - *Transmission Voie Machine*. Автоматическая локомотивная сигнализация с уровнем безопасности SIL4 для передачи информации о скорости в кабину машиниста, что позволяет отказаться от сигналов путевых устройств. Характеризуется очень

высокой эксплуатационной готовностью и обеспечивает на высокоскоростных линиях трафик, эквивалентный уровню 2 ЕРТМС.

VMZ-CH - Tracking & Tracing (T&T). Отслеживание посылок в грузовых перевозках. Используется в основном для передачи информации, связанной с опозданием прибытия транспорта. Также позволяет, например, сообщить о состоянии товаров в холодильной камере или о состоянии вагонных тормозов или автоматически включить автосигнализацию, когда происходит отклонение от маршрута, например, в случае кражи. T&T базируются на основе RFID для выборочного наблюдения и на GPS и GSM-R для постоянного наблюдения.

UML - Unified Modeling Language. Унифицированный язык моделирования. является графическим языком для визуализации, специфицирования, конструирования и документирования систем, в которых большая роль принадлежит программному обеспечению.

UMTS - Universal Mobile Telecommunication System. Третье поколение мобильной радиостанции.

VAL Автоматическое легкое транспортное средство. «Light Rail» без водителя, например, реализуется в городах Лилль и Ренн, а также на участках метро Парижа.

Yield Management - В транспортном секторе: Инструмент, как правило, связанный с компьютером, который позволяет одновременно регулировать соотношение спроса с возможностями. С финансовой точки зрения: увеличение общего дохода с помощью комплексных информационных технологий.

Представленный перечень терминов не является полным, в связи со стремительным развитием ИТС постоянно расширяется.

Список использованной литературы.

1. Козлов Л.С. Интеллектуальные транспортные системы как инструмент повышения конкурентоспособности и рентабельности //Съезд Союза транспортников России. М. апрель 2011 г. // www.gosbook.ru/node/23744
2. «Разработка концепции создания интеллектуальной транспортной системы на автомобильных дорогах федерального значения» // Отчет НДР. Государственному контракту № УД-47/261, г. Москва, МАДИ, 2009. - - 95 с.
3. Kabashkin I. Transport Telematics. - Riga: RAU, 1999. - 342 p.
4. Chen K., Miles I. C. ITS Handbook 2000: Recommendations from the World Road Association (PIARC). — Boston; London: ArtechHouse, 1999. - 434 p.
5. National ITS Architecture Team. Regional ITS Architecture Guidance - Developing, Using and Maintaining on ITS Architecture for Your Region. Report No FHWA/BOPB02B024, 2001.
6. Архитектура интеллектуальных транспортных систем на примере U.S. DoT ITS. www.iteris.com/itsarch/index.htm
7. Intelligent Transport Systems (ITS): an area to be strengthened in the Transport sector. http://www.unece.org/trans/theme_its.html
8. Концепция Федерального Закона РФ « Интеллектуальная транспортная система Российской Федерации». <http://www.tpsa.ru/files/Koncepcia%20Intellectualnie%20transportnie%20systemi.pdf>.
9. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года // www.atb-tsa.ru/zakonodatelstvo/transport
10. Интеллектуальные транспортные системы. Схема построения архитектуры интеллектуальных транспортных систем. Часть 1. Сервисные домены в области интеллектуальных транспортных систем, сервисные группы и сервисы. Государственный стандарт, Российская Федерация, от 01 августа 2011 года № ГОСТ Р ИСО 14813-1-2011.
11. Сладковски А., Соловьев В.П., Скалзуб В.В. Концепция международной магистерской программы в области железнодорожных интеллектуальных транспортных систем /Сб. материалов II

- международной научно-практической конференции «ИнтеллектТранс-2012», СПб, ПГУПС, 2012. С. 468 – 473.
12. Тишкин Е.М. Информационно-управляющие технологии эксплуатации вагонного парка. – М.: Тр. ВНИИАС, вып. 4, 2004. – 184 с.
 13. Гапанович В.А., Розенберг И.Н. Основные направления развития интеллектуального железнодорожного транспорта // Железнодорожный транспорт. – 2011. – №4. – С. 5–11.
 14. Розенберг Е.Н. «Современные технологии для перехода к интеллектуальному железнодорожному транспорту». // Всемирный электротехнический конгрессе (ВЭЛК-2011), г. Москва, 4-5 октября 2011г. / www.ruscable.ru/article/Sovremennye_tehnologiy.
 15. Розенберг Е.Н., Розенберг И.Н. Интеллектуальный железнодорожный транспорт. // www.ecw.ru/publ1.php?publid=2010-05a13
 16. Intelligent Transport Systems (ITS) for sustainable mobility. UN, Economic Commission for Europe, UNECE. Geneva, February 2012. – 120 pp.
 17. Modern Transport Telematics / Ed. Jerzy Mikulski // 11th International Conference on Transport Systems Telematics, TST 2011. Katowice-Ustron, Poland, October 19-22, 2011. – 418 p.
 18. Инновации – спутниковые и геоинформационные технологии // www.vniias.ru/2011-10-04-11-18-31
 19. Власов В. М. Транспортная телематика в дорожной отрасли / В. М. Власов, Д. Б. Ефименко, – М.: МАДИ, 2013. – 80 с.
 20. Попов П. А. Подсистема евробализов. Техническое описание / П. А. Попов, А. С. Ададуров // Автоматика, связь, информатика. – 2010. – №9. – С. 14 – 15.
 21. Бойник А. Б. Системы интервального регулирования движения поездов на перегонах / А. Б. Бойник, С. В. Кошевой, С. В. Панченко и др. – Харьков: УкрГАЗТ, 2005. – 256 с.
 22. Зорин В. И. Микропроцессорные локомотивные системы обеспечения безопасности движения поездов нового поколения / В. И. Зорин, П. В. Титов // Железные дороги мира. – 2003. – №7.
 23. Тильк И. Г. Новые устройства автоматики и телемеханики железнодорожного транспорта / И. Г. Тильк. – Екатеринбург: УрГУПС, 2010. – 168 с.
 24. Лисенков В. М. Системы управления движением поездов на перегонах. Ч. 1: Функциональные схемы систем / В. М. Лисенков,

- П. и др.; ред. В. М. Лисенкова – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2009. – 160 с.
25. Поваляев Е., Хуторной С.. Системы спутниковой навигации ГЛОНАСС и GPS. Часть 1 [Электронный ресурс] – Режим доступа:
www.electrolib.com/library/gnss/Povalyaev_part1_GLONASS-GPS.pdf.
26. Насыров И.А. Введение в современные спутниковые радионавигационные системы. Часть 1: общие принципы, современное состояние, перспективы развития. Уч. пособие / И.А. Насыров – Казанский государственный университет, 2005. – 43 с.
27. Шебшаевич В.С. Сетевые спутниковые навигационные системы / В.С. Шебшаевич. – М.: Радио и связь, 1993. – 408 с.
28. Спутниковая система навигации. [Электронный ресурс] – Режим доступа:
www.ru.wikipedia.org/wiki/Спутниковая_система_навигации
29. Система глобального позиционирования GPS. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [www/bib.convdocs.org/v25785](http://www.bib.convdocs.org/v25785). – Название с экрана
30. Ходжаев У., Томас П. Система ITCS. Интеллектуально-интервальное управление движением / У. Ходжаев, П.Томас // Автоматика, связь, информатика. 2006. – №8 – С. 48-49.
31. Розенберг И.Н., Сазонов Н.В., Железнов М.М., Васлейский А.С. Применение технологий спутниковой навигации, космического дистанционного зондирования и спутниковой связи в интересах железнодорожного транспорта. [Электронный ресурс]: www.d33.infospace.ru/d33_conf/2008_conf_pdf/P/Vasileuskiu.pdf.
32. William R. Cheswick, Steven M. Bellovin, Aviel D. Rubin. Firewalls and Internet Security, 2nd Edition. Addison Wesley – 2003. - 464 pp
33. Bragg R., Rhodes-Ousley M, Keith E. Network Security. Strassberg Osborne/McGraw-Hill – 2003. - 896 pp
34. John R. Vacca. Managing Information Security. Syngress – 2010. - 320 pp
35. Галицкий А., Рябко С., Шаньгин В. Защита информации в сети - анализ технологий и синтез решений. - М: ДМК пресс – 2004. – 616 с.
36. Schiller J. Mobile Communications (2nd Edition). Pearson Education Limited – 2003. - 492pp

37. Новохацкий А.Ф., Цейтлин С.Ю., Чередниченко М.С. Перспективы внедрения новых информационных технологий в перевозочном процессе на основе АСК ВП УЗ-Е // Современные информационные технологии на транспорте, в промышленности и образовании / Тез. докл. Международной научно-практической конф. Днепропетровск, 2013. – С. 24 – 28.
38. Скалозуб В.В., Якунин А.А., Заец А.П. Интеллектуальные технологии и модели информационного взаимодействия объектов при GPS мониторинге эксплуатационных характеристик железнодорожного транспорта на промышленных предприятиях // Современные информационные технологии на транспорте, в промышленности и образовании / Тез. докл. Международной научно-практической конференции. Днепропетровск, 2013. – С. 43 – 44.
39. Скалозуб В.В. Экономико-математическое обоснование потребности в вагонных парках операторов железнодорожного транспорта / В.В. Скалозуб, М.С. Чередниченко // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Дніпропетровськ: Видавництво Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2010, Вип. 31. – С. 240-248.

Авторы:

Скалозуб Владислав Васильевич,

профессор, декан факультета «Техническая кибернетика», заведующий кафедрой компьютерных информационных технологий Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Днепропетровск, Украина

Соловьев Владимир Павлович,

профессор, заведующий кафедрой "Информационные технологии" Московского государственного университета путей сообщения, г. Москва, Россия.

Жуковицкий Игорь Владимирович,

профессор, заведующий кафедрой электронных вычислительных машин Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Днепропетровск, Украина

Гончаров Константин Викторович,

доцент кафедры автоматики, телемеханики и связи Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Днепропетровск, Украина.

Рецензенты
(Украина):

Бутько Татьяна Васильевна,

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой управления процессами перевозок Харьковской государственной академии железнодорожного транспорта, г. Харьков, Украина.

Михалев Александр Ильич,

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Информационные системы и технологии», Днепропетровская национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск, Украина.

Наукове видання

Скалозуб Владислав Васильович, **Соловйов** Володимир Павлович,
Жуковицький Ігор Володимирович,
Гончаров Костянтин Вікторович

Інтелектуальні транспортні системи залізничного транспорту (основи інноваційних технологій)

Посібник
(Російською мовою)

У авторській редакції
Комп'ютерна верстка *О. М. Гончаренко*

Формат 60×84 $\frac{1}{16}$. Ум. Друк. Арк.. 11,74 . Обл.-вид. арк.. 11,92.
Тираж 20 пр. Зам. №23.

Видавництво Дніпропетровського національного університету залізничного
транспорту вмені академіка В. Лазаряна
вул. Лазаряна, 2, м. Дніпропетровськ, 49010.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1315 від 31.03.2003 р.