

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта

На правах рукописи

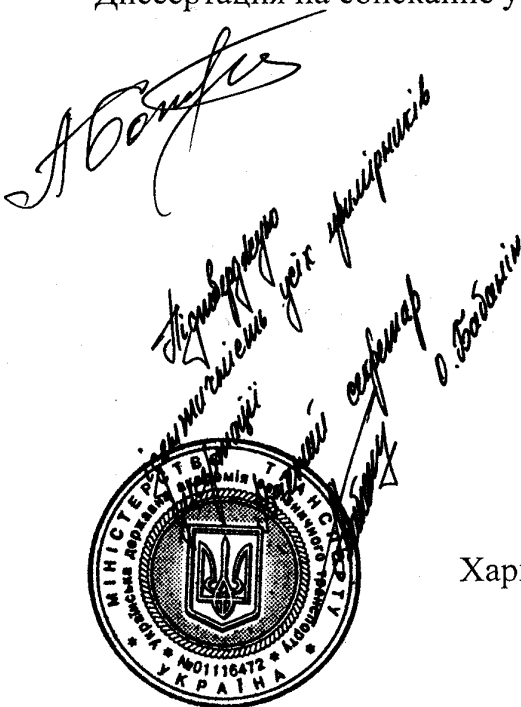
БОЙНИК Анатолий Борисович

УДК 656.216.2: 658.011.8

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭФФЕКТИВНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ**

05.22.20 – Эксплуатация и ремонт средств транспорта

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук



Научный консультант:

Соболев Юрий Владимирович

доктор технических наук, профессор

Харьков - 2003

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ОБЗОР И АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ В ОДНОМ УРОВНЕ ЖЕЛЕЗНЫХ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	
1.1. Историография и классификация ограждающих устройств железнодорожных переездов	16
1.2. Анализ современной тенденции совершенствования систем управления ограждающими устройствами.....	24
1.3. Обзор и характеристика железнодорожных переездов Украины и анализ условий движения транспорта.....	29
1.4. Анализ состояния безопасности движения транспорта.....	38
1.5. Анализ теоретических методов оценки опасности переездов.....	50
1.6. Пути повышения эффективности функционирования транспортных пересечений в одном уровне.....	57
Выводы к разделу 1.....	65
2. РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ БЕЗОПАСНОГО ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТА НА ПЕРЕЕЗДАХ	
2.1. Текущий и суммарный транспортный риск движения.....	67
2.2. Формализация информационных возможностей ограждающих устройств.....	70
2.3. Вероятностные состояния процессов движения транспорта на переездах и их опасные дестабилизирующие факторы.....	78
2.4. Вероятностная модель функционирования железнодорожных переездов по критерию безопасности	91
2.5. Вероятностная модель функционирования железнодорожных переездов по критерию средних задержек автотранспортных средств.....	103
2.6. Усовершенствованный комплексный метод оценки безопасности переездов.....	112

Выводы к разделу 2.....	118
3. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ	
3.1. Критерий эффективности систем управления ограждающими устройствами.....	120
3.2. Общие принципы систематизации и классификация систем управления ограждающими устройствами	124
3.3. Синтез путевых датчиков систем управления ограждающими устройствами.....	131
3.3.1. Вероятностная оценка опасных отказов путевых датчиков и особенности адаптивного регулирования их параметров.....	131
3.3.2. Классификация рельсовых цепей наложения и обобщенное теоретическое обоснование режимов их работы.....	143
3.4. Основные направления построения интеллектуальных систем управления ограждающими устройствами.....	157
3.4.1. Принципы управления ограждающими устройствами при перспективном интервальном регулировании движения поездов.....	157
3.4.2. Структура и особенности микропроцессорных систем управления ограждающими устройствами с парированием отказов	164
Выводы к разделу 3.....	179
4. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПЕРЕЕЗДОВ С РАЗЛИЧНЫМИ СИСТЕМАМИ УПРАВЛЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ	
4.1. Особенности моделирования процессов функционирования переездов....	182
4.2. Разработка формализованной математической модели.....	186
4.3. Анализ разработанной модели и результатов моделирования.....	204

Выводы к разделу 4	212
5. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА	214
5.1. Дистанционное управление ограждающими устройствами переездов и особенности цветного видеонаблюдения за процессом движения транспорта.....	216
5.2. Диагностирование и прогнозирование технического состояния ограждающих устройств и систем их управления	227
5.3. Автоматизация контроля опасных состояний процессов движения транспорта в зоне переездов.....	242
Выводы к разделу 5	258
6. РЕАЛИЗАЦИЯ РАЗРАБОТАННЫХ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ УПРАВЛЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ	
6.1. Перспективные системы управления ограждающими устройствами.....	260
6.1.1. Система управления ограждающими устройствами с автоматическим контролем аварийных ситуаций в опасной зоне переездов.....	260
6.1.2. Система управления ограждающими устройствами с приоритетом движения через переезды специальных видов безрельсового транспорта	270
6.1.3 Система управления ограждающими устройствами с приоритетом движения через переезды автотранспортных средств	276
6.2. Системы управления ограждающими устройствами опасных объектов железнодорожного транспорта.....	280
6.2.1. Система дистанционного управления ограждением составов на станционных путях.....	280
6.2.2. Система дистанционного управления ограждающими устройствами въездной и выездной сигнализации.....	286

6.3. Перспективные рельсовые цепи наложения систем управления ограждающими устройствами.....	293
Выводы к разделу 6.....	306
ВЫВОДЫ.....	309
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	315
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	333

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

- АС – автотранспортное средство;
- ДТП – дорожно-транспортное происшествие;
- ОУ – ограждающие устройства;
- СУ – система управления;
- СУ ОУ – системы управления ограждающими устройствами;
- ПС – переездная сигнализация;
- АПС – автоматическая переездная сигнализация;
- АПШ – автоматическая переездная сигнализация со шлагбаумами;
- ДУ – дистанционное управление;
- ПД – путевой датчик;
- ИРДП – интервальное регулирование движения поездов;
- АЛС – автоматическая локомотивная сигнализация;
- АБ – автоматическая блокировка;
- ПТЭ – правила технической эксплуатации железных дорог Украины.

ВВЕДЕНИЕ

Транспортная система Украины выполняет большую роль в удовлетворении потребностей населения и предприятий в перевозках, что способствует улучшению экономических связей между регионами, решению многих социальных вопросов и организации внешней торговли.

Железнодорожный транспорт занимает основное место в этой системе, обеспечивает перевозку около 69% грузов и более 65% пассажиров от всех общегосударственных. Важным показателем деятельности железнодорожного транспорта является безопасность движения и пропускная способность. Общая сумма материальных убытков от нарушений условий безопасности движения и задержек поездов на магистральном транспорте в 2000 году составила 3,51 млн. гривен, в 2001 году – 4,25 млн. гривен. Основная часть аварий, ДТП и инцидентов, как свидетельствует статистика, происходит на сложных транспортных объектах, к числу которых относятся железнодорожные переезды, станции с технологическим обслуживанием подвижного состава, производственные помещения с въездом и выездом маневровых составов, туннели, эстакады погрузки – выгрузки и т.д. Анализ аварий и ДТП свидетельствует, что больше 75% из них связаны с человеческим фактором, а также эксплуатацией СУ, которые не в полной мере отвечают всем современным требованиям.

В комплексе технических средств железнодорожного транспорта важное место занимают системы автоматики и телемеханики, с помощью которых автоматизируется процесс его интервального регулирования на перегонах и станциях, а также обеспечивается безопасность движения. Для повышения пропускной способности и безопасности движения транспорта сложные транспортные объекты оборудуются специальными ОУ с автоматическим и полуавтоматическим непосредственным или дистанционным управлением. СУ ОУ занимают особое место среди систем регулирования движения транспорта из-за их важной роли в одновременном обеспечении безопасности движения разных видов транспорта, технологического персонала и пешеходов, а также пропускной способности. Поэтому вопросы совершенствования СУ ОУ и создания их нового поколения давно являются предметом исследования как в нашей стране, так и за рубежом.

Актуальность темы. В условиях рыночной экономики на железнодорожном транспорте произошли важные структурные, социальные и экономические изменения. Поэтому действующая система обеспечения безопасности движения транспорта и пропускной способности на сложных транспортных объектах требует значительного усовершенствования. За последние одиннадцать лет на 18000 железнодорожных переездов магистрального и промышленного транспорта Украины произошло более 1100 ДТП, в которых пострадали тысячи людей и на сотни часов задерживалось движение транспорта. На переездах магистрального железнодорожного транспорта за последние четыре года зарегистрировано 510 ДТП, в которых погибло 143 и получили ранения более 500 человек. В 434 случаях этих ДТП поезда сталкивались с АС и в 76 случаях АС с поездами. На других сложных транспортных объектах число аварий и происшествий составляет несколько сотен, при которых повреждалась техника и инженерное оборудование, что вызвало значительные экономические потери и большие нерациональные транспортные задержки.

Развитие средств железнодорожной автоматики в конце 50 – 60 годов прошлого столетия позволило в определенной мере автоматизировать процессы управления ОУ. В дальнейшем изменялась элементная база СУ, модернизировалась конструкция ОУ, но их принципы построения практически оставались без изменений. За это время значительно изменились технические возможности транспортных средств и железнодорожного подвижного состава, а также интенсивность и скорости их движения, что вызвало введение новых правил дорожного движения и правил технической эксплуатации железных дорог. В результате наступило несоответствие технических возможностей СУ ОУ современным требованиям как по обеспечению безопасности и пропускной способности, так и по автоматизации процессов функционирования. Вопрос о ликвидации сложных транспортных объектов, в том числе и железнодорожных переездов, по экономическим соображениям не рассматривается ни в одной стране мира, имеющей железнодорожный транспорт. Наоборот, последние годы характеризуются повышенным вниманием к разработке эффективных СУ ОУ. На Украине соответствующие работы по существу остаются еще в начальной стадии и ведутся крайне медленно, разрозненно, без общего плана, хотя при этом не подлежит сомнению, что совершенствование процессов

управления движения транспорта на опасных транспортных объектах необходимо осуществлять по научно и практически обоснованному плану.

Расширение границ использования СУ ОУ неминуемо приводит к изменению требований к эффективности характеристик и, особенно, по безопасности движения транспорта, пропускной способности, оптимальности ДУ и возможности видеоконтроля технологических операций, а также опасных зон. Возникают проблемы оптимизации СУ ОУ, эффективности используемых критериев и разработки их новых видов, которые в полной мере отвечают современным требованиям. Решение проблемы повышения эффективности функционирования СУ ОУ имеет комплексный характер и может быть выполнено в результате разработки математических моделей функционирования и моделирования процессов работы сложных транспортных объектов на основе оценки критериев безопасности движения, а также пропускной способности. Это позволит создать эффективные СУ ОУ нового поколения с усовершенствованными принципами построения. Таким образом, развитие теоретических основ эффективного функционирования СУ ОУ является актуальной научной проблемой и имеет большое значение для транспорта Украины.

Связь работы с научными программами. Диссертационная работа выполнена на кафедре «Автоматика и компьютерные системы управления» Украинской государственной академии железнодорожного транспорта с 1982 по 2002 гг. и последние годы в соответствии с Постановою КМУ від 22 квітня 1997 року № 367 «Про Програму підвищення безпеки руху на залізницях у 1997 – 2001 роках»: розділ 4. “Розроблення і впровадження засобів неруйнівного контролю та діагностики рейок і деталей рухомого складу”, розділ 5. “Розроблення і впровадження пристроїв запобігання зіткненням транспортних засобів на залізничних переїздах”, а також розділ 8. “Пріоритетні наукові дослідження та найважливіші розробки” – Розроблення нормативної документації щодо забезпечення безпеки руху, а также в связи с реализацией ряда Постановлений СМ СССР от 20 июня 1982 года № 539, от 10 марта 1988 года № 179, от 29 ноября 1990 года № 1097 «О мерах по усилению безопасности движения на железнодорожных переїздах».

В процессе подготовки диссертации автором в качестве ответственного исполнителя и исполнителя (старшего научного сотрудника) были выполнены

УкрГАЗТ (ХИИТ, ХарГАЗТ) следующие научно-исследовательские работы:

“Разработка мероприятий по повышению надежности автоматики и телемеханики” № ГР 018288012032 Инв. № 0283.0027849, “Разработка мероприятий по повышению надежности автоматики и телемеханики” № ГР 0188830020560, Инв. № 0281.0016481, “Повышение надежности автоматической блокировки” № ГР 01840015763, Инв. № 0275.0009137, “Повышение защищенности автоблокировки от схода изолирующих стыков и толчков тягового тока” № ГР 01870020197, Инв. № 029.00055517, “Разработка мероприятий и средств повышения эксплуатационной надежности устройств железнодорожной автоматики” № ГР 01910033284, Инв. № 0291.0023763, “Теоретичні дослідження статистичних характеристик спрацювання поверхні катання рейок у повздовжньому профілю в експлуатаційних умовах” № ДР 0199U003104, архив. № 0202U006021, “Дослідження роботи безстикової колії в процесі експлуатації” № ДР 0100U000820.

Цель и задачи исследований. Целью работы является решение научно-прикладной проблемы – повышение эффективности эксплуатации СУ ОУ опасных транспортных объектов за счет улучшения качества их функционирования и проектных решений, направленных на обеспечение безопасности движения и пропускной способности транспорта. Средством для достижения поставленной цели является математическое моделирование процессов движения транспорта и управления ОУ, которое построено на единой методологической основе взаимосвязанных функциональных моделей с использованием системного подхода.

Для достижения поставленной цели потребовалось решить следующие задачи:

- провести анализ процессов функционирования различных СУ ОУ опасных объектов железнодорожного транспорта для повышения безопасности движения и увеличения их пропускной способности;
- исследовать характер конфликтных ситуаций в опасных зонах переездов как одних из самых опасных транспортных объектах и разработать оценочный критерий эффективности СУ ОУ;
- разработать модели процессов функционирования железнодорожных переездов по критериям безопасности движения транспорта, пропускной способности с учетом

- транспортных задержек и влияния отказов элементов СУ, а также определить вероятность ДТП и оценить средние задержки АС;
- исследовать эффективность разработанных методов оценки безопасности движения транспорта в опасных зонах транспортных объектов и усовершенствовать метод оценки безопасности железнодорожных переездов разных категорий с учетом их загрузки;
 - исследовать эксплуатируемые и перспективные СУ ОУ переездов по критерию времени извещения и разработать оптимальные принципы их построения и рациональные структуры интеллектуальных систем с учетом автоматизации контроля опасных ситуаций и приоритетного пропуска специальных видов АС;
 - разработать модель опасного влияния ПД наложения на процессы функционирования СУ ОУ и определить их вероятностные показатели;
 - разработать имитационную модель процессов функционирования переездов и определить транспортные задержки при поездном и маневровом характере движения железнодорожных составов;
 - обосновать концепцию дальнейшего развития и усовершенствования СУ ОУ.

Объектом исследования являются процессы функционирования опасных транспортных объектов и их СУ ОУ при различной интенсивности и параметрах движения транспорта, которые требуют решения достаточно широкого круга задач теоретического, практического и организационного плана.

Предметом исследования являются опасные транспортные объекты – железнодорожные переезды, станционные технологические пути и производственные помещения, имеющие вводы железнодорожных путей.

Методы исследования. Для решения поставленных в диссертационной работе задач использованы методы теории вероятности и математической статистики, математического анализа, теории массового обслуживания, теории автоматического регулирования, математического и имитационного моделирования, теории надежности, также численные методы расчетов на ЭВМ.

Научная новизна полученных в диссертации результатов. Решена научно – прикладная проблема создания эффективных СУ ОУ нового поколения опасных

транспортных объектов, которые обеспечат повышение уровня безопасности движения транспорта и их пропускной способности.

Впервые установлены, созданы и предложены:

- корреляционные зависимости взаимосвязи между возникновением ДТП, задержками транспортных средств и интенсивностью их движения, опасными ошибками водителей, дежурных по переезду и опасными отказами элементов СУ ОУ;
- модели функционирования переездов по критериям безопасности и пропускной способности, позволяющие достоверно оценивать их эффективность при различных параметрах движения транспорта и возникновении дестабилизирующих факторов;
- модель опасного влияния путевых датчиков на процессы функционирования СУ ОУ;
- имитационная модель функционирования переездов с различными СУ ОУ для машинного (компьютерного) эксперимента по исследованию транспортных задержек при стационарном и нестационарном режимах движения;
- научно обоснована концепция совершенствования СУ ОУ опасных объектов железнодорожного транспорта.

Усовершенствованы:

- метод оценки безопасности железнодорожных переездов разной категории с учетом их загрузки, который позволяет комплексно определять фактические и предельные показатели безопасности;
- модель прогнозирования состояния СУ ОУ на основе частного алгоритма экстраполяции, которая способствует переводу их технологического обслуживания на рациональный принцип – в зависимости от технического состояния.

Получили дальнейшее развитие принципы эффективного управления ОУ железнодорожных переездов, станционных технологических путей погрузки–выгрузки и пунктов технического обслуживания подвижного состава, а также производственных помещений с въездом – выездом маневровых составов.

Практическая ценность полученных результатов состоит в том, что реализация обоснованной в диссертации концепции совершенствования СУ ОУ обеспечивает значительное повышение безопасности движения транспорта и пропускной способности сложных транспортных объектов.

В диссертационную работу вошли научные положения, выводы и рекомендации, разработанные методы, модели и алгоритмы, которые получены автором в ходе выполнения ряда научно-исследовательских работ с 1982 по 2002 годы по заказу Министерства путей сообщения СССР, Міністерства транспорту України и Укрзалізниці, а также в соответствии с тематическими планами УкрГАЗТ (ХИИТ, ХарГАЗТ) и договорами о творческом содружестве с предприятиями.

Практическое применение находят следующие результаты работы [прилож. А, Б и В]:

1) методы оценки безопасности железнодорожных переездов в практике ЗАО «Институт Харьковский Промтранспроект»;

2) моделирующие программы определения эффективности функционирования железнодорожных переездов с различными СУ ОУ в практике ЗАО «Институт Харьковский Промтранспроект»;

3) автоматические СУ ОУ железнодорожных переездов на магистральном и промышленном транспорте, а также Лисичанском НПЗ, Рубежанском ПО «Краситель», п/я А-7462, п/я 2609, Могилевском ПО «Химволокно» и других предприятиях Украины, Российской Федерации и Белоруссии;

4) алгоритмы последовательного и параллельного отображения видеоинформации на цветных дисплеях в ГП Харьковский метрополитен;

5) способы оптимального расположения органов ДУ ОУ в ГП Харьковский метрополитен;

6) полуавтоматические системы въездной и выездной сигнализации на Белгородском заводе «Энергомаш»;

7) полуавтоматические системы дистанционного ограждения составов на станционных технологических путях Астраханского ГПЗ.

Теоретические результаты, полученные в диссертации, используются в курсе лекций по дисциплинам «Системы автоматики и телемеханики на перегонах», «Системы автоматики на станциях», «Специальные измерения и техническая диагностика устройств железнодорожной автоматики», в курсовом и дипломном проектировании на ФПК и подготовке магистров в ИППК [прилож. Д].

Подтвержденный годовой экономический эффект от внедрения результатов работы составляет 629,4 тысячи гривен и 201,1 тысячу российских рублей.

Личный вклад соискателя. Все научные положения, разработки и результаты исследований, которые выносятся на защиту, получены лично автором. В научных трудах, которые опубликованы в соавторстве, личный вклад автора следующий: в работах [14, 15, 36, 81, 133, 168, 169] разработка перспективных принципов построения, структурных и принципиальных схем систем СУ ОУ на релейно-контактной и полупроводниковой элементной базе и теоретическое обоснование их эксплуатационной надежности; в работах [35, 39, 137, 141, 158, 170, 171] – принципы построения перспективных путевых датчиков, устройств электрического разделения смежных путевых датчиков с адаптивным регулированием и основы способа измерения амплитуд тягового и сигнального токов; в работах [38, 67, 68, 69] – теоретические и практические основы построения и реализации микропроцессорных СУ ОУ для различных транспортных эксплуатационных ситуаций; в работе [41] – критерии оценки состояния безопасности движения транспорта и перспективы совершенствования ОУ; в работах [42, 47, 49, 189] – пути совершенствования и принципы построения систем интервального регулирования движения поездов, особенности и роль СУ ОУ в обеспечении безопасности движения поездов; в работах [43, 51] – обобщены теоретические методы оценки опасности железнодорожных переездов; в работе [44] – анализ и причины ДТП на железнодорожных переездах, а также принципы построения автоматических устройств контроля состояния опасных зон на основе замкнутых и разомкнутых устройств технического «зрения» - промышленных телевизионно-вычислительных устройств; в работах [45, 46, 50] – критерии оценки дежурными по станции цветного видеоизображения опасных транспортных объектов и принципы построения оптимального дистанционного управления; в работе [116] – теоретические основы построения математической модели функционирования переезда.

Апробация результатов диссертации. Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на 19-ти научно-технических конференциях и школах – семинарах, в том числе:

а) 6-ти международных: 7 – й Международной школе - семинаре

«Микропроцессорные системы связи и управления на железнодорожном транспорте» (г. Алушта, 1994г.); 14 - й Міжнародній школі - семінарі «Перспективні системи управління на залізничному транспорті» (м. Алушта, 2001р.); 4 - й Міжнародній конференції «Вплив людського фактора на безпеку руху на залізничному транспорті» (м. Львів, 2001р.); 63-й Міжнародній науково-технічній конференції кафедр академії (ХарДАЗТ) та спеціалістів залізничного транспорту і підприємств (м. Харків, 2001р.); 64-й Міжнародній науково-технічній конференції кафедр академії (УкрДАЗТ) та спеціалістів залізничного транспорту і підприємств (м. Харків, 2002р.); 15 – й Міжнародній школі – семінарі «Перспективні системи управління на залізничному, промисловому та міському транспорті» (м. Алушта, 2002 р.).

б) 1-й республиканской: «Микропроцессорные системы связи и управления на железнодорожном транспорте » (г. Киев, 1991г.);

в) 2-х отраслевых: «Роль молодых ученых и специалистов в развитии научно - технического прогресса на железнодорожном транспорте» (г. Москва, 1984г.); «Предупреждение наездов подвижного состава на работников железнодорожного транспорта» (г. Новосибирск, 1985г.);

г) 9-ти (50–й, 51–й, 52–й, 53–й, 54–й, 55–й, 56–й, 57–й и 59–й) научно – технических конференциях кафедр института (ХИИТ), а затем академии (ХарГАЖТ и УкрГАЖТ) и специалистов железнодорожного транспорта с 1988 по 1997 годы (г. Харьков);

д) на совещании – «Перспективы развития и новые разработки железнодорожной автоматики» (г. Харьков, 1995г.).

Публикации. Материалы диссертации опубликованы в 25 основных и 15 дополнительных научных трудах (22 научных статьях, 11 трудах и тезисах конференций и 7 авторских свидетельствах на изобретения).

Структура и состав диссертации.

Диссертация состоит из введения, 6-ти разделов, выводов и приложений. Полный объем диссертации содержит 338 страниц, из которых 273 страницы основного текста, 68 рисунков и 23 таблицы по тексту (41 из них на отдельных страницах), список литературы из 194 наименований отечественных и зарубежных источников на 18 страницах и 4 приложения на 6 страницах.

РАЗДЕЛ 1

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ В ОДНОМ УРОВНЕ ЖЕЛЕЗНЫХ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

1.1. Историография и классификация ограждающих устройств железнодорожных переездов

Железнодорожные переезды – это места пересечения в одном уровне маршрутов движения железнодорожного и автодорожного транспорта, и поэтому необходимость в них появилась сразу же в процессе строительства первых железных дорог. Первые переезды появились сразу же после начала строительства железных дорог на пересечениях традиционных путей движения гужевого транспорта. Эти переезды представляли собой деревянные настилы, уложенные между рельсами, и не имели устройств регулирования очередности проследования через них поездов и гужевых карет.

Впервые ОУ на переездах были применены в конце XIX столетия в Англии после нескольких случаев столкновения поездов с автогужевыми каретами и были, по современным требованиям, весьма примитивными. Они представляли собой поворотные горизонтальные брусья, получившие название шлагбаумы, которые приводились в заградительное положение вручную. Эти шлагбаумы располагались на такой высоте от земли, чтобы их можно было легко заметить с проезжей части дороги, и в то же время они являлись, в абсолютном большинстве случаев, непреодолимым препятствием для автогужевого транспорта.

Позднее для шлагбаумов были разработаны различные механические приводы, которые получили широкое распространение во всех странах [34, 37, 40, 161]. Управление такими шлагбаумами осуществлялось специально подготовленными людьми – дежурными по переезду. Главной обязанностью этих дежурных было предотвращение столкновений поездов с автогужевыми каретами и уже появившимися первыми автомобилями. Из-за большой разницы в длине тормозного пути поездов и

автомобильного транспорта приоритет в движении через переезды был установлен для железнодорожного транспорта.

Движение через переезды автогужевых карет и автомобилей с целью обеспечения условий безопасности разрешалось с особой осторожностью и при нахождении шлагбаумов за пределами проезжей части автомобильной дороги. Кучеры автогужевых карет и водители АС перед въездом на переезд должны были остановить транспортное средство у шлагбаумов и визуально убедиться в отсутствии приближающихся к переезду поездов. Очевидно, что при этом железнодорожные пути должны просматриваться на достаточно большое расстояние в обе стороны от переезда. Такой порядок движения АС через переезд из-за своей эффективности сохранился и до настоящего времени. Так, видимость переезда считается удовлетворительной, если с АС, находящегося на расстоянии 50 м и менее от железнодорожного пути, приближающийся с любой стороны к переезду поезд виден за 400 м, а локомотивной бригаде переезд – на расстоянии не менее чем за 1000 м [6, 9, 60].

Со временем совершенствовались устройства и системы железнодорожной автоматики, среди которых переездные устройства занимали особое место. Так, на смену дистанционным неавтоматическим и полуавтоматическим системам управления движением поездов пришли первые системы АБ, усовершенствованные системы механической и электрической централизации, АЛС, системы диспетчерской централизации, системы диспетчерского управления с координатным контролем места нахождения поездов, полуавтоматические и автоматические СУ ОУ, диспетчерского контроля и т.д.[42, 60]. Все указанные системы получили название ИРДП, так как определяли пространственный и временной безопасный интервал попутного следования поездов, а также очередность безопасного движения транспорта на переездах (рис. 1.1).

В техническом комплексе ИРДП системы ПС относятся к классу локомотивных и других систем обеспечения безопасности движения. Разработка перспективных ОУ и способов их управления на переездах с невысокой интенсивностью движения транспорта позволила автоматизировать процесс формирования и передачи запрещающей информации в направлении АС и создать условия для сокращения штата

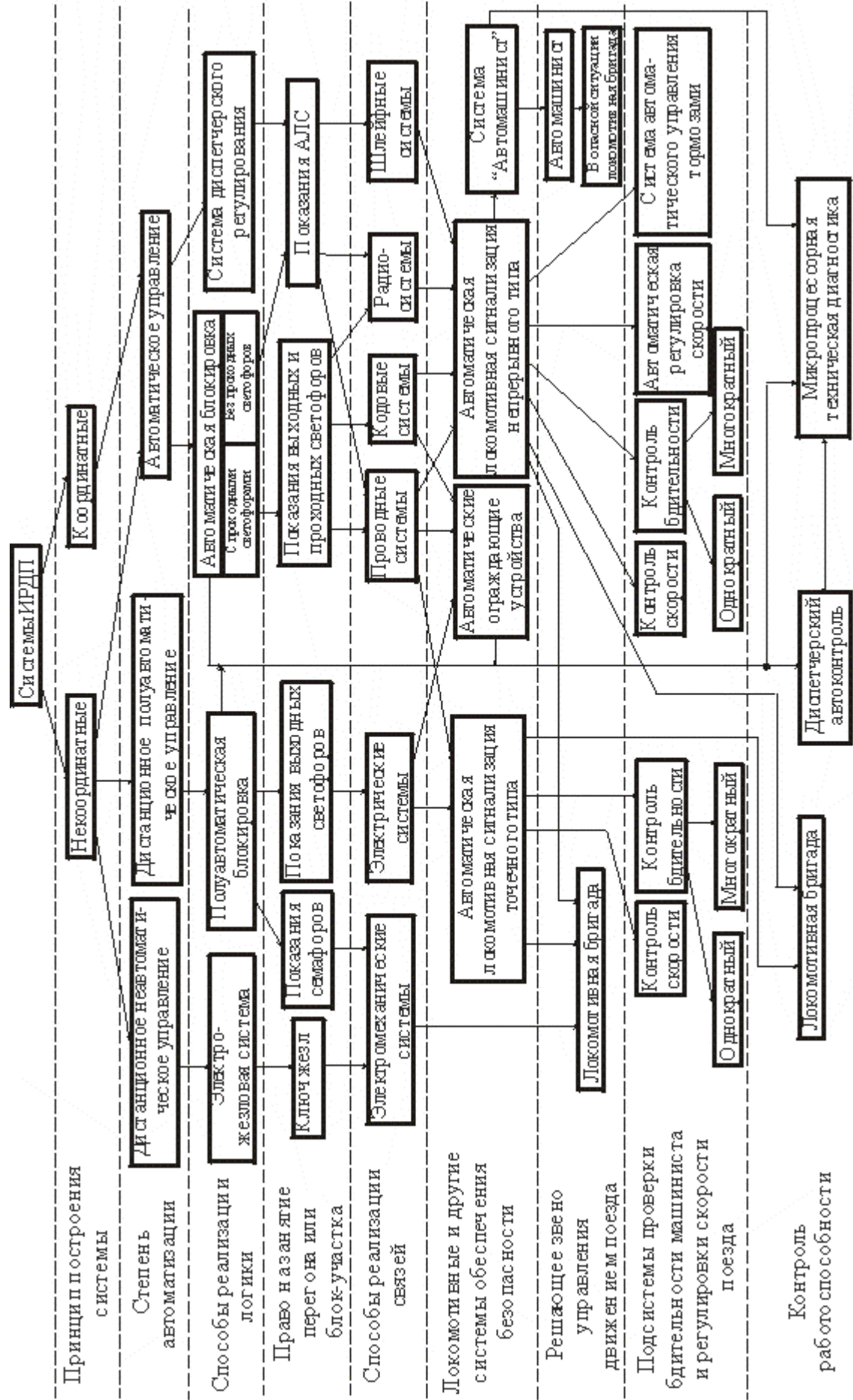


Рис. 1.1. Классификация технического комплекса интервального регулирования движения поездов на перегонах

дежурных по переездам. При этом ответственность за обеспечение безопасности движения возлагалась на водителей АС и машинистов поездов при условии, что ОУ заблаговременно подавалась запрещающая информация [2, 6, 9, 12].

В зависимости от факта присутствия на железнодорожных переездах дежурного они стали называться охраняемыми или неохраняемыми, а затем после утверждения Министерством транспорта Украины в 2002 году ПТЭ – регулируемые, с дежурным по переезду и без него [7].

В настоящее время общие принципы безопасного регулирования движения транспорта и пешеходов через переезды, в основном, определяются рядом показателей [37,42, 186], к которым относятся источники и каналы передачи запрещающей информации, датчики контроля места нахождения поездов, способы защиты от столкновений транспорта и т.д. (табл. 1.1).

В последнее время в странах СНГ и за их рубежом в зависимости от категории автомобильной и характеристики железной дорог все переезды подразделяются на переезды I, II, III и IV категории [9, 108, 110, 192]. В качестве устройств регулирования движения транспорта через переезды нашли применение следующие основные ОУ [6, 9, 12, 40, 194]:

- 1) автоматическая светофорная и оповестительная сигнализация с
 - а) автоматическими или полуавтоматическими шлагбаумами и устройствами ограждения переездов (поворотные металлические плиты – барьеры) (рис. 1.2);
 - б) автоматическими шлагбаумами;
 - в) полуавтоматическими (электрокнопочными) шлагбаумами;
 - г) механическими шлагбаумами;
 - д) ДУ;
- 2) автоматическая светофорная и оповестительная сигнализация;
- 3) механические шлагбаумы с оповестительной сигнализацией;
- 4) полуавтоматическая светофорная и оповестительная сигнализация;
- 5) горизонтально-поворотные шлагбаумы;
- б) крестообразные дорожные знаки.

Таблица 1.1

Анализ условий и устройств управления переездной сигнализацией

Условия и устройства	Железнодорожный транспорт	Автомобильный транспорт	Пешеходы
1	2	3	4
Длина тормозного пути	Не менее 1000 м	4 – 36 м	
Приоритет в движении через зону переезда	Поезда и маневровые составы		
Датчики контроля места нахождения транспорта и пешеходов перед переездом и в его зоне	Непрерывные и точечные путевые датчики (системы спутниковой навигации в будущем)	В эксплуатируемых системах не применяются	В эксплуатируемых системах не применяются
Источники запрещающей информации	На регулируемом переезде без дежурного – отсутствуют	На регулируемом переезде без дежурного – крестообразные дорожные знаки или автомобильные светофоры	На регулируемом переезде без дежурного – крестообразные дорожные знаки или автомобильные светофоры и акустическая сигнализация
	На регулируемом переезде с дежурным – заградительный светофор, факел-свечи, петарды, сигналы дежурного	На регулируемом переезде с дежурным – механические или автоматические шлагбаумы и автомобильные светофоры	На регулируемом переезде с дежурным – механические или автоматические шлагбаумы, автомобильные светофоры и акустическая сигнализация
Начало передачи запрещающей информации	В аварийном режиме – с момента включения заградительных светофоров	В нормальном режиме – не менее чем за 40-43 с до въезда поезда в зону переезда	В нормальном режиме – не менее чем за 40–43 с до въезда поезда в зону переезда
Прекращение передачи запрещающей информации	После выключения заградительных светофоров	Выезд последней колесной пары поезда за пределы зоны переезда	Выезд последней колесной пары поезда за пределы зоны переезда

Продолжение табл. 1.1

1	2	3	4
Каналы передачи запрещающей информации	Оптический и телемеханический	Оптический и акустический	Оптический и акустический
Аварийная ситуация	Нахождение автотранспортного средства в зоне переезда при приближении поезда	Приближение железнодорожного транспорта при нахождении автотранспортного средства в зоне переезда	Приближение железнодорожного транспорта при нахождении пешехода в зоне переезда
Способ защиты от наездов (аварий)	Информационный	Информационный	Информационный

В эксплуатируемых СУ ОУ на регулируемых переездах с дежурными и без них процесс их функционирования в основном осуществляется в автоматическом режиме. В то же время, на регулируемых переездах с дежурными для оперативного вмешательства в работу ОУ устанавливается специальный пульт управления. При нажатии кнопок на этом пульте автоматический процесс управления ОУ заменяется полуавтоматическим [9, 40, 60].

Для повышения надежности работы и сохранения «живучести» сигнализации автоматических ОУ источники запрещающей информации обязательно дублируются, а схемы управления ими построены так, чтобы выполнялось требование о включении этих источников при любых повреждениях СУ.

Для того чтобы железнодорожный переезд воспринимался не как обычный перекресток или другое пересечение автомобильных дорог, запрещающая сигнализация (информация), адресованная водителям и пешеходам, должна качественно отличаться от сигнализации на автомобильных дорогах.

Для этого автоматические ОУ имеют два горизонтально расположенных источника запрещающей информации, работающих в импульсном противофазном режиме.

Все современные СУ ОУ должны разрабатываться с учетом следующих эксплуатационных требований [6, 12, 40, 77]:

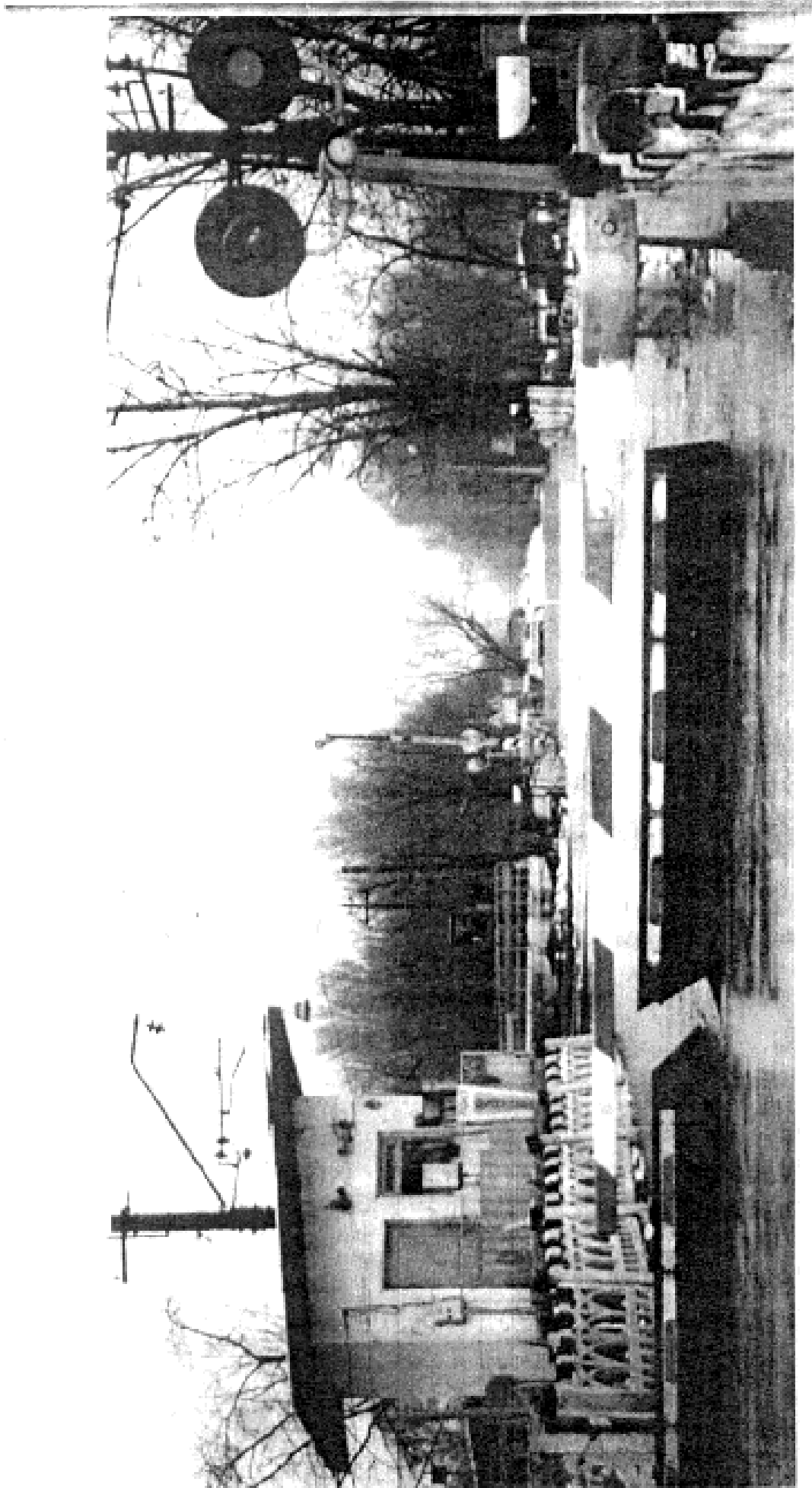


Рис. 1.2. Автоматическая и оповестительная сигнализация с автоматическими шлагбаумами и устройствами ограждения

- а) ОУ должна передаваться запрещающая информация водителям и пешеходам после въезда поезда на участок извещения за время, достаточное для заблаговременного освобождения опасной зоны переезда АС;
- б) прекращение передачи запрещающей информации ОУ должно наступать только после полного освобождения поездом участка извещения и опасной зоны переезда;
- в) на регулируемых переездах с дежурными должна иметься возможность резервного полуавтоматического управления ОУ;
- г) для своевременного информирования локомотивных бригад об аварийной ситуации на переездах вблизи них должны устанавливаться дополнительные автоматически или полуавтоматически действующие заградительные светофоры (в Украине и странах СНГ это требование выполняется в полуавтоматическом режиме только на регулируемых переездах с дежурными);
- д) на переездах с ДУ ОУ их включение осуществляется специальным уполномоченным лицом, а выключение - только в автоматическом режиме после полного освобождения поездом участка извещения и опасной зоны переезда.

На отдельных регулируемых переездах без дежурных и с высокой интенсивностью движения транспорта для улучшения условий безопасности, помимо основных источников запрещающей информации, применяется дополнительный источник предупредительной информации - бело-лунный мигающий огонь. Этот огонь на автодорожном светофоре может включаться только при отсутствии поездов на участке извещения и при исправном состоянии СУ ОУ. Очевидно, что водители АС после восприятия этой предупредительной информации могут перед проследованием опасной зоны переезда оптимально выбрать момент начала движения и его скорость. В то же время, как показывает статистика ДТП на переездах, это существенно помогает водителям АС правильно выполнять условия безопасного движения [18, 19, 84-94].

Все железнодорожные переезды по месту их расположения могут находиться [7, 9, 25-29]:

- а) на перегонах;
- б) на станциях;
- в) в черте населенных пунктов;
- г) на территории промышленных предприятий.

Большая часть перегонных переездов оборудована автоматическими СУ ОУ, а переезды, расположенные на станциях и в черте населенных пунктов, являются, в большинстве случаев, переездами с дежурным и поэтому оборудуются СУ с автоматическим, полуавтоматическим или ДУ ОУ.

Переезды промышленных предприятий, в зависимости от наличия на них дежурных, особенностей путевого развития и технологии производства, могут иметь различные вышеперечисленные ОУ, выбор которых осуществляется согласно действующим нормативным документам [110].

1.2. Анализ современной тенденции совершенствования систем управления ограждающими устройствами

Проблема безопасности движения поездов и АС всегда находится под особым контролем и пристальным вниманием эксплуатационных подразделений государственных и федеральных железных дорог развитых стран. Методы решения этой проблемы изменялись в зависимости от предъявляемых требований к необходимому уровню обеспечения безопасности движения, а также условий их возможной реализации [56, 61, 187].

Увеличение скорости движения поездов выдвинуло ряд дополнительных требований ко многим устройствам и системам обеспечения безопасности, включая и ПС. Учитывая, что полностью исключить переезды на железнодорожных магистралях пока не удалось ни одной стране мира, а общепринятый способ регулирования движения транспорта не является высокоэффективным, то продолжается дальнейшее совершенствование и разработка новых СУ ОУ. На

первый план выдвигаются задачи значительного сокращения числа аварий, уменьшения времени задержек АС у поездов и сокращения штата дежурного персонала [1, 6, 60, 64, 96, 97].

Решение этих задач приводит к необходимости расширения функциональных возможностей СУ ОУ, а, следовательно, к изменению структуры построения, применению перспективной элементной базы и использованию эффективных физических принципов реализации отдельных устройств [56, 61, 96].

Тенденции развития способов и СУ ОУ наиболее четко просматриваются при детальном анализе данных патентных документов и технической литературы, а также в трудах различных международных конференций и симпозиумов. Так, для разработки прогнозных оценок направлений совершенствования СУ ОУ предлагалось несколько методов, но наиболее целесообразным представляется метод патентной и технической статистики. Этот метод обладает рядом преимуществ по сравнению с другими: достоверностью, возможностью компьютерной классификации, оперативностью и т.д. Однако из-за отсутствия в середине 90-х годов глобальной информационной компьютерной сети широкого распространения он не получил.

В настоящее время его использование возможно и применительно к СУ ОУ, а в качестве критериев оценки дальнейшего развития указанных систем могут служить наиболее эффективные направления совершенствования их элементов и узлов. Анализ более чем 750 литературных источников указывает на эффективность использования восьми основных критериев, с помощью которых можно в полной мере оценить направление развития и совершенствование СУ ОУ в 62 странах мира, включая и Украину.

Обработка указанных источников информации заключалась в выполнении математических расчетов по определению весовых коэффициентов значимости (g_i) и динамичности (d_i) отдельных направлений совершенствования и проведении качественного анализа сущности технических решений. По результатам значений указанных коэффициентов можно установить ранги

значимости и перспективности исследуемых направлений R_g и R_d , а с учетом качественного анализа – итоговое ранжирование развития СУ ОУ [61].

Коэффициенты g_i и d_i можно определить по формулам

$$g_i = \frac{N_i}{\sum_{i=1}^{20} N_i}; \quad d_i = \sum_{i=1}^{20} k_i N_i, \quad (1.1)$$

где $i = 1, 2, 3 \dots 20$ – годы в исследуемом периоде времени;

N_i – объем (количество) исследуемой информации;

k_i – коэффициент изменения исследуемой информации.

Итоговое ранжирование отдельных направлений совершенствования СУ ОУ выполнено по совокупности всех оценок и представлено в табл. 1.2.

Если «мировой уровень» оценить коэффициентами значимости, то в развитых странах они во многом аналогичны, а в странах СНГ приоритеты несколько отличаются и имеют как общие, так и отличительные тенденции, очевидно вызванные экономическими факторами. Так, в развитых странах особое внимание уделяется разработке устройств контроля опасных ситуаций, новых ПД определения параметров движения поезда на участке извещения и новых принципов управления ОУ. В то же время, в странах СНГ большее внимание уделяется совершенствованию автодорожных светофоров, шлагбаумов, их приводов управления и разработке устройств заграждения переездов. Результаты анализа также определили страны с интенсивным развитием СУ ОУ.

Наибольший процент в разработке устройств и СУ ОУ приходится на Японию (около 29%), Германию и США (по 14%), страны СНГ (около 13,8%), Францию (около 6,1%), Китай (около 5,2%) и другие страны (31,9%).

Рассматривая общую динамику развития устройств и СУ ОУ за последние 20 лет, можно отметить два максимума (1979-1980гг. и 1987-1991гг.) и два минимума (1984-1985гг. и 1994-1995гг.), а также начало нового затяжного цикла развития в 1996 г. (рис.1.3).

Таблица 1.2

Направления совершенствования систем переездной сигнализации
по патентной и технической статистике

Наименование	Направления исследования	Статистический анализ			Экспертная оценка ранга направления		
		Процент от всех литературных источников	Международный ранг значимости	Коэффициент динамичности	Развитые страны	СНГ	Украина
Ограждающие устройства:		всего 20					
Светофоры	1	9	0,1	+0,016	2	1	1
Шлагбаумы	2	7	0,08	-0,155	4	2	2
устройства заграждения	3	4	0,1	-0,234	3	1	-
Системы управления:		всего 41					
элементная база	4	17	0,1	+0,076	4	3	-
принципы построения	5	10	0,1	+0,08	3	5	-
приводы шлагбаумов и схемы светофоров	6	14	0,07	-0,025	5	4	3
Устройства контроля опасных ситуаций	7	27	0,25	+0,12	1	5	-
Путевые датчики и устройства определения параметров движения поезда	8	12	0,2	+0,09	2	5	-

В то же время, защитой национальных интересов за рубежом и поиском рынка сбыта СУ ОУ особенно активно занимаются США, Франция и Германия, а Япония, несмотря на значительный уровень развития систем, значительно отстает.

СУ ОУ стран СНГ не нашли распространения за рубежом и применяются в основном на переездах своих железных дорог. Динамика их развития в наиболее развитых странах за указанный период показывает их неустойчивую колеблющуюся тенденцию (рис. 1.4).

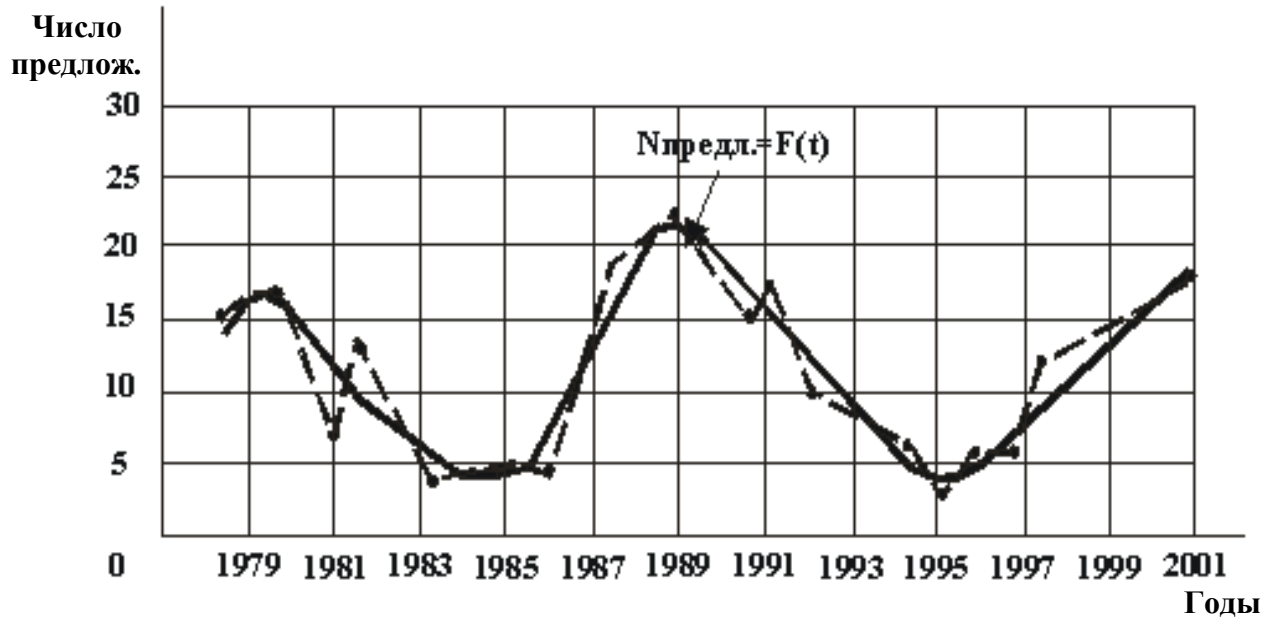


Рис. 1.3. Общая динамика развития систем управления ограждающими устройствами в разных странах мира

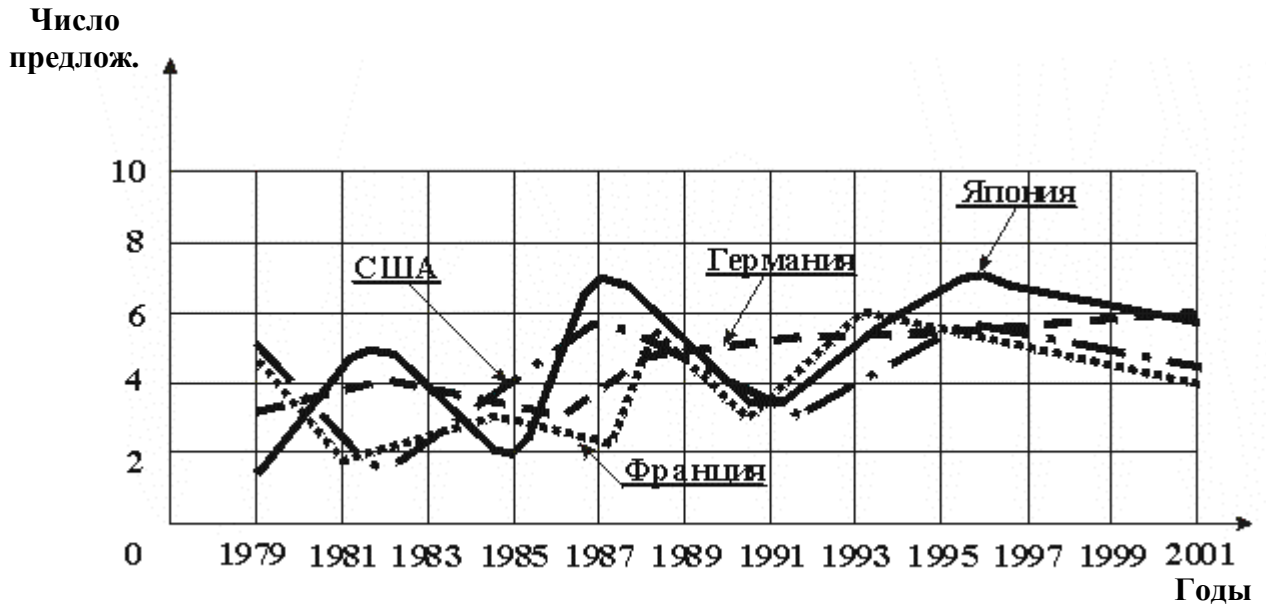


Рис. 1.4. Динамика развития систем управления ограждающими устройствами в наиболее развитых странах

Таким образом, основными направлениями развития СУ ОУ в международном масштабе являются:

- а) разработка устройств контроля аварийных ситуаций;
- б) разработка ПД для участков извещения с контролем параметров движения поезда;
- в) разработка устройств заграждения переезда;
- г) совершенствование ОУ в направлении повышения выразительности и увеличения объема передаваемой водителям АС запрещающей информации;
- д) разработка СУ ОУ с использованием микроконтроллеров, позволяющих улучшить адаптивные и функциональные диагностические возможности, включая ДУ.

1.3. Обзор и характеристика железнодорожных переездов Украины и анализ условий движения транспорта

Магистральные железные дороги. В период с 1996 по 2002 годы на сети магистральных железных дорог Украины ежегодно эксплуатировалось более 6,3 тысяч переездов [18, 19, 25-29]. Анализ динамики количественного их изменения за указанный период указывает на некоторое уменьшение (рис.1.5). Это объясняется реконструкцией малодеятельных участков железных дорог в связи с уменьшением объема перевозок и закрытием на них переездов.

Анализ общего числа переездов Укрзалізниці с точки зрения наличия охраны показывает, что количество регулируемых переездов без дежурных в 2002 г. было в 3,4 раза больше, чем переездов с дежурными, что в определенной мере соответствует статистике РФ и Белоруссии (рис.1.6).

При этом число переездов, имеющих автоматические ОУ, составляет всего около 73% и существует тенденция постепенного их сокращения по причине уменьшения числа регулируемых переездов без дежурных.

Число переездов, имеющих бело-лунные огни, не превышает 12,2% и они, в основном, расположены на главных путях.

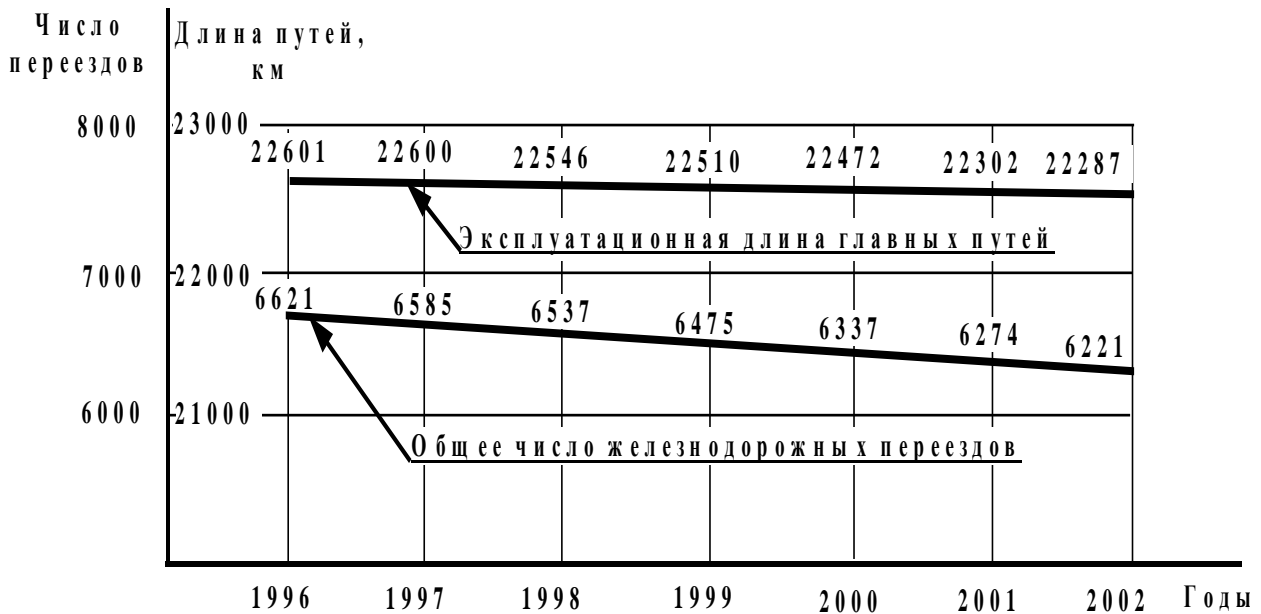


Рис. 1.5. Эксплуатационная длина главных путей и число железнодорожных переездов Укрзалізниці

Переезды станционных и подъездных путей Укрзалізниці составляют 24% от общего числа и в основном расположены в районах с маневровым или технологическим характером движения железнодорожных составов (рис.1.7). Из-за того, что зоны переездов пересекаются с большим количеством железнодорожных путей с маневровым и технологическим характером движения составов, значительно ухудшается видимость в их опасной зоне и, следовательно, затрудняется выполнение условий безопасности движения транспорта.

Из всех рассматриваемых переездов только 31,5% оборудованы автоматическими ОУ, что является весьма низким показателем процесса автоматизации. Этому во многом способствует отсутствие автоматических СУ ОУ, в полной мере отвечающих особенностям работы переездов маневровых и технологических районов.

Следует отметить, что соотношение числа регулируемых переездов без дежурных и с ними на подъездных путях Укрзалізниці составляет 16/1. Это указывает на приоритет регулируемых переездов без дежурных.

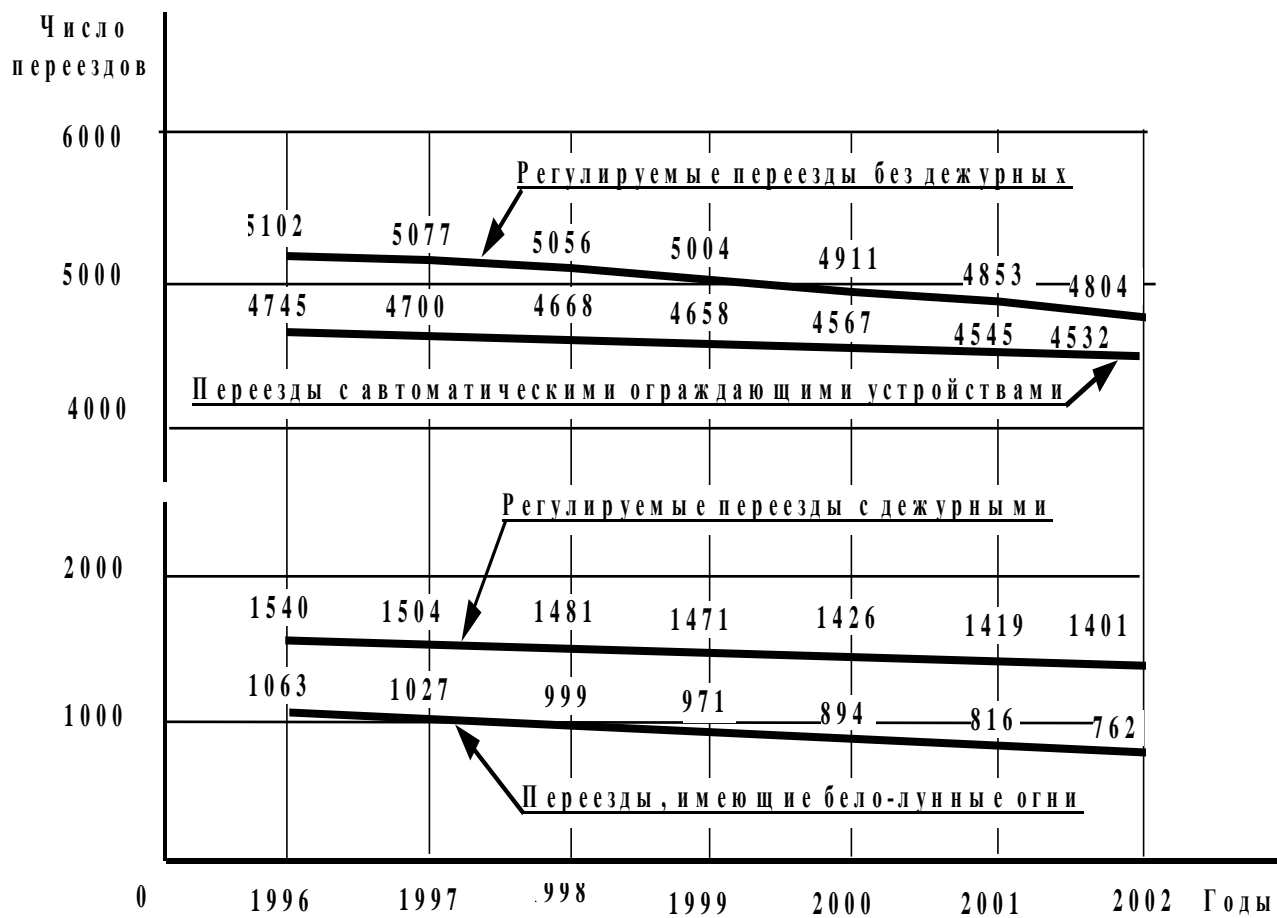


Рис. 1.6. Характеристика переездов и их инженерного оборудования

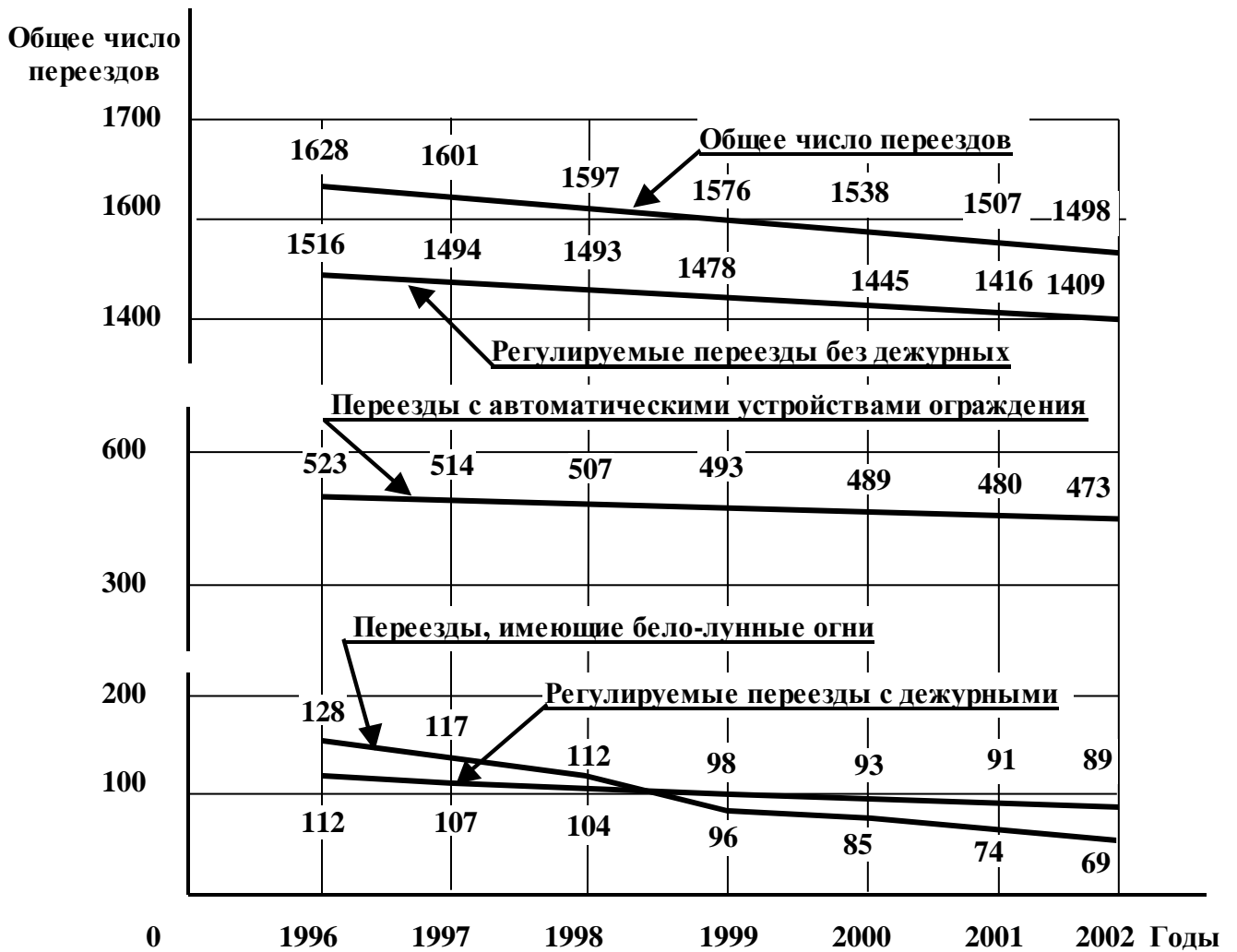


Рис.1.7. Характеристика переездов на станционных и подъездных путях

Всего 4,6% из общего числа переездов имеют бело–лунные огни, что, с точки зрения водителей АС, не способствует эффективному выполнению условий безопасности движения транспорта.

Анализ инженерного оборудования переездов на конкретных железных дорогах Украины свидетельствует о следующем (табл.1.3) [25-29].

На Донецкой железной дороге в 2001 году эксплуатировалось 723 переезда, из них регулируемых переездов без дежурных 59,1%, а с дежурными – 40,9%. Автоматические ОУ устройства использовались на 79,5% переездах, а бело-лунные огни имели 3,18% переездов.

Общее число переездов Львовской железной дороги в 2001 г. наибольшее по сравнению с другими дорогами – 1896, из них регулируемых переездов без дежурных – 79,7%, а с дежурными – 20,3%. Автоматическими ОУ было оборудовано 60,9% переездов, а бело – лунные огни имели 6% переездов.

На Одесской железной дороге эксплуатировалось в 2001 году 865 переездов, из них регулируемые переезды без дежурных составляли 87,1%, а с дежурными – 12,9%. Автоматические ОУ эксплуатировались на 81,2% переездах, а бело–лунные огни имели 24,3% переездов.

Общее число переездов Приднепровской железной дороги в 2001 г. составляло 582, из них регулируемых переездов без дежурных – 80,9%, а с дежурными – 19,1%. Автоматическими ОУ оборудовано 91% переездов, а бело–лунные огни имели 25,9% переездов.

Характеризуя переезды Юго-Западной железной дороги, следует отметить, что их общее число составляет 1431 переезд и при этом регулируемых переездов без дежурных - 80,3%, а с дежурными - 19,7%. Автоматическими ОУ оборудовано 72,4% переездов, а бело – лунные огни имеют 17,3% переездов.

Характеризуя переезды Южной железной дороги, следует отметить, что их общее число составляет 792 и при этом регулируемых переездов без дежурных - 77,9%, а с дежурными – 22,1%. Автоматическими ОУ было оборудовано 68,9% переездов, а бело – лунные огни имели 8,7% переездов.

Таблица 1.3

Характеристика переездов на железных дорогах Украины

Железные дороги Украины	Годы	Всего переездов	От общего числа переездов					
			расположены:		оборудованы:		с дежурными	без дежурных
			на перегонах	на станционных и подъездных путях	автоматическими ОУ	бело-луными огнями		
Донецкая	1996	825	559	266	696	51	343	482
	1997	817	558	259	683	47	324	493
	1998	808	554	254	667	30	316	492
	1999	770	521	249	616	32	305	465
	2000	732	487	245	580	26	298	434
	2001	723	487	236	575	23	296	427
Львовская	1996	1898	1445	453	1154	225	402	1496
	1997	1892	1443	449	1153	220	394	1498
	1998	1884	1438	446	1150	221	382	1502
	1999	1897	1459	439	1173	204	388	1509
	2000	1881	1450	431	1164	124	383	1498
	2001	1896	1067	429	1155	115	383	1513
Одесская	1996	924	742	182	748	227	181	743
	1997	922	741	181	732	225	179	743
	1998	913	737	176	700	219	179	734
	1999	906	732	174	726	222	179	727
	2000	875	706	169	709	218	174	701
	2001	865	699	166	702	210	111	754
Приднепровская	1996	623	465	158	578	119	119	504
	1997	615	459	156	560	117	117	498
	1998	609	455	154	553	116	116	493
	1999	601	449	152	543	192	112	489
	2000	598	454	144	540	197	111	487
	2001	582	450	132	530	151	111	471
Юго – Западная	1996	1548	1090	458	1048	263	317	1231
	1997	1532	1080	452	1026	258	310	1222
	1998	1519	1075	444	1053	259	305	1214
	1999	1468	1101	367	995	265	291	1177
	2000	1445	1100	345	1027	247	284	1161
	2001	1431	1091	340	1037	248	283	1148
Южная	1996	809	570	239	546	81	189	620
	1997	807	569	238	546	81	184	623
	1998	804	568	236	545	81	184	620
	1999	795	583	212	543	81	182	613
	2000	794	590	204	545	82	176	618
	2001	792	588	204	546	69	175	617

Таким образом, 72,4% от общего количества переездов Укрзалізниці являются регулируемыми и имеют автоматические ОУ, а 27,6% переездов относятся к нерегулируемым и процесс регулирования движения транспорта на них не автоматизирован. Эти переезды, в основном, расположены в горловинах малодеятельных станций и подъездных путях с маневровым и технологическим характером движения поездов. Таких переездов насчитывается на Донецкой железной дороге –148, Львовской- 741, Одесской –163, Приднепровской –52, Юго-Западной –384 и Южной – 246.

Промышленные предприятия. Железнодорожные пути промышленных предприятий, как известно, подразделяются на подъездные и внутризаводские [34, 110, 139]. Характер эксплуатации железнодорожного транспорта на этих путях зависит от производственного цикла предприятия и поэтому в значительной мере может отличаться от условий работы магистрального железнодорожного транспорта. Здесь в основном преобладают маневровые и технологические передвижения составов с частыми остановками и отстоем вагонов на определенных участках пути [36] и это сказывается на условиях функционирования переездов и выборе их ОУ.

Всего на промышленных предприятиях Украины по предварительным данным эксплуатируется порядка 12 тысяч железнодорожных переездов.

К особенностям работы переездов, особенно внутризаводских, можно отнести:

- 1) отсутствие, как правило, пассажирских перевозок по железнодорожным путям;
- 2) сравнительно невысокие и неравномерные скорости движения поездов;
- 3) большое число переездов с неудовлетворительными условиями видимости опасной зоны;
- 4) расположение переездов в стрелочных зонах горловин станций;
- 5) наличие передвижных железнодорожных путей и передвижных переездов;
- 6) широкое использование металлических стяжек на железнодорожных путях, низкое и резко изменяющееся сопротивление балласта между рельсами (в результате чего затрудняется внедрение рельсовых цепей);
- 7) сложные конфигурации пересечений автомобильных и железных дорог;

- 8) остановки и длительный отстой подвижного железнодорожного состава в районе расположения переездов;
- 9) наличие коротких соединительных железнодорожных путей, непосредственно связанных с процессом производства.

Скорость движения поездов, а также маневровых и технологических составов на территории промышленных предприятий составляет 40 – 45 км/час при движении локомотивов впереди состава и 25 км/час при движении вагонами вперед, а минимальная скорость – 5 км/час. Исследованиями, проведенными на ряде промышленных предприятий Украины, установлено, что диапазон скоростей движения составов значительно различается, и отношение скоростей V_{\max}/V_{\min} достигает несколько единиц. Это указывает на необходимость выполнения системами обеспечения безопасности движения транспорта и особенно системами ПС дополнительных функций.

Обеспечение нормативной видимости зоны переездов, как известно, во многом определяет выполнение условий безопасности движения транспорта. Однако, как показывают результаты обследований переездов промышленных предприятий, обеспечение их достаточной видимости является непростой задачей. Это вызвано расположением вблизи переездов многочисленных производственных зданий и технологических установок основного производства, а также малыми радиусами кривых в плане как железнодорожных путей, так и автомобильных дорог. Железнодорожные переезды промышленных предприятий в зависимости от интенсивности и характера движения железнодорожного транспорта, согласно нормативным документам, также подразделяются на четыре категории [110].

К переездам I, II, III категории относятся долговременные пересечения железных дорог с автомобильными.

Переезды IV категории – это временные переезды, предназначенные для подъезда АС, экскаваторов и других транспортных средств к месту производства технологических операций.

Типы ОУ, применяемые на переездах промышленных предприятий, аналогичны устройствам на переездах магистрального транспорта, однако процесс

управления ими, в большинстве случаев, имеет значительные отличия. Это вызвано тем, что на участках приближения к переездам осуществляются остановки и длительный отстой подвижного железнодорожного состава, большое число «угловых» заездов составов без проследования опасной зоны, технологические приоритеты в передвижении одного состава над другим и т. д.

На переездах промышленных предприятий, в отдельных случаях, имеет место изменение приоритета в движении транспорта и вызвано это необходимостью производственного цикла предприятия.

На ряде предприятий технология и особенности основного производства на большом числе участков требует укладки железнодорожных путей на металлическое или железобетонное основание. На таких участках затруднено, а иногда и невозможно применение рельсовых цепей и для управления ОУ применяются точечные путевые датчики. Условия эксплуатации этих ПД обуславливают некоторое усложнение алгоритмов и принципиальных схем управления ОУ.

Расположение переездов в стрелочных зонах горловин промышленных станций с большой маневровой работой, наличие коротких соединительных железнодорожных путей, непосредственно связанных с процессом производства, а также сложные конфигурации пересечений автомобильных и железных дорог делают в ряде случаев невозможным оборудование вблизи переездов участков извещения расчетной длины. В этих случаях процесс функционирования систем управления ОУ, с точки зрения обеспечения безопасности движения транспорта, несколько отличается от общепринятого. Это вызвано тем, что заблаговременное и полное освобождение АС опасной зоны переездов затруднено по причине несоответствия времени извещения минимально необходимому [110]. Для этого СУ ОУ разрабатывались с учетом того, что перед переездами в направлении железнодорожного транспорта должны устанавливаться автоматически действующие заградительные светофоры или светофоры прикрытия с нормально горящими красными огнями [13]. Включение разрешающих огней для движения поездов осуществляется с некоторой задержкой во времени, чтобы обеспечить минимально необходимое расчетное время извещения, достаточное для полного освобождения опасной зоны АС. Как правило, с точки зрения

улучшения технологии обслуживания, вся аппаратура управления ОУ переездов должна размещаться на постах электрической централизации и, в отдельных случаях, в релейных шкафах.

По предварительным данным на промышленных предприятиях только около 45–47% из общего числа переездов оборудованы автоматическими ОУ, 22-25% имеют полуавтоматические и механические ОУ и 28-33% имеют крестообразные дорожные знаки.

1.4. Анализ состояния безопасности движения транспорта

Железнодорожные переезды, как известно, являются составной частью не только железных, но и автомобильных дорог и поэтому представляет определенный интерес сравнительная характеристика общего числа ДТП на автомобильных дорогах Украины и переездах.

Все автомобильные дороги Украины подразделяются на магистральные, региональные и местные и на их всех, как свидетельствует статистика, имеются железнодорожные переезды.

Анализ ДТП на автомобильных дорогах за десять последних лет показывает, что работниками ГАИ было зарегистрировано 176677 их случаев, в результате которых погибло 27948 и ранено 195247 человек (табл. 1.4) [18, 19, 84-94]. Каждые 15 минут на дорогах Украины происходит ДТП, при этом через каждые 2 часа погибает человек, а каждые сутки получают тяжелые ранения 105 человек. Тяжесть ДТП или отношение числа погибших на 100 происшествий ежегодно увеличивается, и в 2001 году составило 13,5.

Наибольшее число ДТП происходило в июне – ноябре с «пиком» аварийности в августе -10,8 %, а наиболее критичным днем является пятница, на которую приходится 15,7 % от всех происшествий. С точки зрения тяжести ДТП наихудшим днем является воскресенье - 19,3 % происшествий, а временем суток – вторая половина дня - 64,8% происшествий. Наибольшее число ДТП приходится на автомобильные дороги вблизи и в населенных пунктах – около 7,2 тыс. случаев.

Таблица 1.4

Анализ ДТП на автомобильных дорогах Украины

Характеристика ДТП	Годы				
	1997	1998	1999	2000	2001
Всего ДТП	37944	36299	34554	33339	34541
Всего потерпевших людей	47952	45696	43546	41821	44180
Ранено	41964	40174	38277	36636	38196
Погибло	5988	5522	5269	5185	5984
Число погибших на 100 ДТП	15,8	15,2	15,2	15,5	17,3
Количество ДТП на 10000 транспортных средств	3,8	3,7	3,6	3,6	4,0
Количество ДТП на 10000 человек населения	7,5	7,0	6,9	6,7	7,0
Тяжесть ДТП	15,8	15,2	15,2	15,5	17,3

Из общего числа ДТП на автомобильных дорогах за десять последних лет на железнодорожных переездах произошло более 900 случаев и по числу погибших людей они относятся к самым тяжелым - 63,4. Только за четыре последних года с 1998 по 2001 годы на переездах Укрзалізниці зарегистрировано около 510 ДТП с наездом поездов на АС в 434 случаях и 76 случаев въезда АС в поезд (рис.1.8). Анализ этих ДТП свидетельствует, что для их значительного сокращения необходимо системы ПС дополнять не только устройствами автоматического контроля аварийной ситуации, но и устройствами контроля скорости приближения АС к указанной зоне.

Соотношение числа ДТП на переездах Укрзалізниці с дежурными и без них составляет 1/5 (рис.1.9), что соответствует аналогичным показателям стран СНГ и другим европейским странам [18-19]. За два последних года число пострадавших людей при ДТП на переездах Укрзалізниці составило 178 человек, из них погибло 55 человек (табл.1.5).

Наибольшее число ДТП, а именно 112 случаев, произошло на регулируемых переездах, оборудованных АПС без дежурных. На переездах Укрзалізниці по областям Украины в 2000 году наибольшее число ДТП было зарегистрировано в Днепропетровской области – 10 случаев, а в 2001 году в Одесской и Харьковской областях – 14 и 13 случаев (табл.1.6).

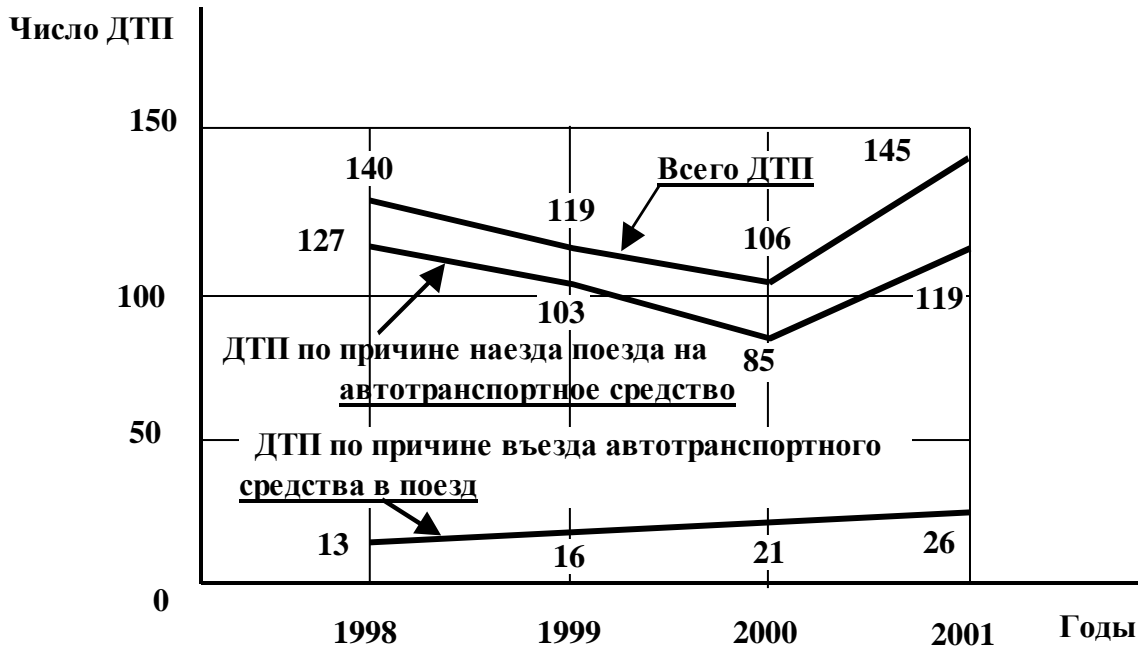


Рис.1.8. Динамика ДТП на железнодорожных переездах Укрзалізниці



Рис. 1.9. Динамика ДТП на регулируемых, нерегулируемых переездах и вне них

Таблица 1.5

Анализ ДТП на переездах железных дорог

Характеристика ДТП на переездах	Железные дороги											
	Донецкая		Львовская		Одесская		Придне- ровская		Юго- Западная		Южная	
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Всего ДТП	12	17	26	25	22	38	16	20	19	22	11	22
В том числе:												
а) наезд поезда на автотранспортное средство	11	14	20	21	18	34	13	15	17	14	6	20
б) въезд автотранспортного средства в поезд	1	3	6	4	4	4	3	5	2	8	5	2
На переездах:												
а) без дежурных с АПС	7	8	19	20	17	32	10	14	13	14	6	17
б) с дежурными и АПС	2	5	4	3	2	4	3	4	4	6	3	2
в) с дежурными без АПС	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
г) без дежурных и АПС	1	-	2	2	1	1	-	-	-	-	-	3
д) другие	2	4	-	-	2	1	3	2	2	2	2	-
Пострадали люди:	8	14	20	16	13	29	7	14	14	12	13	18
а) погибло	1	4	4	3	4	6	3	7	6	9	3	5
б) травмировано	7	10	16	13	9	23	4	7	8	3	10	13

ДТП на переездах, как показывает статистика [84-94], имеют тесную связь с непроизводительными простоями АС у включенных ОУ. В общем случае возникновение ДТП следует рассматривать как взаимодействие целого ряда факторов: состояния водителя и автомобиля, окружающей среды, прилегающей к переезду автомобильной дороги и самой зоны переезда, характеристики транспортного потока, технического состояния ОУ и систем их управления и т.д.

Из многообразия различных причин и условий возникновения ДТП на переездах можно выделить главный – субъективный (человеческий) фактор [2, 149]. Основой в организации движения и обеспечения его безопасности остается человек.

Таблица 1.6

Анализ ДТП на переездах областей Украины

Область	Всего ДТП		Погибло людей		Травмировано людей	
	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.	2000 г.	2001 г.
Всего	106	145	21	34	54	69
Винницкая	5	3	3	-	5	3
Волынская	4	7	-	1	5	5
Днепропетровская	10	10	3	5	3	3
Донецкая	7	9	-	2	5	5
Житомирская	4	4	-	-	4	-
Запорожская	5	5	-	-	1	-
Закарпатская	5	4	-	-	1	-
Ивано- Франковская	2	1	-	-	2	6
Киевская и г. Киев	3	8	-	4	-	2
Кировоградская	4	7	-	2	1	7
А.Р. Крым	1	5	-	1	1	1
Луганская	4	9	1	2	2	5
Львовская	4	9	3	1	3	-
Николаевская	2	6	1	1	-	1
Одесская	8	14	2	1	1	5
Полтавская	6	8	-	3	7	4
Ровненская	3	-	1	-	-	1
Сумская	3	5	3	1	-	1
Тернопольская	-	-	-	-	-	-
Харьковская	1	13	-	2	1	9
Херсонская	2	4	-	2	2	4
Хмельницкая	1	4	-	2	-	-
Черкасская	3	5	1	1	4	3
Черниговская	9	3	3	2	1	2
Черновицкая	6	6	-	1	5	2

Только водитель и локомотивная бригада поезда, оценивая конкретную обстановку, могут предпринять меры, которые либо предотвратят аварию, либо, наоборот, усугубят ее.

Данные Всемирной организации здравоохранения показывают, что в девяти из десяти дорожных происшествий имеется определенная вина водителей АС [160].

Эти данные также свидетельствуют, что если в качестве показателя безопасности принять число ДТП с пострадавшими людьми, отнесенное к одинаковому объему перевозок для различных видов транспортных средств, то степень риска или вероятность ДТП, при использовании легковых автомобилей в 79 раз, автобусов - в 11 и грузовых автомобилей - в 31 раз выше, чем на железнодорожном транспорте [160].

Анализ ДТП на переездах, выполненный по многолетним статистическим материалам и результатам зарубежных исследований, позволяет выделить следующие основные их причины [18, 19, 34, 192]:

- 1) нарушение правил проезда зоны переездов водителями АС;
- 2) недостаточная эксплуатационно–техническая надежность АС;
- 3) ненадежное крепление грузов и развал их в зоне переезда;
- 4) несовершенство эксплуатируемых ОУ и систем управления ними.

Нарушения водителями правил проезда зоны переезда представляют собой наиболее частые случаи, которые происходят, в основном, по следующим причинам [60]:

- | | |
|---|----------|
| 1) игнорирование сигналов ОУ | - 31,5%; |
| 2) управление заведомо неисправными АС | -19%; |
| 3) изменение режима движения в зоне переезда, явившееся причиной остановки | -18,5%; |
| 4) превышение скорости движения перед переездом и последующий въезд в зону переезда | - 6%; |
| 5) обгон в пределах зоны переезда и образование «пробок» | - 5%; |
| 6) незаконный переезд сверхтяжелой техники и перевоз негабаритных грузов | - 5%; |
| 7) техническая неисправность устройств ограждения, явившаяся | |

- причиной въезда АС в опасную зону - 3%;
- 8) прочие - 12%.

В 1998 – 2000 годах из-за нарушения водителями правил проезда зоны железнодорожных переездов на Украине произошло 147 ДТП (рис.1.10).

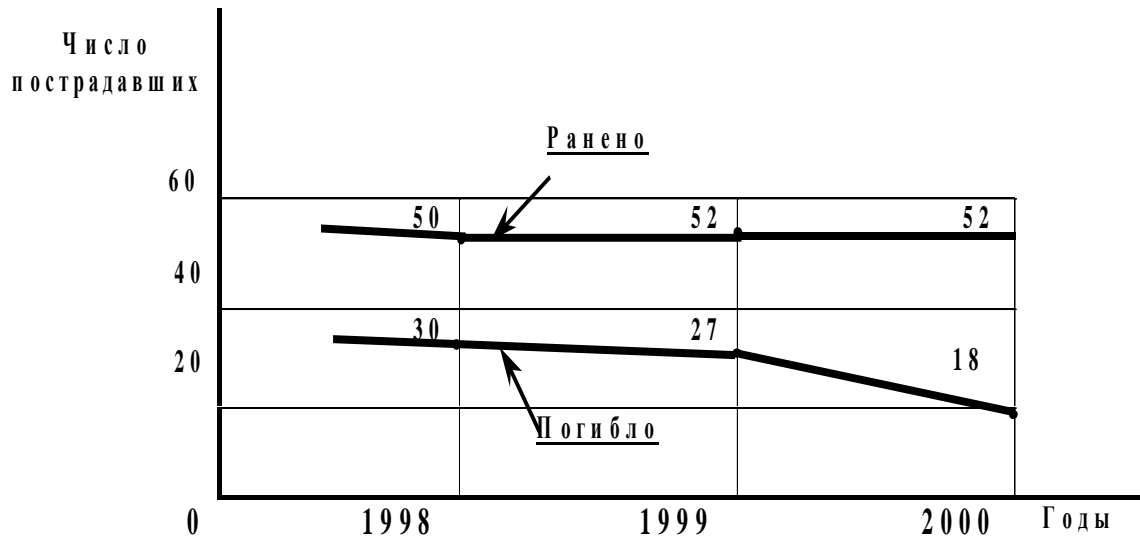


Рис. 1.10. Динамика пострадавших людей от ДТП на переездах по причине нарушения правил проезда их опасной зоны

В развитых странах проблеме повышения безопасности движения транспорта на переездах железных дорог уделяется особое внимание, и это связано с большим числом ДТП. В этих странах опасность переездов принято определять по числу ДТП на 100 переездов (табл.1.7)[160, 194].

Таблица 1.7

Страны	США	Германия	Япония	Франция	Дания	Италия
Число ДТП на 100 переездов	4,1	1,3	4,2	0,9	0,4	0,8

При этом «стоимость» человеческой жизни, согласно официальной экономической оценке стоимости ДТП с погибшими людьми, в разных странах оценивается с помощью разных показателей [77, 78] и может превышать 1,9 млн. дол. (табл. 1.8).

Таблица 1.8

Официальная экономическая оценка стоимости человеческой жизни
в млн. долларов США (данные ООН)

Государство	Экономическая стоимость человеческой жизни
Швейцария	1,71
США	1,98
Финляндия	1,1
Швеция	1,63
Великобритания	1,12
Дания	0,53
Бельгия	0,02
Франция	0,02
Испания	0,07

Согласно статистическим данным Федеральной железнодорожной администрации в США в 1989 году на переездах погиб 801 человек, что является самым плохим показателем за последние 20 лет. Общее количество ДТП на переездах с 6525 в 1989 году сократилось до 3508 в 1998 году.

Однако нужно отметить, из 431 человека, погибших на переездах в 1998 году, почти половина, а именно 201 человек погибли на переездах, оборудованных автоматическими ОУ. Это подтверждает, что без соответствующей разъяснительной работы в средствах массовой информации проблему обеспечения полной безопасности движения транспорта на переездах только за счет внедрения современных СУ ОУ решить весьма затруднено. Так, на переездах Японских национальных железных дорог ежегодно происходит до двух тысяч ДТП [188, 192]. Их анализ показывает, что в 72% случаев аварии происходили по причине столкновения поездов с АС. При этом большая часть ДТП совершается на переездах с недостаточным инженерным оборудованием и, особенно, на переездах через два и более железнодорожных пути.

Основной причиной этих аварий является игнорирование водителями АС сигналов переездной сигнализации со следующим распределением обстоятельств (табл.1.9).

Таблица 1.9

Причины нарушений правил проезда железнодорожных переездов в Японии

Причины нарушений	Переезды с АПШ и МШ (%)	Переезды с АПС (%)
В пределах видимости поезда не было	18	19
Считал, что поезд появится не скоро	12	21
Уверен, что ограждающие устройства исправны, но не мог ждать	6	8
Очень торопился	9	6
Считал, что ограждающие устройства неисправны	4	5
Считал остановку и возобновление движения транспортного средства весьма затрудненными	7	3
Видел приближающийся к переезду поезд, но считал, что успеет проехать опасную зону	8	9
Любит рисковать	4	9
Считал, что успеет проехать, так как звонок только включился	-	10
Считал, что за время опускания шлагбаумов успеет проехать опасную зону	9	-
Считал, что успеет проехать опасную зону за время полного опускания шлагбаумов	7	-
Прочие	16	10

Примечание: АПШ – автоматическая светофорная и звуковая сигнализация с автоматическими шлагбаумами; МШ – механические шлагбаумы; АПС – автоматическая светофорная и звуковая сигнализация.

Техническая неисправность АС при смене режима движения в опасной зоне переезда часто приводит к их остановке при приближении поезда. Это отрицательно сказывается на психике водителей и лишает их возможности принять своевременные меры для предотвращения столкновения. По этой причине, согласно статистическим данным, в разных странах происходит до 28% ДТП в год.

Сравнение числа ДТП, происшедших по этой причине на автомобильных дорогах и переездах, показывает, что в среднем из 12 – 14 случаев один приходится на железнодорожные переезды.

Развал грузов в опасной зоне переездов вызывает около 1,5 % аварий и аварийных ситуаций. В большинстве случаев их причиной является неудовлетворительное крепление грузов, недостаточная ширина проезжей части настилов и состояние покрытия подъездов. Быстрому износу последних способствуют резкие торможения и ускорения, различные маневры автомобильного транспорта, а также движение тракторов на гусеничном ходу и другой сельскохозяйственной техники. Исследованиями, выполненными в Канаде, установлена зависимость числа ДТП на переездах от типа ОУ [190]. Так, выяснено, что применение АПС способствует сокращению числа аварий и аварийных ситуаций на 55 – 60%. При этом влияние конкретных ОУ на безопасность движения предлагается оценивать с помощью коэффициента эффективности ограждающих устройств (табл.1.10).

Таблица 1.10

Влияние ограждающих устройств на безопасность движения транспорта на железнодорожных переездах Канады

Тип ограждающих устройств	Коэффициент эффективности
Крестообразные дорожные знаки	1,00
Сирены	1,53
Сигнальные флаги и семафоры	2,5
Автоматическая переездная сигнализация	6,00
Автоматическая светофорная и звуковая сигнализация с автоматическими шлагбаумами	17,00

Это условный коэффициент, показывающий число ДТП на переездах с различными ОУ, если за единицу принять число ДТП на переездах с крестообразными дорожными знаками.

Анализ приведенных данных указывает, что автоматическая светофорная и звуковая сигнализация с автоматическими шлагбаумами в максимальной степени благоприятствует снижению числа ДТП на железнодорожных переездах, но полностью их исключить не позволяет.

В бывшем Советском Союзе проблеме обеспечения безопасности движения уделялось достаточно большое внимание, как на уровне МПС, так и Совета

Министров. Это позволило строить развязки в разных уровнях, сокращать число переездов и внедрять системы АПС.

Исследованиями, выполненными в то время, была установлена следующая зависимость между ДТП на переездах и их ОУ (табл.1.11) [34, 150-153].

Таблица 1.11

Анализ влияния ОУ переездов на безопасность движения транспорта

Тип ограждающих устройств	Число ДТП, %
Автоматическая светофорная и оповестительная сигнализация с автоматическими шлагбаумами	3,52
Автоматическая светофорная и оповестительная сигнализация с механическими шлагбаумами	5,6
Механические шлагбаумы	9,4
Автоматическая светофорная и оповестительная сигнализация	18,1
Крестообразные дорожные знаки	52,6
Прочие	10,78

Из приведенных данных следует, что такое инженерное оборудование, как системы АПШ в большей мере способствует уменьшению ДТП на переездах, чем неавтоматические ОУ, как, на пример, крестообразные дорожные знаки.

В то же время на переездах с системами АПШ организуется круглосуточное дежурство человека. Однако и это, как свидетельствует статистика, не гарантирует полной безопасности движения, хотя обеспечение безопасности движения транспорта является одной из главных задач дежурных по переездам. Так, по данным работников ГАИ, лишь в 42% от всех зарегистрированных ДТП на регулируемых переездах с дежурными ими своевременно были приняты все меры для предотвращения столкновений поездов и АС.

Учитывая, что на железнодорожных переездах Украины ежегодно происходит в среднем до 145 случаев ДТП, подсчет потерь от каждого из них можно определить по выражению [40]:

$$C_{\Pi} = C_{ж} + C_{а} + C_{и} + C_{г} + C_{п} + C_{ч} + C_{с}, \quad (1.2)$$

где $C_{ж}$ и $C_{а}$ – потери от повреждения подвижного состава железнодорожного и автодорожного транспорта;

$C_{и}$ – потери от повреждения инженерного оборудования на переезде и вблизи него;

$C_{г}$ – стоимость грузов, поврежденных в результате аварии;

$C_{п}$ – потери от перерыва в движении транспорта и восстановительных работ;

$C_{ч}$ – потери от вовлечения человека в ДТП;

$C_{с}$ – затраты ревизоров, милиции и судебных органов.

Средние потери от одного ДТП на переезде в настоящее время составляют от 2,5 тысяч до нескольких десятков, а иногда и сотен тысяч гривен [18, 19].

В таком случае представляют определенный интерес исследования возможностей предотвращения ДТП на переездах. Результаты таких исследований по ДТП на переездах за последние двадцать лет свидетельствуют:

- а) 29% случаев ДТП происходили по причине столкновения поездов с АС, находящимися в опасной зоне в стационарном состоянии;
- б) 61% случаев ДТП приходятся на случаи въезда АС в опасную зону, когда ПС была включена по причине приближения поездов к переездам. При этом, по крайней мере, в 9% случаев АС впоследствии по разным причинам останавливались в опасной зоне переездов;
- в) 10% случаев аварий происходили по другим причинам, включая развал грузов, нахождение на переездах крупных животных и т.д.

Анализ этих результатов показывает, что, по крайней мере, в 32-38% от всех случаев ДТП имеется реальная возможность предотвратить их за счет своевременного обнаружения остановившихся АС в опасной зоне переездов и передачи аварийной информации локомотивным бригадам приближающихся поездов.

Таким образом, в настоящее время имеется возможность значительного сокращения количества ДТП на переездах за счет оптимального выбора эксплуатируемых СУ ОУ, разработки и внедрения перспективных их вариантов с устройствами автоматического контроля аварийной ситуации и оптимального ДУ, а также повышения дисциплинированности водителей АС при проследовании переездов.

1.5. Анализ теоретических методов оценки опасности переездов

Как показывают результаты предыдущих исследований, выбор ОУ переездов и систем их управления может существенно повлиять на выполнение участниками дорожного движения условий безопасности движения на них. В то же время при проектировании и реконструкции переездов и выборе при этом ОУ в настоящее время руководствуются соответствующими нормативными документами. Анализ этих документов показывает, что в них не полностью учитывается статистика ДТП. Поэтому переезды, расположенные на станциях в городской черте, на перегонах и вне населенных пунктов и подъездных путей, но с одинаковой интенсивностью движения транспорта и различным числом ранее имевших место ДТП, могут оборудоваться одними и теми же ОУ и системами их управления. Это отрицательно сказывается на выполнении условий безопасности движения транспорта и пропускной способности переездов.

В то же время во многих развитых странах этим вопросам придается особое значение и поэтому, для исключения влияния субъективизма, разработаны и широко применяются специальные методы оценки опасности переездов [33, 96, 181-186].

Анализ этих методов показывает возможность объединения их в четыре основные группы [43, 51]:

1. Сравнение числа ДТП на переездах до и после реконструкции.
2. Оценка безопасности движения транспорта с помощью индексов опасности.
3. Определение ожидаемого числа ДТП по прогнозирующим уравнениям.
4. Определение коэффициента аварийности и многофакторного регрессивного анализа.

В первую очередь во многих странах проводились исследования, направленные на изучение статистических данных ДТП на переездах до и после проведения реконструкции, направленной на повышение безопасности движения.

В наиболее обширных исследованиях, выполненных в США, изучалось функционирование семи групп ОУ и систем их управления более чем на 500 переездах за двадцатилетний период. Результаты этих исследований позволили

получить следующие коэффициенты опасности переездов с ОУ каждой из семи групп (табл. 1.12).

Таблица 1.12

Коэффициент опасности переездов с ограждающими устройствами

Ограждающие устройства	Коэффициент опасности
Автоматическая переездная сигнализация с автоматическим шлагбаумами	0,184
Механические шлагбаумы	0,301
Автоматическая световая сигнализация на однопутном железнодорожном участке	0,352
Автоматическая световая сигнализация на многопутном участке	0,605
Дежурный на переезде и окрашенные крестообразные знаки	0,783
Светоотражающий крестообразный знак	0,883
Окрашенный крестообразный знак	1,00

Анализ этих коэффициентов опасности свидетельствует, что переезды, оборудованные АПШ, имеют наиболее низкую опасность, а переезды с окрашенным крестообразным знаком – наиболее высокую. Результаты исследования причин ДТП на переездах с тяжелыми последствиями для людей и преимуществ строительства пересечений в разных уровнях, выполненные в США, Франции и Германии, показывают, что использование автоматических СУ ОУ на переездах способствует сокращению числа ДТП на 96%, но полностью их не исключает.

Необходимость выяснения степени влияния на процесс возникновения ДТП различных факторов, характеризующих параметры переезда, скорость и интенсивность движения транспорта, условия видимости и т. д., способствовала разработке в США в 1955 году метода оценки безопасности движения транспорта с помощью индекса опасности. Полученное впервые математическое выражение для вычисления индекса опасности имеет вид:

$$I H = N_a N_n (1 + F_1 + F_2 + F_3) + P N_n (1 + F_4), \quad (1.3)$$

где I_H – индекс опасности;

N_a – интенсивность движения автотдорожного транспорта, ед/сутки ;

N_{II} - интенсивность движения поездов, ед/сутки;

F_1, F_2, F_3, F_4 – соответственно коэффициенты, учитывающие соответственно скорость движения автотранспорта и поездов, минимальное расстояние видимости, продольные уклоны, ширину проезжей части;

P – коэффициент, учитывающий максимальную интенсивность пешеходного движения.

Разработка нового подхода к определению относительной важности ряда факторов, оказывающих влияние на безопасность движения транспорта, позволила получить следующее уравнение для определения индекса опасности переезда:

$$I_H = N_{II} K_3 \frac{\{(10L + 20Y + 30H) + (4M + 5l) + N_{II} (F_p + F_t)\}}{100}, \quad (1.4)$$

где K_3 – коэффициент защиты;

L, Y, H, M, l – соответственно интенсивность движения поездов со скоростью менее 48 км/час, от 48 до 80 км/час и более в периоды времени между шестью часами утра и четырьмя часами дня, между четырьмя часами дня и полночью, между полночью и шестью часами утра, ед/сутки;

N_{II} – общая интенсивность движения поездов, ед./сутки;

F_p, F_t – соответственно коэффициенты, соответственно учитывающие расстояние видимости поезда и переезда, число и расположение железнодорожных путей.

Анализом статистических данных о ДТП на 400 железнодорожных переездах США за последний десятилетний период установлено, что их число находится в прямой зависимости от типа ОУ и фактора «время суток». При этом было получено следующее уравнение для определения индекса опасности в зависимости от фактора "время суток":

$$I H = \frac{(T N_{a.1} N_{a.2} + 1,4 T N_{п.1} N_{п.2}) N_{дтп.ф}}{N_{дтп.п}}, \quad (1.5)$$

где $N_{a.1}$, $N_{a.2}$ – соответственно средняя интенсивность движения автотранспорта соответственно в светлое и темное время суток, ед./время;

$N_{п.1}$, $N_{п.2}$ – соответственно средняя интенсивность движения поездов в светлое и темное время суток, ед./время;

T – коэффициент, учитывающий тип ограждающих устройств;

$N_{дтп.ф}$, $N_{дтп.п}$ – соответственно фактическое и предполагаемое число ДТП.

Основываясь на изучении данных о ДТП на 163 железнодорожных переездах, исследователи США и Японии получили уравнение для определения индекса опасности переезда, учитывающее вероятность встречи поезда с автомобилем. Уравнение содержит коэффициент экспозиции (совпадение одновременных моментов движения транспорта по переезду) и ударный коэффициент, определяемые из выражений:

$$K_{э.} = \frac{L_a}{V_a} \sum_{i=0}^{i=24} N_a t_a i; \quad (1.6)$$

$$K_{уд} = \sqrt{V_a^2 + 500V_{п}^2}, \quad (1.7)$$

где $K_{э.}$ – коэффициент экспозиции;

L_a , V_a , N_a , t_a – соответственно длина, скорость, интенсивность и время занятия автотранспортной единицей зоны переезда;

$V_{п}$ – скорость поезда;

500 – коэффициент, учитывающий, что масса поезда в среднем в 500 раз превышает массу автотранспортной единицы.

По мере совершенствования рассматриваемых методов исследователи США, Японии, Франции и Германии высказывали предложения о целесообразности вывода уравнений, которые бы позволяли прогнозировать, то есть предсказывать в будущем число ДТП на переездах. Первое такое уравнение было получено после анализа условий безопасности движения транспорта за пятилетний период времени

на 3563 железнодорожных переездах Канады и восточной части США и имеет следующий вид:

$$P_{\text{ДТП}} = \frac{1,28 N_a^{0,17} N_{\text{п}}^{0,151} C}{K_3}, \quad (1.8)$$

где $N_a, N_{\text{п}}$ – соответственно интенсивность движения автодорожного и железнодорожного транспорта, ед/сутки;

$K_3 = 0,1 \div 0,7$ – коэффициент защиты;

C – дополнительный параметр, учитывающий особенности переезда.

Оценивая соотношение между опасностью возникновения ДТП и характеристиками переездов, исследователи США разработали для каждого типа ОУ отдельные уравнения опасности вида:

для крестообразных дорожных знаков

$$R = F (2,76 G^{0,337}); \quad (1.9)$$

$$F = 1,0937 + 0,0603 Q - 0,0036 Y ; \quad (1.10)$$

для автоматической переездной сигнализации

$$R = F (1,6906 G^{0,236}); \quad (1.11)$$

$$F = 0,8112 + 0,0698 Q; \quad (1.12)$$

для автоматической переездной сигнализации с автоматическими
шлагбаумами

$$R = F (1,2658 G^{0,178}); \quad (1.13)$$

$$F = 0,7788 + 0,0815 Q , \quad (1.14)$$

где R – коэффициент опасности;

F – индекс опасности;

Y – угол между автомобильной и железной дорогой, град.;

G – количество железнодорожных путей, шт.;

Q – видимость зоны переезда, м.

Канадскими и японскими исследователями выведены уравнения, прогнозирующие число ДТП с учетом затрат на мероприятия, направленные на улучшение условий безопасности. При этом установлено, что только на одном из 25 переездов строительство и установка дорогостоящего инженерного оборудования оправданы.

В то же время затраты на строительство путепроводов вместо большинства переездов будут настолько высокими, что снижение потерь от задержек АС и уменьшения числа ДТП никогда не оправдается.

В бывшем СССР были разработаны несколько методов оценки опасности переездов и безопасности движения транспорта. Так, из-за ограниченной длительности зоны переездов предлагается опасность для движения транспорта оценивать по величине относительной аварийности, т.е. отношению числа ДТП на один млн. АС, проследовавших через переезд [12, 109]:

$$Y = \frac{10^{-6} n_{\text{ДТП}}}{365 N_{\text{а+п}}}, \quad (1.15)$$

где Y – относительная аварийность;

$n_{\text{ДТП}}$ – число ДТП на переезде в год;

$N_{\text{а+п}}$ – суммарная интенсивность движения автомобилей и поездов, ед/год.

Приведение интенсивности движения поездов к интенсивности движения АС с целью определения эквивалентности по их длине осуществляется по следующему выражению [33]:

$$N_{\text{а+п}} = 0,00009 N_{\text{а}} + 0,00103 N_{\text{п}}, \quad (1.16)$$

где $N_{\text{а}}$ и $N_{\text{п}}$ – соответственно интенсивность движения АС и поездов, ед/год.

Учитывая одновременное влияние на безопасность движения транспорта на переезде большого числа факторов, предложен метод многофакторного регрессионного анализа ДТП, суть которого заключается в выявлении наиболее

важных факторов с помощью математической модели их взаимосвязи. В качестве показателя, оценивающего опасность переезда, предлагается использовать коэффициент опасности K_0 .

После обработки большого числа материалов по ДТП на переездах предложено математическое выражение, позволяющее установить связь между показателем опасности переезда и совместным влиянием следующих основных факторов,

$$K_0 = 0,56 + 0,00014N_a + 0,00174N_{\Pi} - 0,00665K_3 + 0,00082L, \quad (1.17)$$

где K_0 – показатель опасности, ДТП /год:

K_3 – коэффициент защиты, определяемый экспериментальным путем с использованием специальной модели;

L – видимость поезда и переезда, м.

Практическое использование вышерассмотренных методов оценки опасности переезда связано с рядом трудностей, таких как:

- а) неизменности параметров переезда и элементов автомобильной дороги в течение 10 – 15 лет;
- б) приведение результатов расчетов к числу проследований через переезд одного млн. АС;
- в) сложности в реализации математической модели функционирования переезда при средней и малой интенсивности движения АС;
- г) получаемые показатели опасности переездов трудно воспринимаемы с точки зрения численных значений.

Данные методы в определенной мере позволяют определить уровень опасности движения транспорта на переездах, но не их безопасность. По этой причине представляется целесообразной разработка комплексного метода оценки безопасности переездов с эффективными показателями, основанного на теоретически обоснованных предложениях с учетом фактического числа ДТП.

1.6. Пути повышения эффективности функционирования транспортных пересечений в одном уровне

Анализ результатов исследований, выполненных в данном разделе, свидетельствует, что пересечения автомобильных и железных дорог относятся к сложным транспортным сооружениям и могут быть выполнены как в одном, так и разных уровнях. Строительство и эксплуатация пересечений автомобильных и железных дорог в разных уровнях позволяет не только исключить столкновения транспорта, но и значительно увеличить пропускную способность автомобильных дорог.

Организация автодорожного движения на развязках в разных уровнях может осуществляться по двум вариантам по автомобильной дороге, расположенной над и под железной дорогой. Наиболее эффективным с точки зрения безопасности движения транспорта и эксплуатационных затрат, как показывают результаты исследований [96, 110, 188], является второй вариант.

В мировой практике стоимость строительства развязок в разных уровнях колеблется в широких пределах от нескольких сот тысяч долларов до нескольких миллионов. Как правило, она определяется стоимостью подготовительных работ, строительной стоимостью самих путепроводов и подходов к ним, стоимостью дорожной одежды и земляного полотна, а также стоимостью инженерного оборудования развязок. Дорожно- эксплуатационные расходы состоят из ежегодных затрат на текущий ремонт и содержание дорог, а также затрат на средние и капитальные ремонты. Учитывая это, определение эффективности строительства развязок в разных уровнях целесообразно выполнять по пяти следующим критериям:

- 1) фактическая и прогнозируемая безопасность движения транспорта и пропускная способность;
- 2) стоимость строительства;
- 3) особенности эксплуатации железнодорожных путей и автомобильной дороги;
- 4) влияние на окружающую среду;
- 5) юридические вопросы.

Анализ строительства вместо переездов транспортных развязок в таких странах, как США, Япония, Франция, Германия и Италия, свидетельствует о следующем: несмотря на значительное ежегодное финансирование, в каждой из указанных стран, только вместо 35 – 37 % переездов от их общего числа построены развязки в разных уровнях. Считается целесообразным строительство транспортных развязок в разных уровнях только в тех случаях, когда скорость движения АС превышает 70 км / час или скорость движения поездов – 100 км / час. При этом одним из убедительных показателей целесообразности строительства развязок являются тяжелые катастрофические последствия ДТП на переездах при указанных скоростных режимах движения транспорта.

Средняя стоимость строительства развязок в разных уровнях, в зависимости от количества пересекаемых железнодорожных путей, на Украине в ценах 2002 года колеблется от 9,8 до 18,7 млн. гривен. Так, например, строительство путепровода через два железнодорожных пути в настоящее время оценивается порядка 11,5 млн. гривен и, в основном, осуществляется только на магистральных автомобильных дорогах и, в редких случаях, на региональных [78].

В то же время большое число железнодорожных переездов, особенно в восточных регионах Украины, расположено как в черте, так и вблизи населенных пунктов и промышленных предприятий. Как правило, в непосредственной близости от них размещены крупные жилые массивы, производственные помещения, сети инженерных коммуникаций и т.д. и строительство транспортных развязок в таких условиях весьма затруднено по причине больших капитальных затрат.

Учитывая это, можно сделать вывод, что железнодорожные переезды как в зарубежных странах, так и в Украине еще длительное время будут эксплуатироваться, и обеспечение безопасности движения транспорта и их пропускной способности будет оставаться актуальной проблемой.

Анализ совершенствования ОУ и систем их управления на эксплуатируемых переездах свидетельствует, что в основу их первого поколения положена механическая зависимость в реализации несложных алгоритмов управления, а с начала 50-х годов прошлого столетия релейно-контактная. При этом управление ОУ

на регулируемых переездах без дежурных осуществляется в автоматическом режиме, а на регулируемых переездах с дежурными в основном автоматическом режиме, а в небезопасных случаях для движения транспорта на переезде и в полуавтоматическом. Однако, как показывает статистика ДТП на переездах, в силу субъективных факторов даже наличие дежурных на переездах не позволяет обеспечивать необходимый уровень безопасности движения транспорта.

Анализ состояния безопасности дорожного движения транспорта на переездах и их пропускной способности свидетельствует о следующих недостатках эксплуатируемых ОУ и систем их управления:

- 1) недостаточный объем предупреждающей и запрещающей информации, передаваемый ОУ;
- 2) отсутствие целесообразной зависимости между длительностью времени закрытого состояния переездов и параметрами движения поездов на участках извещения;
- 3) отсутствие автоматического контроля наличия остановившихся АС в опасной зоне переездов;
- 4) недостаточная эффективность управления ОУ при остановках и стоянках поездов на участках извещения;
- 5) жесткая увязка функционирования СУ ОУ с устройствами ИРДП участков;
- 6) отсутствие у локомотивных бригад приближающихся к переезду поездов информации о состоянии ОУ и опасной зоны переездов;
- 7) недостаточная надежность функционирования элементов и СУ ОУ;
- 8) низкая диагностическая возможность ОУ и систем их управления.

Таким образом, анализ возможности строительства развязок в разных уровнях и недостатков эксплуатируемых СУ ОУ позволяет определить основные пути повышения эффективности безопасного функционирования пересечений в одном уровне, которые представлены на рис.1.11.

Для повышения эффективности функционирования переездов представляется целесообразным их инженерные средства разделить на технические и нетехнические.

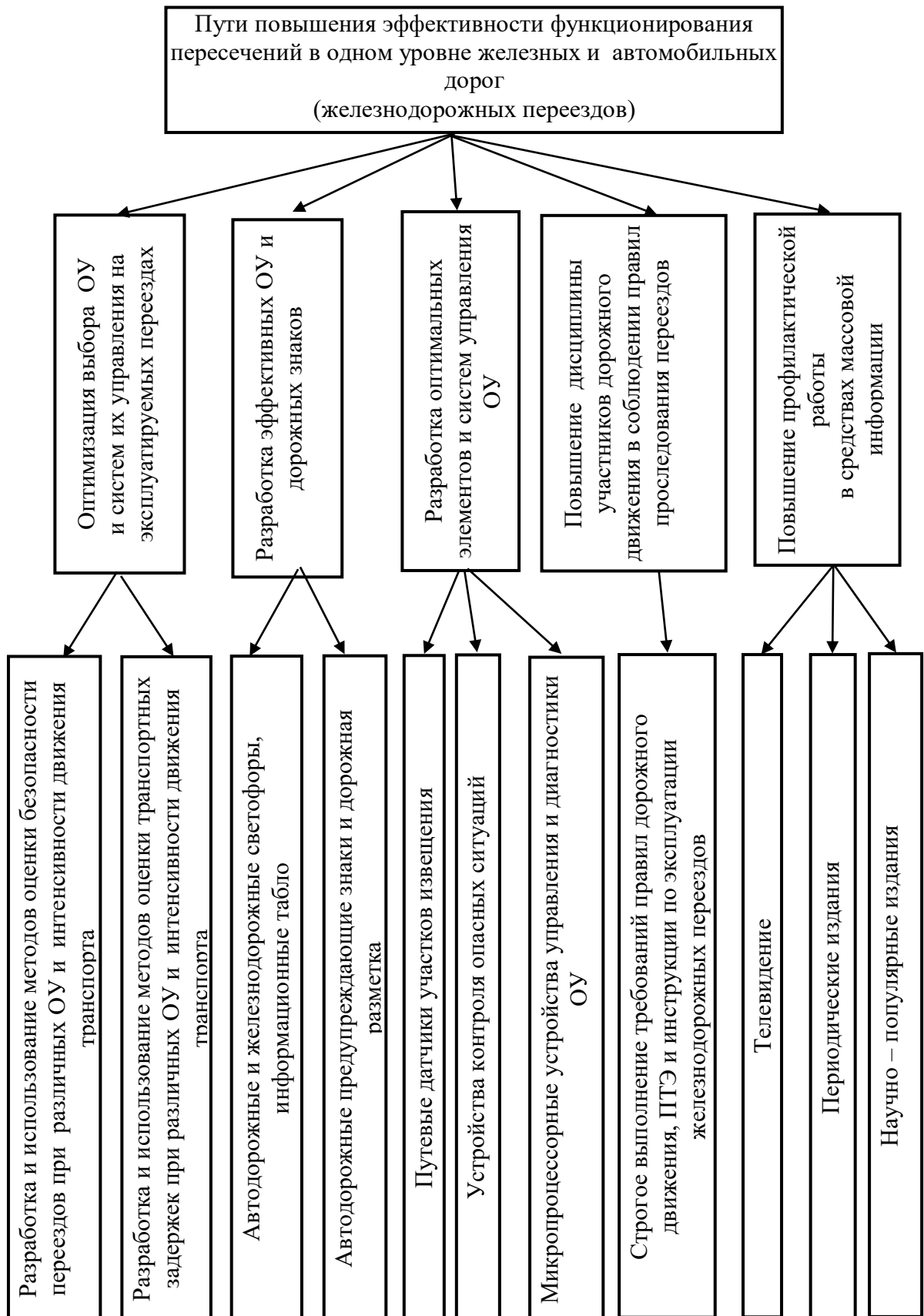


Рис.1.11. Пути повышения эффективности функционирования пересечений в одном уровне железных и автомобильных дорог

К *техническим средствам* обеспечения безопасности движения транспорта следует отнести:

- а) ограждающие и информационные устройства;
- б) системы их управления.

Эксплуатируемые и перспективные ограждающие, а также информационные устройства предназначены для заблаговременной передачи в закодированном виде водителям АС запрещающей сигнальной информации о приближении к переездам поездов. Очевидно, что их расположение у переездов, моменты включения, выключения, объем предупреждающей и запрещающей информации должны быть оптимальными относительно места нахождения, параметров движения поездов и однозначно восприниматься водителями АС. Время закрытого состояния переезда для движения АС должно быть минимальным и от проследования по нему одного поезда не должно превышать 2 - 2,5 минут.

В противном случае, если на переезде отсутствует железнодорожный подвижной состав, то абсолютное большинство водителей, как показывает статистика ДТП [84-94], считают, что СУ ОУ или сами ОУ повреждены. В большинстве таких случаев при отсутствии дополнительной поездной информации водителями принимается решение о начале движения по переезду, что в последствии нередко заканчивается ДТП с самыми тяжелыми последствиями.

Оптимизировать время закрытого состояния переезда эксплуатируемыми СУ, реализованными на основе релейно-контактной элементной базы и жестких алгоритмов управления, весьма затруднено. Это можно получить за счет использования в СУ ОУ быстродействующих промышленных программируемых контроллеров с большим объемом электронной памяти, одновременно обеспечивающим:

- 1) адаптивное регулирование;
- 2) оптимизацию алгоритмов функционирования;
- 3) повышение качества диагностирования;
- 4) возможность передачи необходимой аварийной и другой информации локомотивным бригадам и обслуживающему персоналу.

Для повышения эффективности функционирования конкретного переезда важным является выбор ОУ и систем их управления. В результате исследований этого направления, выполненных автодорожными организациями в зарубежных странах и бывшем СССР, были разработаны несколько методик оценки опасности переездов и транспортных задержек, которые позволяли в определенной мере оптимизировать выбор типа ОУ. Однако, по ряду объективных причин, таких как сложность длительных статистических наблюдений и расчетов, нерациональных показателей и т.д., эти методы не нашли широкого применения у специалистов железнодорожного транспорта. В настоящее время, для реальной оценки безопасности движения и определения транспортных задержек на эксплуатируемых переездах, объективного планирования капитальных затрат на ремонты и модернизацию, вплоть до строительства развязок в разных уровнях, необходима разработка специального комплексного метода. Этот метод оценки должен иметь математически обоснованные показатели, описывающие комплексный подход к технологическим процессам функционирования переездов.

К *нетехническим средствам* обеспечения безопасности движения транспорта и пропускной способности переездов можно отнести:

- 1) состояние дорожного покрытия опасной зоны переезда;
- 2) видимость переезда и поездов на участках извещения;
- 3) выполнение установленных правил проезда переездов участниками дорожного движения.

Состояние дорожного покрытия опасной зоны и видимость переезда прямо влияют на безопасность движения транспорта. Различие в дорожном покрытии на переезде и автомобильной дороге способствует движению АС в разных скоростных режимах с переключением передач. В результате этого происходят съезды АС с дорожного покрытия, остановки и выезды их на встречную полосу, движение «юзом» в зимнее время года, повреждения ходовых частей и остановка работы двигателей, возникновение транспортных «пробок». Все эти факторы способствуют созданию аварийных ситуаций в опасных зонах переездов.

В этом случае эффективность функционирования переездов целесообразно

оценивать суммарным показателем R_{Σ} , характеризующим транспортный риск, в полной мере отражающий возможные экономические потери от эксплуатации переездов.

Показатель транспортного риска в значительной мере зависит от интенсивности движения транспорта и, особенно, от нерациональных простоев АС у переезда, которые вызываются неоптимальным выбором ОУ. Решить вопрос определения суммарных и среднесуточных задержек АС позволит разработка и использование в практической и проектно-конструкторской работе специальных моделирующих алгоритмов функционирования переездов. Одновременно с помощью этих алгоритмов представляется возможным определить влияние эксплуатируемых и перспективных СУ ОУ на эффективность функционирования переездов. Соблюдение участниками дорожного движения правил проследования железнодорожных переездов является одним из основных путей повышения их безопасности. В то же время, согласно статистическим данным [94] в 2001 году работниками Государственной автомобильной инспекции было зарегистрировано 2135 случаев нарушения правил проезда железнодорожных переездов (табл.1.13).

Таблица 1.13

Распределение случаев нарушения водителями правил
проследования железнодорожных переездов по областям Украины

Области	Количество нарушений в 2002 г.	% к 2000 г.	% ко всем ДТП	Области	Количество нарушений в 2002 г.	% к 2000 г.	% ко всем ДТП
Республика Крым	122	+ 8,9	9,2	Николаевская	44	- 13,7	6,9
Винницкая	31	+ 40,9	4,2	Одесская	184	+ 50,8	11,9
Волынская	14	- 30,0	3,3	Полтавская	89	- 12,7	10,5
Днепропетровская	284	+ 15,4	11,5	Ровненская	27	- 22,9	7,3
Донецкая	198	- 4,3	9,5	Сумская	30	- 9,1	5,5
Житомирская	36	+ 33,5	6,8	Тернопольская	12	- 25,0	3,1
Закарпатская	23	+ 64,5	4,9	Харьковская	162	+ 23,7	7,1
Ивано -Франковская	17	+ 70,0	4,5	Херсонская	71	+ 14,5	11,3
Киевская	97	+ 44,8	7,2	Хмельницкая	25	- 10,7	4,5
г. Киев	173	+ 19,3	15,7	Черкасская	59	+ 5,4	8,5
Кировоградская	37	+ 3,5	6,9	Черниговская	54	- 1,8	8,9
Луганская	122	+ 16,5	9,2	Черновицкая	14	+ 75,0	4,4
Львовская	75	+ 16,2	9,2	г. Севастополь	14	+ 27,3	14,9

Анализ этих данных свидетельствует, что наибольшее число указанных нарушений в 2001 году зарегистрировано в Днепропетровской области - 284, Донецкой области-198 и Одесской области-184. При этом их общее количество относительно 2000 года увеличилось на 12,8 % , что является тревожным фактором. Вызвано это тем, что знания по изучению правил дорожного движения, в основном, однократно приобретаются в специальных учебных заведениях, занимающихся подготовкой водителей АС. Регулярное повышение уровня знаний правил безопасного дорожного движения можно осуществлять за счет более широкого использования средств массовой информации – телевидения, радио, интернета, автоклубов, доступных специализированных пособий, журналов, газет и т.д.

Достаточно эффективным примером в этом направлении является разработка и реализация в США программ «Участок 130 (203)» и «Operation Life-saver» (управление жизненной безопасностью), по которой регулярно в течение 30 лет проводится обучение населения вопросам безопасности организации движения на железнодорожных переездах. Этими программами с ежегодным финансированием 500 - 700 тыс. долларов предусматривалось установка на наиболее сложных переездах видеокамер, с помощью которых фиксировались все нарушения водителями правил дорожного движения, а также аварии и столкновения поездов с АС. Затем по телевидению, в газетах и в специальной литературе с учебной точки зрения освещались все нарушения и столкновения транспорта. Так, только показ по телевидению всей страны трагедии на переезде Фокс Ривер Гров позволил реально убедить водителей АС в необходимости соблюдения всех условий безопасного проезда переездов. В результате чего на 65% сократилось число нарушений правил дорожного движения на переездах, а число погибших и раненых людей при ДТП на них во всей стране уменьшилось на 29% [188]. По расчетам экспертов в результате реализации указанных программ удалось спасти около 7 тыс. жизней людей и уберечь от травм различной тяжести примерно 26 тыс. человек.

Выводы к разделу 1

Выполненный анализ количественных и качественных характеристик железнодорожных переездов и других опасных объектов магистрального и промышленного транспорта Украины, состояния их инженерного оборудования и безопасности движения в их зонах позволяет сделать следующие выводы:

1. Общее количество железнодорожных переездов Укрзалізниці и промышленных предприятий превышает 18 тысяч и значительного уменьшения их числа за счет строительства развязок в разных уровнях в ближайшие десятилетия не предвидится; принципы управления и СУ ОУ, разработанные в 60-е годы прошлого столетия, в современных условиях движения транспорта не являются эффективными как по реализации условий безопасности движения транспорта, так и по обеспечению пропускной способности; ежегодное количество ДТП на переездах и других транспортных объектах Укрзалізниці превышает 145 случаев и в несколько раз больше на промышленных предприятиях, что отрицательно сказывается на здоровье многих сотен людей, и в отдельные годы превышает аналогичные показатели ряда европейских стран.
2. Установлена корреляционная зависимость причин возникновения ДТП на переездах за последние двадцать лет:
 - а) в 29% случаев – по причине столкновения поездов с АС, находящимися в опасной зоне в стационарном состоянии;
 - б) в 61% случаев – по причине въезда АС в опасную зону, когда ПС была включена из-за приближения поездов к переездам;
 3. в) в 10% случаев – по прочим причинам, включая отказы ПС, развал грузов, нахождение посторонних объектов и т.д.
4. Для объективной оценки качества функционирования переездов и других опасных транспортных объектов в денежном эквиваленте необходима разработка специального показателя, зависящего от условий безопасности движения транспорта, пропускной способности, задержек АС и поездов.

5. Для оценки безопасности транспортных объектов за определенный период времени целесообразна разработка комплексного метода, позволяющего определить коэффициент их безопасности с численными значениями от 0 до 1, учитывающего все показатели процессов движения транспорта.
6. Уменьшение количества ДТП и задержек транспорта у опасных транспортных объектов может быть достигнуто в результате создания интеллектуальных СУ ОУ нового поколения. Эти системы должны быть реализованы на основе новых эффективных принципов построения, алгоритмов функционирования и современной элементной базе, имеющих подсистемы адаптивного регулирования, автоматического контроля аварийной ситуации и оптимального ДУ с учетом парирования опасных отказов и возможного влияния дестабилизирующих факторов.
7. Создание интеллектуальных СУ ОУ должно основываться на научно-обоснованных положениях, полученных в результате разработки и применения математических моделей функционирования и моделирования процессов работы опасных транспортных объектов и эффективного управления ОУ с использованием системного подхода на единой методологической основе.

Основные научные результаты раздела опубликованы в пяти трудах [37, 40, 42, 43, 56].

ВЫВОДЫ

На основании проведенных в диссертационной работе исследований и разработок получено решение научно – прикладной проблемы создания эффективных СУ ОУ нового поколения опасных транспортных объектов с использованием функциональных и имитационных моделей. Разработанная система моделей позволяет автоматизировать решение задач анализа и синтеза процессов функционирования опасных транспортных объектов и выбор СУ ОУ, а разработанные новые принципы управления ОУ – проблему повышения безопасности движения транспорта и снижения нерациональных задержек АС.

Теоретические и методические разработки диссертационной работы могут быть положены в основу автоматизированной системы поддержки принятия решений при разработке программ развития СУ ОУ на магистральном и промышленном транспорте, в методическом обеспечении учебных планов студентов, ИППК и ФПК.

Установлено, что за последние двадцать лет на переездах и других опасных объектах железнодорожного транспорта ежегодно происходит большое количество аварий, ДТП и серьезных инцидентов с самыми тяжелыми последствиями для здоровья людей, инженерного оборудования и транспортных средств. Только на переездах магистрального транспорта за четыре последних года произошло более чем 510 ДТП, в которых погибло 143 и получили ранения более 500 человек. Основными причинами аварий и ДТП в опасных зонах сложных транспортных объектов являются:

- а) столкновения поездов с АС, которые находились в опасной зоне в стационарном состоянии – 29% случаев;
- б) столкновения поездов с АС, которые въехали в опасную зону, игнорируя запрещающую информацию ОУ – в 61% случаев;
- в) нерациональное ДУ ОУ, отказы ПС, развал грузов и т.д. – 10% случаев. Настораживающим является тот факт, что в последние два года участились случаи въезда АС в движущиеся поезда и другие железнодорожные средства - около 18% случаев ДТП.

Основные научные результаты и выводы диссертационной работы состоят в следующем:

1. Установлено, что в значительной мере снижению безопасности движения транспорта и пропускной способности опасных транспортных объектов способствует недостаточная эффективность СУ ОУ, принципы построения которых были разработаны еще в конце 60–х годов прошлого столетия и практически до настоящего времени остались без изменения. К основным недостаткам указанных систем следует отнести: реализацию СУ ОУ преимущественно на релейно-контактной элементной базе с «жестким» алгоритмом функционирования, незначительный объем электронной памяти, неоптимальные принципы управления ОУ и структуру построения СУ, ограниченные эксплуатационные и диагностирующие возможности, отсутствие автоматического контроля состояния опасных зон, малоэффективное ДУ ОУ, использование ручного труда и сложного технологического обслуживания.
2. Доказано, что существенно повысить безопасность движения транспорта (сократить на 28-29% случаев ДТП) и пропускную способность сложных транспортных объектов возможно за счет создания СУ ОУ нового поколения с эффективными принципами и алгоритмами функционирования.
3. Для оценки качества функционирования СУ ОУ разработан эффективный с экономической точки зрения критерий текущего и суммарного транспортного риска движения, который учитывает такие факторы, как тип СУ ОУ, психологическое состояние водителей, техническое состояние АС, дорожное покрытие проезжей части и т.д. Предложено экономическую предпочтительность СУ ОУ оценивать по критерию суммарного риска, а адаптацию их устройств – по критерию текущего риска.

4. С помощью разработанной модели функционирования переездов по критерию безопасности движения транспорта проведено моделирование их эксплуатационных характеристик и впервые получена вероятность ДТП на переездах всех категорий с различными ОУ и системами их управления. Она составляет при одном ДТП на переездах I категории – 0,0045, II категории – 0,0048, III категории – 0,0052 и IV категории – 0,0061. Определено суточное распределение времени возможного опасного и безопасного исходов процессов движения транспорта.
5. Установлено, что при перспективном росте интенсивности движения транспорта и изменении его технико-эксплуатационных характеристик нецелесообразно использование ранее разработанных методов оценки безопасности движения транспорта. С помощью разработанного усовершенствованного комплексного метода оценки безопасности движения транспорта на железнодорожных переездах разной категории, впервые установлено, что при коэффициенте загрузки, изменяющимся от 0,5 до 0,9, коэффициент безопасности $K_{\text{бп}}^T$ изменяется в пределах от 0,49785 до 0,89934, а также определены предельные значения коэффициента безопасности $K_{\text{бп}}^T$. Эффективность этого метода подтверждается широким применением его в практике проектных институтов.
6. При помощи разработанной математической модели функционирования переездов по критерию пропускной способности впервые выполнена оценка средних задержек АС при различной интенсивности движения транспорта и СУ ОУ. Сопоставления результатов теоретических расчетов и многочисленных статистических наблюдений свидетельствуют, что погрешность вычислений не превышает 11%. Предложено для наиболее полной оценки нерациональных задержек АС у переездов использовать не их абсолютные значения, а значения коэффициента нерациональных задержек K_3 .

7. Учитывая перспективные направления совершенствования систем интервального регулирования движения поездов, которые направлены на уменьшение и ликвидацию дорогостоящего перегонного напольного оборудования, доказана необходимость разработки микропроцессорных СУ ОУ, представляющих собой независимые локальные системы с самостоятельным решением задач обеспечения безопасности движения и пропускной способности. Предложены и обоснованы принципы построения интеллектуальных СУ ОУ переездов, железнодорожных участков с разными способами интервального регулирования движения поездов, включая устройства спутниковой навигации, и автоматическим контролем состояния опасных зон.
8. С использованием корреляционного анализа опасных отказов элементов СУ ОУ установлено, что наибольшее отрицательное влияние на их надежное функционирование оказывают ПД. В результате использования разработанной модели их влияния на процессы функционирования СУ ОУ впервые определены показатели вероятности опасных отказов ПД с непрерывным и импульсным электропитанием. Эта вероятность при непрерывном электропитании составляет 0,00012, а при импульсном – 0,00031. Разработана классификация ПД наложения, выполнено обобщенное теоретическое обоснование режимов их функционирования и методов анализа нормального и шунтового режимов работы, а также обосновано применение в них двухэлементных путевых приемников.
9. Для разных процессов функционирования СУ ОУ переездов впервые разработана имитационная модель для стационарного и нестационарного режимов движения транспорта и вероятности ДТП. В результате моделирования установлено, что широко эксплуатируемые на переездах Украины системы АПС – ΦL_n с точки зрения задержек АС эффективны только при невысокой интенсивности движения транспорта, а при средней и высокой интенсивности эффективны

СУ ОУ типа АПС – КП и АПС – ФL_T. По показателям пропускной способности и безопасности движения транспорта определены основные критерии целесообразности строительства развязок транспортных путей в разных уровнях.

10. Для уменьшения длительности времени реакции ДСП по принятию своевременных управленческих решений по управлению ДУ ОУ с 1,2 минут до 25-35 секунд, что позволит сократить количество ДТП, предложено и обосновано использование устройств видеоконтроля процессов движения транспорта в опасных зонах. Рассмотрены особенности цветного видеоизображения транспортных процессов, разработаны перспективные принципы ДУ ОУ и алгоритмы последовательного и параллельного видеоотображения информации, которые совместно с практическими решениями оптимального размещения органов ДУ используются на станции «имени академика Барабашова» Харьковского метрополитена для контроля и управления опасными транспортными объектами.
11. Для уменьшения числа отказов элементов СУ ОУ и длительности времени их восстановления, которая в настоящее время составляет 94 минуты, разработан перспективный принцип прогнозирования состояния СУ ОУ на основе частного алгоритма экстраполяции, что способствует переводу технологического обслуживания на оптимальный принцип – в зависимости от технического состояния.
12. Определены требования, предъявляемые к современным автоматическим устройствам контроля состояния опасной зоны транспортных объектов, разработаны перспективные принципы построения и обоснована структурная схема такого устройства на базе цветного видеоконтроля с интеллектуальным режимом распознавания транспортных объектов. Определены возможные погрешности процессов видеоконтроля опасных зон за счет «смазывания» границ движущихся АС. Теоретически и практически обоснованы пути уменьшения

влияния погрешностей и параметров движения АС в результате использования двух видеокамер.

13. Разработаны принципы построения перспективных СУ ОУ:

- а) для переездов с автоматическим контролем опасных зон переездов и полным или частичным приоритетом в движении специальных АС;
- б) систем ДУ ОУ составов на станционных технологических путях;
- в) систем ДУ ОУ въездной и выездной сигнализации производственных помещений с передвижением маневровых составов.

Разработанные технические решения таких систем используются на магистральном и промышленном транспорте и вошли или являются основой типовых альбомов проектных схемных решений “АПС – 93” и “Устройства въездной и выездной сигнализации”.

14. Опыт проектирования и эксплуатации разработанных СУ ОУ и путевых приемников позволяет увеличить пропускную способность переездов и других опасных транспортных объектов в 1,4 – 1,7 раза и получить экономический эффект около 2,1 тысяч гривен на каждом транспортном объекте, а также значительно повысить безопасность движения транспорта. Семь технических решений СУ ОУ и их элементов в силу своей оригинальности и технической новизны признаны изобретениями. Годовой экономический эффект, подтвержденный актами внедрения разработок, включенными в диссертационную работу, составляет 629,4 тысячи гривен и 201,1 тысячу российских рублей.

Таким образом, обоснована концепция создания СУ ОУ нового поколения опасных объектов железнодорожного транспорта, направленная на повышение их эффективности эксплуатации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Про Програму підвищення безпеки руху на залізницях у 1997–2001 роках: Постанова КАБІНЕТУ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ від 22 от квітня 1997 р. № 367. – К., 1997. – 16 с.
2. Конвенция о дорожном движении. Конвенция о дорожных знаках и сигналах. ООН. – М.: Транспорт, 1970.– 120с.
3. Европейский стандарт CENELEC ENC 50129: Применение на железнодорожном транспорте электронных систем, связанных с обеспечением безопасности, предназначенные для сигнализации. 1998.– 87с.
4. ДСТУ 3004–95. Надійність техніки: Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними. – К.: Держстандарт України, 1995.– 32с.
5. ДСТУ 3433–96. Надійність техніки. Моделі відмов: Основні положення. – К.: Держстандарт України, 1996.– 19с.
6. ДСТУ 3587–97. Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди: Вимоги до експлуатаційного стану.– К.: Держстандарт України, 1997.– 20с.
7. Правила технічної експлуатації залізниць України. – К.: Міністерство транспорту України, 2002. – 133с.
8. Инструкция по расчету наличной пропускной способности железных дорог: Утв. МПС СССР, 24. 04.1989.– М.: Транспорт, 1991. – 303с.
9. Інструкція з улаштування та експлуатації залізничних переїздів: Затв. наказом Міністерства транспорту України від 12.07.2002р. № 469.– К.: ГП “Алькор”, 2002.– 39с.
- 10.РД 32 ЦШ 1115842.04 – 93. Безопасность железнодорожной автоматики и телемеханики: Методика расчета норм безопасности. – С–Пб., 1993. – 17с.
- 11.ВСН 21–83. Указания по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительство и реконструкцию автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1985.– 123с.
- 12.ВСН 25 – 85. Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах. – М.: Транспорт, 1988.– 183с.

13. НТП СЦБ / МПС–99. Нормы технологического проектирования устройств автоматики и телемеханики на Федеральном железнодорожном транспорте. – С–Пб.: ГТСС, 1999. – 81с.
14. Автоматическая переездная сигнализация для подъездных путей/ А.Б. Бойник, А.С. Капуста, А.А. Рогатнев, В.А. Воронько // Автомат., телемех. и связь. – 1983.– № 12.– С. 7–9.
15. Автоматическая переездная сигнализация для подъездных путей/ А.Б. Бойник, В. М. Зозуля, В.А. Воронько, В.Н. Котелевец // Автомат., телемех. и связь. – 1992. – № 3.– С. 17–20.
16. Автоматическое устройство оповещения о приближении подвижного состава/ В.М. Ульянов, Ю.И. Меламед, В.И. Болотин, В.И. Жуков, В.Д. Федосов// Автомат., связь, информат. – 2001. - № 5.– С. 38–42.
17. Азарин В.С., Соболев Ю.В., Светличный В.И. Определение задержек автотранспорта у железнодорожных переездов// Вестник ВНИИЖТа. – 1982. – № 3. – С. 53–54.
18. Аналіз стану безпеки руху поїздів на залізницях України за 12 місяців 2000 року/ МТУ; Держ. адмін. залізн. трансп. України.– К., 2001. – 67с.
19. Аналіз стану безпеки руху поїздів на залізницях України за 12 місяців 2001 року/ МТУ; Держ. адмін. залізн. трансп. України.– К., 2002. – 95с.
20. Аналіз експлуатаційної роботи галузі автоматики, телемеханіки та звяз'ку за 1997 рік/ МТУ; Держ. адмін. залізн. трансп. України.– К., 1998.– 53с.
21. Аналіз експлуатаційної роботи галузі автоматики, телемеханіки та звяз'ку за 1998 рік/ МТУ; Держ. адмін. залізн. трансп. України.– К., 1999.– 61с.
22. Аналіз експлуатаційної роботи галузі автоматики, телемеханіки та звяз'ку за 1999 рік/ МТУ; Держ. адмін. залізн. трансп. України.– К., 2000.– 65с.
23. Аналіз експлуатаційної роботи галузі автоматики, телемеханіки та звяз'ку за 2000 рік/ МТУ; Держ. адмін. залізн. трансп. України.– К., 2001.– 57с.
24. Аналіз експлуатаційної роботи галузі автоматики, телемеханіки та звяз'ку за 2001 рік/ МТУ; Держ. адмін. залізн. трансп. України.– К., 2002.– 59с.

25. Аналіз роботи колійного господарства залізниць України за 1997 рік/ МТУ; Держ. адмін. залізн. трансп. України.– К., 1998. – 63с.
26. Аналіз роботи колійного господарства залізниць України за 1998 рік/ МТУ; Держ. адмін. залізн. трансп. України.– К., 1999. – 58с.
27. Аналіз роботи колійного господарства залізниць України за 1999 рік/ МТУ; Держ. адмін. залізн. трансп. України.– К., 2000. – 68с.
28. Аналіз роботи колійного господарства залізниць України за 2000 рік/ МТУ; Держ. адмін. залізн. трансп. України.– К., 2001. – 51с.
29. Аналіз роботи колійного господарства залізниць за 2001 рік/ МТУ; Держ. адмін. залізн. трансп. України.– К., 2002. – 57с.
30. Анализ и обработка данных: Специальный справочник / Под ред. И. Гайдышева. – С–Пб: Питер, 2001.– 752с.
31. Бабаев М.М. Вероятностные характеристики процесса распознавания колесных пар подвижных объектов железнодорожного транспорта// Зб. наук. праць/ ХарДАЗТ.– 1999.– Вип.34.– С.93–95.
32. Бабков В.Ф. Методика оценки безопасности движения и транспортных качеств автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1971. – 208с.
33. Баваров Б.Н. Оценка опасности железнодорожных переездов: Сб. науч. тр. - М.: ГипродорНИИ, 1975. – Вып. 16. – С. 30–37.
34. Баваров Б.Н. К вопросу повышения безопасности движения автотранспортных средств на железнодорожных переездах: Сб. науч. тр. – М.: ГипродорНИИ, 1977.– Вып. 18.– С. 42– 44.
35. Бойник А.Б., Соколов В.М., Рабинович И.И. Компенсационный способ разделения смежных рельсовых цепей// Труды отрас. науч.– техн. конф. «Роль молодых ученых и специалистов в развитии научно–технического прогресса на железнодорожном транспорте». – М.: МИИТ.– 1984.– С.40–41.
36. Бойник А.Б., Моисеенко В.И. Автоматическая система сигнализации для переездов станций промышленного транспорта // Совершенствование и повышение надежности железнодорожных систем автоматики, телемеханики и связи: Межвуз. сб. науч. тр. – Днепропетровск: ДИИТ. –1985.– С. 66-73.

37. Бойник А.Б. Безопасность железнодорожных переездов и пути ее повышения // Труды науч.-техн. конф. «Предупреждение наездов подвижного состава на работников железнодорожного транспорта». Том 2. – Новосибирск. – 1985. – С. 51-52.
38. Бойник А.Б., Воронько В.А., Кошевой С.В. Автоматическая переездная сигнализация для подъездных путей с использованием микропроцессора // Применение микропроцессорных устройств в системах железнодорожной автоматики: Сб. науч. тр. – Харьков: ХИИТ. - 1988. – Вып.7.- С. 15-19.
39. Бойник А.Б., Макаренко Р.В. Особенности работы адаптивной рельсовой цепи без изолирующих стыков // Информ.– керуючі системи на залізн. трансп.– 2000. – № 4. – С. 105–106 / Матер. виступів учасн. 13–ої Міжнар. школи–семінару з персп. систем управ., м. Алушта, 11–19 вересня 2000 р.
40. Бойник А.Б. Безопасность на переездах магистрального железнодорожного транспорта // Залізн. трансп. України. – 2001. – № 2.– С. 29–32.
41. Бойник А.Б., Мороз В.П., Коваленко Г.В. Безопасность неохранных железнодорожных переездов // Залізн. трансп. України. – 2001.– № 3.– С. 28 –30.
42. Бойник А.Б., Коваленко Г.В., Макаренко Р.В. История развития перегонных систем железнодорожной автоматики // Залізн. трансп. України.– 2001.– № 4.– С. 40 – 43.
43. Бойник А.Б., Коваленко Г.В. Сравнительная характеристика методов оценки безопасности переездов // Информ.– керуючі системи на залізн. трансп.– 2001. – № 4.– С. 117–118 / Матер. виступів учасн. в 14– ої Міжнар. школи–семінару з персп. систем управ., м. Алушта 11-21 вересня 2001р.
44. Бойник А.Б., Германенко О.А. Видеоконтроль опасной зоны железнодорожных переездов // Информ. – керуючі системи на залізн. трансп. – 2001. – № 4. – С. 24 –27.
45. Бойник А.Б., Половец С.Э. Промышленное телевиденье Харьковского метрополитена // Информ.– керуючі системи на залізн. трансп. – 2001. – № 4. – с 131–132 / Матер. виступів учасн. 14– ої Міжнар. школи–семінару з персп. систем упр., м. Алушта, 11–21 вересня 2001р.
46. Бойник А.Б., Половец С.Э. Применение цветного телевидения для повышения качества управления Харьковским метрополитеном // Информ.–керуючі системи на залізн. трансп. – 2001. – №5.–С. 86 / Матер. виступів учасн. 63–ої

- наук.–тех. конф. Харьк. держ. академії та фахівців залізн. трансп., м. Харків, 28 – 30 листопада 2001 р.
- 47.Бойник А.Б., Коваленко Г.В., Макаренко Р.В. Современные системы автоматической блокировки// Залізн. трансп. України. – 2001.– № 5. – С.14–19.
- 48.Бойник А.Б. Безопасность движения транспорта на железнодорожных переездах // Труды 4-ої міжнар. конф. «Вплив людського фактора на безпеку на залізничному транспорті». – Львів. – 2001. – С. 12.
- 49.Бойник А.Б., Коваленко Г.В., Макаренко Р.В. Перспективные системы интервального регулирования движения поездов на перегонах // Залізн. трансп. України. – 2001. – № 6. – С.23-25.
- 50.Бойник А.Б., Половец С.Э. Промышленное телевидение Харьковского метрополитена // Залізн. трансп. України.– 2002.– № 1.– С. 15–18.
- 51.Бойник А.Б., Коваленко Г.В. Сравнительная характеристика методов оценки безопасности переездов //Информ.–керуючі системи на залізн. трансп. – 2002. – № 2. – С. 18 – 21.
- 52.Бойник А.Б. Дестабилизирующие факторы процессов движения транспорта через железнодорожные переезды // Информ.–керуючі системи на залізн. трансп.– 2002. – № 3. – С.36–39.
- 53.Бойник А.Б. Диагностирование и прогнозирование состояния систем железнодорожной автоматики // Залізн. трансп. України. – 2002.– № 4.– С. 2–7.
- 54.Бойник А.Б. Комплексний метод оцінки безпеки переїздів// Зб. наук. праць/ УкрДАЗТ.– 2002.– Вип. 49.– С.79– 84.
- 55.Бойнік А.Б. Структура мікропроцесорних систем керування пристроями обгороджування залізничних переїздів//Зб. наук. пр./ УкрДАЗТ. –2002.– Вип. № 50. – С. 123 – 132.
56. Бойник А.Б. Перспективные направления совершенствования систем управления переездной сигнализацией //Вестник Нац. техн. у-ту “ХПИ”: Сб. научн. трудов. – 2002. – №7. – Том 2: «Новые решения в современных технологиях».– С. 37– 40.

57. Бойник А.Б. Имитационное моделирование и оценка автотранспортных задержек у железнодорожных переездов // Информ.–керуючі системи на залізн. трансп.– 2002. – № 4,5. – С. 10 – 12.
58. Бойник А.Б. Влияние отказов элементов систем переездной сигнализации на безопасность движения транспорта// Информ.–керуючі системи на залізн. трансп.: Дод. до журналу. – 2002.– № 4,5. – С. 33 – 34/ Матер. виступів. учасн. 15 – ої Міжнар. школи – семінару ”Перспективні системи управління на залізничному, промислового та міському транспорті”, м. Алушта, 13 – 20 вересня 2002 р.
59. Бойник А.Б. Вероятностная модель функционирования железнодорожных переездов по критерию безопасности// Залізн. трансп. України. – 2003.– № 1. – С. 29 – 31.
60. Бойник А.Б. Диагностирование и прогнозирование состояния железнодорожной автоматики: Учебное пособие. Харьков.: ХарГАЖТ, 2001. – 58с.
61. Боронцев В.Б. Обеспечение безопасности движения на зарубежных железных дорогах//Ж.– д. трансп. Сер. Безопасность движения: ОИ/ЦНТИИТЭИ МПС. 1992.– Вып.3 – 4. – С. 1– 70.
62. Бортовая телевизионная система видеонаблюдения / О.С. Андрушко, И.Н. Курков, А.И. Разин, Р.И. Рыбников// Автомат., связь, информат.– 2002. – № 5. – С. 24– 25.
63. Брайловский Н.О., Б.И. Грановский Б.И. Управление движением транспортных средств. – М.: Транспорт, 1975.– 112с.
64. Буралев Ю.В., Павлова Е.И. Безопасность жизнедеятельности на транспорте. – М.: Транспорт, 1999.– 200с.
65. Бутько Т.В., Долгополов П.В. Розробка та обґрунтування побудови корпоративної інформативно – керуючої мережі залізничного вузла//Зб. наук. пр./ УкрДАЗТ. – 2001.– Вып. № 45. – С. 49 – 55.
66. Бутько Т.В. Нові підходи до планування поїздотворення на станціях залізничних вузлів// ”Комунальное хоз–во городов”/ Научно – техн. сб., вип. 47, серия: Технические науки и архитектура, – К., Техника, 2003 – С. 193 – 198.
67. Варбанец Н.Г., Бойник А.Б., Удовиков А.А. Автоматические ограждающие устройства с микропроцессорным управлением// Труды респуб. конф.

- «Микропроцессорные системы связи и управления на железнодорожном транспорте», г. Алушта. – Харьков: ХИИТ, 1991.– С.31.
68. Варбанец М.Г., Бойник А.Б. Принципи побудови мікропроцесорної переїзної сигналізації // Труди 55-ої наук.– техн. конф. кафедр ін – ту та спец. залізн. трансп.– Харків.: ХІТ.– 1993.– С.52.
69. Варбанец Н.Г., Бойник А.Б. Микропроцессорная автоматическая переездная сигнализация для промышленных предприятий//Труды школы–семинара «Микропроцессорные системы связи и управления на железнодорожном транспорте», г. Алушта. – Харьков: ХарГАЖТ.– 1994.– С.25.
70. Варелопуло Г.А. Организация движения и перевозок (на городском пассажирском транспорте). – М.: Транспорт, 1981.– 199с.
71. Васекин А.И. Космические технологии на железнодорожном транспорте// Автомат., телемех. и связь. – 1998. – № 10.– С. 8 – 10.
72. Васекин А.И. Спутниковые технологии в управлении перевозочным процессом // Автомат., связь, информат. – 2001.– № 12. – С. 32 – 33.
73. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1973. – 365с.
74. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. – М.: Высш. шк., 2000.– 480с.
75. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Высш. шк., 2001.– 575с.
76. Вышинский В.А., Фурман И.А. Об использовании булевых матриц и операций над ними для построения быстродействующих программируемых устройств логического управления//Управляющие системы и машины. – 1986.– № 2.– С.12– 16.
77. Герасимов Ю.М., Шанайца П.С. Безопасность движения: состояние и актуальные задачи // Ж.– д. трансп. – 2000.– № 11. – С. 20 – 25.
78. Гончаренко Ф.П., Гончаренко Ю.Ф. Підвищення безпеки дорожнього руху в темну пору доби.– К.: АТ фірма “Віпол” 1999.– 159с.
79. Гнезденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. Основные характеристики надежности и статистический анализ. – М.: Наука, 1965.– 524с.

80. Грязин Г.Н. Системы прикладного телевидения: Учебное пособие. – С-Пб.: Политехника, 2000. – 277с.
81. Дистанционное ограждение составов /А.Б. Бойник, В.А. Воронько, В.Н. Котелевец, И.Н. Чебитько // Автомат., телемех. и связь. – 1989.– № 5.– С. 28 – 30.
82. Дмитренко И.Е., Сапожников В.В., Дьяков Д.В. Измерения и диагностирование в системах железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. – М.: Транспорт, 1994.– 263 с.
83. Дмитриев В.С., Минин В.А. Системы автоблокировки с рельсовыми цепями тональной частоты. – М.: Транспорт, 1992. – С. 182.
84. Дорожньо – транспортні пригоди в Україні (Оперативна інформація за 12 місяців 1991 року): Матеріал підготовлений ГУ ДАІ МВС України. Держ. автомобільна інспекція. – К., 1992. – 97с.
85. Дорожньо – транспортні пригоди в Україні (Оперативна інформація за 12 місяців 1992 року): Матеріал підготовлений ГУ ДАІ МВС України. Держ. автомобільна інспекція. – К., 1993. – 102с.
86. Дорожньо – транспортні пригоди в Україні (Оперативна інформація за 12 місяців 1993 року): Матеріал підготовлений ГУ ДАІ МВС України. Держ. автомобільна інспекція. – К., 1994. – 99с.
87. Дорожньо – транспортні пригоди в Україні (Оперативна інформація за 12 місяців 1994 року): Матеріал підготовлений ГУ ДАІ МВС України. Держ. автомобільна інспекція. – К., 1995. – 89с.
88. Дорожньо – транспортні пригоди в Україні (Оперативна інформація за 12 місяців 1995 року): Матеріал підготовлений ГУ ДАІ МВС України. Держ. автомобільна інспекція. – К., 1996. – 102с.
89. Дорожньо – транспортні пригоди в Україні (Оперативна інформація за 12 місяців 1996 року): Матеріал підготовлений ГУ ДАІ МВС України. Держ. автомобільна інспекція. – К., 1997. – 103с.
90. Дорожньо – транспортні пригоди в Україні (Оперативна інформація за 12 місяців 1997року): Матеріал підготовлений ГУ ДАІ МВС України. Держ. автомобільна інспекція. – К., 1998. – 99с.

91. Дорожньо – транспортні пригоди в Україні (Оперативна інформація за 12 місяців 1998 року): Матеріал підготовлений ГУ ДАІ МВС України. Держ. автомобільна інспекція. – К., 1999. – 103с.
92. Дорожньо – транспортні пригоди в Україні (Оперативна інформація за 12 місяців 1999 року): Матеріал підготовлений ГУ ДАІ МВС України. Держ. автомобільна інспекція.– К., 2000. – 99с.
93. Дорожньо – транспортні пригоди в Україні (Оперативна інформація за 12 місяців 2000 року): Матеріал підготовлений ГУ ДАІ МВС України. Держ. автомобільна інспекція. – К., 2001. – 101с.
94. Дорожньо – транспортні пригоди в Україні (Оперативна інформація за 12 місяців 2001 року): Матеріал підготовлений ГУ ДАІ МВС України. Держ. автомобільна інспекція. – К., 2002. – 99с.
95. Дьяконов В.П. Справочник по MathCAD PLUS 6/0 PRO. – М.: «СК Пресс», 1997. –336с.
96. Зайцева Т.Н. Обеспечение безопасности на зарубежных железных дорогах// Ж.– д. трансп. Сер. Безопасность движения: ОИ/ЦНТИИТЭИ МПС. – 1998. – Вып.1– 2. – С. 24 – 58.
97. Зорин В.И. Современные системы обеспечения безопасности железнодорожного транспорта // Ж.– д. трансп. – 2000.– № 11. – С. 52 – 53.
98. Калужский Я.А., Филипов В.В. Теория массового обслуживания в исследованиях движения автомобильных потоков //Автомобильные дороги. – 1964.– № 12. – С. 24 – 36.
99. Кисляков В.М., Филипов В.В., Школяренко И.А. Математическое моделирование и оценка условий движения автомобилей и пешеходов.– М.: Транспорт, 1979. – 200с.
100. Клименко К.С. Розробка методу компактного представлення відеоінформації для АСУЗТ: Автореф. дис...канд. техн. наук: 05.12.02 / ХарДАЗТ.– Харків, 2001.– 18с.
101. Климов В.Г. Стохастические системы обслуживания. – М.: Наука, 1966. – 243с.

102. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения. –М.: Транспорт, 1981.– 240с.
103. Коваленко И.П. Анализ редких событий при оценке Эффективности и надежности систем. – М.: Сов. радио, 1980.– 208с.
104. Коган И.М. Функциональная устойчивость и критичность оптимальных систем// Радиотехника.– 1977. – № 4. – С. 3 – 7.
105. Кольер Дж. Системы, критичные по безопасности// IEE Computing Control Engineering Journal.– 1991.– № 9.– С. 34 – 48.
106. Котик М.А., Емельянова А.М. Природа ошибок человека- оператора (на примере управления транспортными средствами). – М.: Транспорт, 1993.– 252с.
107. Корольова Н.А. Методи стиску і відновлення зображень на основі поліадичного кодування масивів довжин серій для скорочення часу обробки і передачі інформації: Автореф. дис...канд. техн. наук: 05.12.02 / ХарДАЗТ. –Харків, 2002. – 16с.
108. Кравцов Ю.А., Нестеров В.Л., Лекута Г.Ф. Системы железнодорожной автоматизации. – М.: Транспорт, 1996. – 400с.
109. Кременец Ю.А., Печерский М.П. Технические средства регулирования дорожного движения.– М.: Транспорт, 1981.– 252с.
110. Кудинов Г.П., Щелков Г.К., Цыбуля Н.А. Технические средства автоматизации на промышленном железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт, 1984.– 224с.
111. Кузнецов Е.С. Исследование эксплуатационной надежности автомобилей. –М.: Транспорт, 1969. –152с.
112. Лещинский Е. Имитационное моделирование на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт, 1977.-176с.
113. Липаев В.В. Надежность программного обеспечения. -М.: Энергоатомиздат, 1983.- 376с.
114. Лисенков В.М. Статистическая теория безопасности движения поездов. – М.: ВИНТИ РАН, 1999.–332с.

115. Лукошявичене О.В. Моделирование дорожно – транспортных происшествий. – М.: Транспорт, 1988.– 96с.
116. Математическая модель функционирования железнодорожного переезда/ А.Б. Бойник, В.А. Козел, В.И. Храбустовский, П.Н. Сысенко //Применение микропроцессоров в системах железнодорожной автоматики: Сб. науч. тр./ ХарГАЖТ.– 1995.– Вып.27. –Ч.2.– С. 19–24.
117. Медведков Ю.К. Глонасс- аппаратура пользователя определяет координаты, скорость, время // Радио.– 1997.–№ 10.– С.72–74.
118. Методы построения безопасных микроэлектронных систем железнодорожной автоматики / Вл. В. Сапожников, В.В. Сапожников, Х.А. Христов, Д.В. Гавзов; Под. ред. Вл. В. Сапожникова. –М.: Транспорт, 1995.– 342с.
119. Меньшиков Н.Я., Королев А.И., Ягудин Р.Ш. Надежность железнодорожных систем автоматики и телемеханики. – М.: Транспорт, 1976.–215с.
120. Мойсеєнко В.І. Мікропроцесорні системи залізничної автоматики / Під ред. проф. Г.І. Загарія.– Харків: ХФВ ”Транспорт України”, 1999.–148с.
121. Мороз В.И. Теоретические основы создания нового поколения систем и технических средств для железнодорожного транспорта // Информ.–керуючі системи на залізн. трансп.– 1997. – № 1. – С. 81–84.
122. Надежность и эффективность в технике; Справочник: В 10 том.–Т.9. Техническая диагностика/ Под общ. ред. В.В. Ключева, П.П. Пархоменко. – М.: Машиностроение, 1987.– 352 с.
123. Надежность технических систем: Справочник/ Под ред. И.А.Ушакова. – М.: Радио и связь, 1985.– 608с.
124. Нормативні акти з безпеки руху поїздів/ В.Зайцев, А. Рашко, В. Крот, М. Ришковський. – К.: Транспорт України, 2002.–142с.
125. Отчет о производственной и хозяйственной деятельности главного управления автоматики, связи, энергетики и ВТ за 1996 год/ МТУ; Держ. адмін. залізн. трансп. України. – К., 1997. – 64с.
126. Отчеты о производственной и хозяйственной деятельности главного управления пути за 1996 год / МТУ; Держ. адмін. залізн. трансп. України.– К., 1997. – 48с.

127. Ошурков И.С., Баркаган Р.Р. Проектирование электрической централизации. – М.: Транспорт, 1980. – 295с.
128. Печкова Т.А. Требования к цвету автотранспорта// Отделка промышленных изделий. – М.: ВНИИТЭ, 1975. –Ч.1. – С. 68 – 89.
129. Повышение надежности автоматической блокировки: Отчет по НИР / Н.Ф. Котляренко, А.С. Капуста, А.Б. Бойник, В.М. Соколов; ХИИТ; № ГР 01840015763; Инв. № 0275. 0009137. – Харьков, 1986. – 90с.
130. Повышение защищенности автоблокировки от схода изолирующих стыков и толчков тягового тока: Отчет по НИР /А.С. Капуста, А.Б. Бойник, В.А. Аристов, И.А. Копейкин; ХИИТ; № ГР 01870020197; Инв. № 02.9.00055517. – Харьков, 1990. – 144с.
131. Повышение эксплуатационной надежности автомобилей / Под ред. проф. Е.С. Кузнецова. – М.: Транспорт, 1973.– 176с.
132. Поздняков В.А., Тюпкин Ю.А. Повышение безопасности на железнодорожных переездах // Ж.– д. трансп.– 2000.– № 11. – С. 22 – 23.
133. Полуавтоматическая сигнализация въездной и выездной сигнализации промышленных предприятий /Ю.В. Соболев. А.Б. Бойник, В.М. Соколов, В.П. Мороз, В.А.. Воронько, И.И. Никитенко// Автомат., телемех. и связь. – 1988.– № 4.– С. 10 –12.
134. Поляков П.Ф. Прием сигналов в многолучевых каналах. – М.: Радио и связь, 1986. –320 с.
135. Правдин Н.В. Пассажирские станции. – М.: Транспорт, 1973. – 272с.
136. Правдин Н.В., Банек Т.С., Негрей В. Я. Железнодорожные станции и узлы. – М.: Транспорт, 1984, – 296с.
137. Приемник для рельсовой цепи: А.с. 1306788 СССР, МКИ В 61L 23 / 16 / Ю.В. Соболев А.Б. Бойник, Е.А. Иванова, А.С. Капуста, В.М Соколов. (СССР). – 3901434/27–11; Заявлено 27.05. 85; Оpubл. 30.04.87, Бюл. № 16. – 3с.

138. Программируемые контроллеры для систем управления / Г.И. Загарий, Н.О. Ковзель, В.И. Поддубняк, А.И. Стацюк, И.А. Фурман. – Харьков: ХФИ «Транспорт Украины», 2001. – 316с.
139. Промышленный транспорт/Под общей ред. А.Т. Дерибаса. – М.: Транспорт, 1974. – 560с.
140. Путевая блокировка и авторегулировка / Н.Ф. Котляренко, А.В. Шишляков, Ю.В. Соболев, И.З. Скрыпин. – М.: Транспорт, 1983. – 408с.
141. Путевой приемник: А.с. 1474008 СССР, МКИ В 61L 23 / 16 / Ю.В. Соболев, В.М. Соколов, С.В. Суярко, В.Я. Сашко, В.В. Завгородний, А.И., Радышевский, В.П. Мороз, А.Б. Бойник, А.С. Капуста (СССР). – 4258077/27–11; Заявлено 11.04.87; Опубл. 23.04.89, Бюл. № 15. – 4с.
142. Разгонов А.П. О выборе стратегии профилактики объектов железнодорожной автоматики//Информ.– керуючі системи на залізн. трансп.– 1997. – № 1. – С. 60-67.
143. Разгонов А.П. Об оценке показателей транспортного потока при отказе систем А и Т и некоторые вопросы профилактики// Информ.–керуючі системи на залізн. трансп.– 1999. – № 1. – С. 11 – 16.
144. Разработка мероприятий по повышению надежности автоматики и телемеханики: Отчет по НИР / Н.Ф. Котляренко, А.С. Капуста, П.П. Золочевский, А.Б. Бойник, В.М. Соколов; ХИИТ; № ГР 018288012032; Инв. № 0283. 0027849. – Харьков, 1982. – 97с.
145. Разработка мероприятий по повышению надежности автоматики и телемеханики: Отчет по НИР / Н.Ф. Котляренко, А.С. Капуста, А.Б. Бойник, П.П. Золочевский, В.М. Соколов; ХИИТ; № ГР 0188830020560; Инв. № 0281. 0016481. – Харьков, 1983. – 157с.
146. Разработка мероприятий и средств повышения эксплуатационной надежности устройств железнодорожной автоматики: Отчет по НИР / Н.Г. Варбанец, А.Б. Бойник, Н.А. Мороко, П.Д. Кулик, Е.А. Иванова, В.И. Моисеенко; ХИИТ; № ГР 01910033284; Инв. № 0291.0023763.– Харьков, 1991. – 43с.

147. Руководство по железнодорожной медицине: Медицинское обеспечение безопасности движения поездов/ Под ред. В.М. Сибаяева, Ю.Н. Коршунова, А.З. Уфасмана. – М.: Транспорт, 1990. – Том 1.– 280 с.
148. Самсонкин В.Н., Моисеенко В. И. Роль компьютерной техники в системе обеспечения безопасности движения // Залізн. трансп. України. – 2001.– № 2. – С. 45–46.
149. Самсонкин В.Н. Человеческий фактор в обеспечении безопасности железнодорожного транспорта // Залізн. трансп. України. – 2003. – № 5 – 6. – С. 65 – 67.
150. Сборник статистических данных несчастных случаев при дорожно-транспортных происшествиях в 1987 году. – М.: Глав. ин – т упр. и безопасности МВД – СССР, 1988. – 132 с.
151. Сборник статистических данных несчастных случаев при дорожно-транспортных происшествиях в 1988 году. – М.: Глав. ин – т упр. и безопасности МВД – СССР, 1989.– 138с.
152. Сборник статистических данных несчастных случаев при дорожно-транспортных происшествиях в 1989 году. – М.: Глав. ин – т упр. и безопасности МВД– СССР, 1990.– 124 с.
153. Сборник статистических данных несчастных случаев при дорожно-транспортных происшествиях в 1990 году. – М.: Глав. ин – т упр. и безопасности МВД – СССР, 1991. – 118 с.
154. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. – М.: Транспорт, 1977.– 197с.
155. Системы технического зрения / Под ред. А.Н. Писаревского, А.Ф. Чернявского. – Л.: Машиностроение, 1988. – 424с.
156. Соболев Ю.В. Путевые преобразователи автоматизированных систем управления железнодорожного транспорта: Монография. Харьков.: ХФИ “Транспорт Украины”, 1999.– 200с.
157. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. – М.: Высш. шк., 2001. – 343 с.

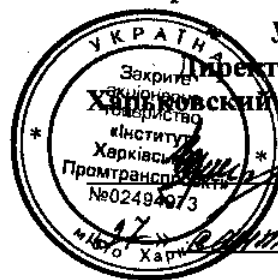
158. Способ определения токов в рельсовой линии: А.с. 1747303 СССР, МКИ В 61L 25 / 06 / А.А. Рогатнев, А.С. Капуста, Г.М. Кустов, В.К. Жучков, П.П. Золочевский, А.Б. Бойник, Е.А. Луковлева, Ю.В. Гордиенко, Н.В. Оспищев. (СССР).– 4451191/11; Заявлено 28.06.88; Опубл. 15.07.92, Бюл. № 26. – 6с.
159. Справочник по надежности: Пер. с англ. Ю.Г. Епишеной, Б.А.Смирениной/ Под ред. Б.Р. Левина.– М.: Мир, 1969.– Том 1.– 339с.
160. Справочник по безопасности дорожного движения: Обзор мероприятий по безопасности дорожного движения. – Институт экономики транспорта. Осло – Копенгаген, 1996. – 646с.
161. Степанов Н.М., Новиков М.А. Автоматическая сигнализация на переездах и искусственных сооружениях. – М.: Транспорт, 1982.– 136с.
162. Телевидение / Под ред. В.Е. Джаконии. – М.: Радио и связь, 1997.– 639с
163. Теоретичні дослідження статистичних характеристик спрацювання поверхні катання рейок у повздовжньому профілю в експлуатаційних умовах: Отчет по НДР / О.О. Шехватов, Б.А. Левочко, А.Б. Бойнік, О.О. Махота, Д.А. Потапов; ХарДАЗТ; № ДР 0199U003104, архив № 0202U006021; – Харьков, 2001. – 97с.
164. Теория автоматического управления/ Под ред. А.А. Воронова.– М.: Высшая школа, 1977.– Ч.1.– 264с.
165. Теория автоматического управления/ Под ред. А.А. Воронова. – М.: Высшая школа, 1977.– Ч.2.– 288 с.
166. Технічні вказівки по улаштуванню, укладанню, ремонту і утриманню безстикової колії на залізницях України / Е.І. Даніленко, М.І Карпов, М.Д. Костюк, П.І. Рибачок, В.П. Шраменко. – К.: Транспорт України, 2002.–106с.
167. Травникова Н.П. Эффективность визуального поиска.– М.: Машиностроение, 1985.– 128 с.
168. Устройство автоматической переездной сигнализации: А.с. 931556 СССР, МКИ В 61L 29 / 22 / И.З. Скрыпин, Ю.В. Соболев, Н.Г. Варбанец,

- А.Б. Бойник, В.И. Моисеенко (СССР). – 3001554/11; Заявлено 10.11.81; Оpubл. 30.05.82, Бюл. № 20. – 5с.
169. Устройство автоматической переездной сигнализации: А.с. 1047760 СССР, МКИ В 61L 29 / 22 / Ю.В. Соболев, И.З. Скрыпин, А.Б. Бойник, В.А. Воронько (СССР). – 3438866/11; Заявлено 17.05.82; Оpubл. 15.10.83, Бюл. № 38. – 4с.
170. Устройство для контроля схода изолирующих стыков: А.с. 1382723 СССР, МКИ В 61L 23 / 16 / А.А. Рогатнев, А.С. Капуста, В.М. Соколов, С.В. Луковнев, А.Б. Бойник, В.Н. Сучков (СССР). – 3934835/27–11; Заявлено 26.07.85; Оpubл. 23.03.88, Бюл. № 11. – 2с.
171. Устройство для определения параметров движения рельсовых транспортных средств: А.с. 1791255 СССР, МКИ В 61L 23 / 16, В 61L 15 / 20 / Н.Г. Варбанец, А.Б. Бойник, А.А. Удовиков (СССР). – 49933822/11; Заявлено 06.05.91; Оpubл. 30.01.93, Бюл. № 4. – 3с.
172. Устройства въездной /выездной/ и оповестительной сигнализации. Альбом 3. Серия: Вводы железнодорожных путей колеи 1520 мм в производственные здания. «Типовые конструкции, изделия и узлы зданий и сооружений»/ Проектный институт" Харьковский Промтранспроект". – Харьков, 1993. – 162с.
173. Федоровский В.В., Марушко Ф.И. Телемеханические системы на промышленном транспорте. – М.: Транспорт, 1977. – 175с.
174. Філіппенко І.Г., Бантюков С.Є. Критерії оцінки рівня безпеки руху на залізничному транспорту // Інформ. – керуючі системи на залізн. трансп. – 1999. –№ 3. – С. 6 – 7.
175. Фурман И.А., Никонов А.И. Методология разработки параллельного логического контролера// Электротехника. – 1988.– № 6.– С.69 –73.
176. Фурман И.А. Перспективы развития структуры и технологии применения параллельных логических контролеров// Электротехника. – 1990. –№ 4, – С.48 –52.

177. Швир В. Надежность электронных схем в устройствах СЦБ// Ж.-д. мира. – 1986.–№ 1. – С.59 – 67.
178. Хенди Э.Дж., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценка риска. – М.: Машиностроение, 1984.– 528с.
179. Цветовое оформление на железнодорожном транспорте / Т.Л. Соснова, Ю.В.Фрид, Е.Г. Соколова, Е.Н. Лосева. – М.: Транспорт, 1984. – 200с.
180. Цифровое кодирование телевизионных изображений/ Под ред. И.И. Цукермана. – М.: Радио и связь, 1981.–239с.
181. Grup Waltter. Der Mensch und die Sicherheit im Verkehr. Bundesbahn, 1977, Ig. 31.– S.75 – 85.
182. Giaever T. Ulykkesfrekvenser i rundkjøringer og signalregulerte kress. STF63 A90002. Nrdheim, SINTEF Samferdselsteknik, 1990. –124s.
183. Koltzow K. Modre vil ha mar trafiksikkerhet. Hvorfor medlemmer I Nusmmorforbund bruker TOIs studietilbud «Gjør nrafikkmiljoert sikrere». TOI – rapport. Oslo, Transportokonomisk institut, 1985. – P. 43 – 123.
184. Leden L., Salusjarvi V. Trafisakerhet och vagytans tgmtskaper (TOVE). Samband mellan belagningens alder och trafiksikkerheten. VTT meddelandan 1076. Esbo, States Tekniska Forskningscentral (VTT). 1989.– P. 21 – 87.
185. Matthews L.R., Barnes J.W. Relation between road environment and curve accidents. Proceedings of 14 ARRB Conference, Part 4.– P. 105 – 120.
186. OECD Road Research Group. Road Safety at Night. Paris, OECD, 1979. – 201p.
187. Fischer K. Das Markowsche Luvelascigkeigketsmodellin der Eisenbahn–Sicherheit technik. «DET – Eisenbahntecynik”., 1987.– № 2 – S. 189 –195.
188. Reeiche J. Betriebssicherheit auf den Strecken Deutschland// Eiisenbahningenieur. 2000, – № 2. –С. 64 – 69.
189. Sobolev Y., Bojnik A. Principles of railway crossing signaling control using satellite systems of navigation//EASTEN-EUROPEAN JOURNAL ENTERPRISE TECHNOLOGIES. – 2003. –№ 1.– P. 21 – 28.
190. Schoppert D., Hoyt D. Factors influencing safety at highway railway grade crossing, Washington, Cov. print off. 1988.– P. 21–28.

191. Simens A. Sikkerhets I veitunnel / Oslo, Simens Norge AS, 1989. – P.24 – 36.
192. Tarbet T. Improved railroad crossing protection coordination of traffic signal with train movements, “Los Angeles Dept. Of public Utilities and Transportation”. 1991. – P.34 – 41.
193. Vesselt H. Vilt på tvers av vegen. Siminar om viltpakjorsler 22 juni 1994 Idremmen. Koppang vegstasjon, 1994.– P. 56 – 65.
194. Vodahl S., Giaever N. Risiko i vegkryss. Dokumentasjonsrapport. Rapport STF 63 A86011. Trondheim, SINTEF Samferdselsteknikk. 1986. –156p.

Приложение А



УТВЕРЖДАЮ:

Директор ЗАО «Институт
Харьковский Промтранспроект»

В.А. Грицай

25.09.2002 г.

Акт
25 сентября 2002 г.
г. Харьков

О внедрении результатов работы А.Б. Бойника согласно договоров о научно-техническом сотрудничестве между УкрГАЗДТом (ХИИТом и ХарГАДТом), ЗАО «Институт Харьковский Промтранспроект» (ГПИ «Харьковский Промтранспроект»), Лисичанским НПЗ, Рубежанским ПО «Краситель», п/я А-7462, п/я 2609, Могилевским ПО «Химволокно», Белгородским заводом «Энергомаш», Астраханским НПЗ и т.д. (1983, 1985, 1987, 1995, 1999 г.г.), которые вошли в диссертационную работу «Теоретические основы эффективной эксплуатации систем управления ограждающими устройствами».

Составлен комиссией в составе:

Председатель комиссии: Начальник отдела автоматизации и связи
ЗАО «Институт Харьковский Промтранспроект»

В.А. Воронько

Члены комиссии:

Начальник Финансово-экономического отдела
ЗАО «Институт Харьковский Промтранспроект»

А.Н. Гудименко

Главный инженер проекта отдела автоматизации и связи
ЗАО «Институт Харьковский Промтранспроект»

В.Н. Котелевц

Руководитель группы отдела автоматизации и связи
ЗАО «Институт Харьковский Промтранспроект»

Г.В. Федорова

К.т.н., доцент УкрГАЗДТа

А.Б. Бойник

Комиссия определила фактическое внедрение следующих результатов работы к.т.н. Бойника А.Б. в период с 1983 по 2001 годы:

- методы оценки безопасности железнодорожных переездов;
- автоматические системы управления ограждающими устройствами железнодорожных переездов, дистанционного ограждения станционных путей, въездной/выездной сигнализацией;
- моделирующие программы определения эффективности функционирования опасных железнодорожных транспортных объектов с различными системами управления;
- принципиальные схемы, вошедшие в типовые проектно-технические решения систем автоматической переездной сигнализации (АПС-93), автоматической въездной/выездной сигнализации и дистанционного ограждения станционных путей.

Основанием для внедрения являлись тематические планы проектирования ГПИ «Харьковский Промтранспроект», в настоящее время ЗАО «Институт Харьковский Промтранспроект», а также договоры о научно-техническом сотрудничестве с УкрГАЗДТом (ХИИТом и УкрГАЗДТтом) начиная с 1983 по 2001 г.г.

Общая сумма затрат проектирования ГПИ «Харьковский Промтранспроект», а затем ЗАО «Институт Харьковский Промтранспроект» составляет 7,4 тыс. гривень и 12,2 тыс. рублей.

Место внедрения Лисичаньский НПЗ, Рубежное ПО «Краситель», п/я А-7462, п/я 2609, Могилевский завод «Химволокно», Белгородский завод «Энергомаш», Астраханский НПЗ и другие предприятия Украины, Белоруссии и Российской Федерации.

В результате внедрения вышеуказанных разработок повышается:

- пропускная способность поездов, производственных предприятий с въездом/выездом железнодорожных маневровых составов; станционных путей и т.д.
- условия безопасности движения транспорта на указанных выше транспортных объектах;
- скорости движения поездов и маневровых составов.

Экономический эффект от внедрения результатов работы Бойника А.Б. составляет около 615,3 тысяч гривен и около 201,1 тысяч рублей.

Выводы и рекомендации о дальнейшем использовании: учитывая большую эффективность эксплуатации разработанных мероприятий рекомендовать их для дальнейшего использования конструкторскими, эксплуатационными и проектными организациями на магистральном и промышленном транспорте.

Акт составлен в четырех экземплярах:

- экз. № 1 – ЗАО «Институт Харьковский Промтранспроект»;
- экз. № 2 – УкрГАЗДТ
- экз. № 3 и 4 к.т.н., доцент Бойник А.Б.

Председатель комиссии:

 В.А. Воронько

Члены комиссии:



А.Н. Гудименко

В.Н. Котелевец

Г.В. Федорова

А.Б. Бойник

Приложение Б

УТВЕРЖДАЮ:

Главный инженер – первый
заместитель начальника государственного
предприятия Харьковский метрополитен



Н.В.Хворост

2002 г.

Акт

22 декабря 2002 г.

г. Харьков

О внедрении результатов работы А.Б. Бойника, которые вошли в диссертационную работу «Теоретические основы эффективной эксплуатации систем управления ограждающими устройствами».

Составлен комиссией в составе:

Председатель комиссии: Начальник службы автоматики, телемеханики и связи государственного предприятия Харьковский метрополитен

В.П. Филипович

Члены комиссии: Главный инженер службы автоматики, телемеханики и связи государственного предприятия Харьковский метрополитен

С.Э. Половец

Заместитель начальника службы автоматики, телемеханики и связи государственного предприятия Харьковский Метрополитен

Г.П. Скирта

Экономист службы автоматики, телемеханики и связи государственного предприятия Харьковский метрополитен

Н.О. Еременко

Заместитель начальника дистанции связи службы автоматики, телемеханики и связи государственного предприятия Харьковский метрополитен

В.Е. Матюшенко

К.т.н., доцент УкрГАЗДТа

А.Б. Бойник

Комиссия определила фактическое внедрение следующих результатов работы к.т.н. Бойника А.Б. в 2002 г.:

- теоретические и практические основы цветного видеоконтроля состояния объектов железнодорожного транспорта;
- алгоритмы последовательного и параллельного отображения видеoinформации на цветных дисплеях;
- оптимального расположения органов дистанционного управления.

Основанием для внедрения разработок является приказ от 03 января №1 «Про план соціально-економічного розвитку метрополітену на 2002 рік», «План заходів по оновленню технічних засобів та впровадженню прогресивних технологій» п.2.10 «завершення работ по обладнанню автоматизованого робочого місця системи управління станцією Барабашова».

Общая сумма затрат на внедрение системы цветного телевидения и дистанционного управления составляет 9,9 тыс. гривен.

Место внедрения: станция Харьковского метрополитена «Барабашова».

В результате внедрения вышеуказанных разработок повышается:

- надежность работы устройств телевидения;
- оперативность управления технологическим оборудованием станции;
- безопасности движения поездов и культура обслуживания пассажиров.

Экономический эффект от внедрения разработок составляет около 14,1 тысяч гривен.

Выводы и рекомендации о дальнейшем использовании разработок: рекомендовать для дальнейшего использования конструкторскими, эксплуатационными и проектными организациями на объектах железнодорожного транспорта и метрополитенах.

Акт составлен в четырех экземплярах:

- экз. № 1 – Государственное предприятие Харьковский метрополитен;
 экз. № 2 – УкрГАЗДТ;
 экз. № 3 и 4 к.т.н., доцент Бойник А.Б.

Председатель комиссии:

Члены комиссии:



В.П. Филипович

С.Э. Половец

Г.П. Скирта

В.Е. Матюшенко

Н.О. Еременко

А.Б. Бойник

Приложение Д



ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Інституту перепідготовки та підвищення кадрів Української державної академії залізничного транспорту

А.А. Каграманян

9 січня 2003 р.

А К Т

про впровадження результатів дисертаційної роботи Бойніка А.Б. «Теоретичні основи ефективної експлуатації систем керування загороджувальними пристроями» у навчальному процесі Інституту перепідготовки та підвищення кадрів Української державної академії залізничного транспорту

Основні результати дисертаційної роботи Бойніка А. Б. широко використовуються у навчальному процесі інституту перепідготовки та підвищення кадрів Української державної академії залізничного транспорту, а саме:

- методологія розробки та обґрунтування принципів побудови систем керування рухом транспорту на складних залізничних об'єктах;
- моделі функціонування та моделювання за критеріями безпеки руху та пропускної спроможності процесів руху транспорту та керуванням загороджувальними пристроями;
- удосконалений метод комплексної оцінки безпеки руху транспорту на складних залізничних об'єктах;
- кореляційні залежності між виникненням ДТП на переїздах та помилками водіїв автотранспортних засобів і чергових по станціям, переїздам, а також відмовами систем керування;
- науково обґрунтована концепція удосконалення систем керування загороджувальними пристроями небезпечних залізничних об'єктів.

Вони розглянуті та рекомендовані до використання при проведенні занять у групах кадрового резерву керівників підприємств залізничного транспорту, виконанні випускних робіт магістрів і підвищенні кваліфікації спеціалістів залізничного транспорту. Крім того для якісної підготовки магістрів та слухачів факультету перепідготовки працівників залізничного транспорту Бойніком А.Б. були підготовлені та видавані такі навчальні посібники:

1. Перегонные системы железнодорожной автоматики и перспективы их совершенствования /- Харьков: ХарГАЗТ, 2000.- 30с. тиражом 200 прим.;
2. Перспективные системы автоблокировки на железнодорожном транспорте/ - Харьков: ХарГАЗТ, 2000.- 25с. тиражом 200 прим.;
3. Безопасность железнодорожных поездов/ Харьков: ХарГАЗТ, 2001.- 58с. тиражом 200 прим.;
4. Диагностирование и прогнозирование состояния железнодорожной автоматики/ Харьков: ХарГАЗТ, 2001.- 59с. тиражом 200 прим.

Декан факультету
перепідготовки та підвищення кадрів,
к.т.н., доцент

Г.Л. Ватуля