

ISBN 978-83-935232-0-7

IVth INTERNATIONAL
SCIENTIFIC CONFERENCE

Transport

Problems 2012

Katowice - Ślemień

27 - 29 June 2012

1st INTERNATIONAL
SYMPOSIUM OF YOUNG
RESEARCHERS

Transport

Problems 2012

Katowice

25 - 26 June 2012



**Conference
Proceedings**



Faculty of Transport,
Silesian University of Technology

Silesian University of Technology
Faculty of Transport



Transport Problems 2012



**Conference Proceedings
IV International Scientific Conference**

**UNDER THE HONORARY
PATRONAGE THE SILESIAN GOVERNOR
AND MAYOR OF KATOWICE CITY**

Media patronage:

Transport Problems International Scientific Journal
ISSN 1896-0596, The Silesian University Of Technology,
Faculty of Transport

Transport
Problems





**Silesian University of Technology Publication
Faculty of Transport**

Editor-in-Chief

Prof. Aleksander Ślaskowski

Editorial Board

Ph.D. Damian Gąska

Ph.D. Łukasz Konieczny



All papers reviewed by International Program Committee Members

Silesian University of Technology

Faculty of Transport

40-019 Katowice, Krasińskiego st. 8, room 112A

tel. +48 32 603 41 46

mail: tp@polsl.pl

ISBN 978-83-935232-0-7

58. PROBLEMS OF COOPERATIVE INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS (ITS) IMPLEMENTATION IN THE EUROPEAN UNION	464
59. DESIGN OF TEST-RIG FOR THE CALIBRATION OF INSTRUMENTED WHEELSETS	474
60. DYNAMIC MONITORING OF FRICTIONAL SYSTEMS.....	480
61. MINIMIZATION OF BUS STOP NUMBER ON A BUS STATION	493
62. DESIGNING OF LOGISTICAL CHAINS INSIDE PRODUCTION-AND-TRANSPORT SYSTEM OF METALLURGICAL ENTERPRISE	499
63. COORDINATION OF STRONGLY DEPENDENT LIGHT CROSSROADS USING MAX-PLUS ALGEBRA	510
64. AIRCRAFT PRECISION LANDING USING INTEGRATED GPS/INS SYSTEM.....	518
65. DIGITAL CAMERA AS A DATA SOURCE OF ITS SOLUTIONS IN TRAFFIC CONTROL AND MANAGEMENT ..	526
66. WELDING OF THE CARBODY STRUCTURE USING MICROJET COOLING	540
67. ON TRANSPORT NETWORK RELIABILITY	548
68. ON THE RAIL-BASED FREIGHT CORRIDOR BETWEEN CE AND SEE REGIONS AND THE MAIN OBSTACLES ON ROMANIAN TERRITORY	556
69. NAPĘD SZYBKIEGO CHODNIKA Z ODCINKIEM PRZYSPIESZAJĄCYM DO WCHODZENIA I Z ODCINKIEM ZWALNIAJĄCYM DO SCHODZENIA	566
70. USE OF SATELLITE NAVIGATION-INFORMATION SYSTEMS AT INSPECTION OF HIGHWAYS	571
71. JOINT EUROPEAN PROJECT "COMMUNICATION AND INFORMATION TECHNOLOGY FOR IMPROVEMENT SAFETY AND EFFICIENCY OF TRAFFIC FLOWS: EU-RU-UA MASTER AND PHD PROGRAMS IN INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS"	574
72. EMISSION AND ENERGY CONSUMPTION CHARACTERISTICS OF INTERRUPTED OVER-SATURATED FLOW FOR URBAN ROADS WITH HETEROGENEOUS TRAFFIC.....	579
73. THE CONCEPT OF TRAINING PROGRAMS IN INTELLIGENT RAILWAYS SYSTEMS FOR MASTERS AND DOCTORAL STUDENTS	589
74. WAREHOUSE SITE SELECTION IN AN INTERNATIONAL ENVIRONMENT	601
75. INTERNATIONAL COMPETITIVENESS OF ROAD AND RAIL TRANSPORT SERVICES.....	613
76. REVIVAL OF REGIONAL RAILWAY TRACKS THROUGH SEGMENTATION OF MARKET POTENTIAL.....	620
77. SIMULATION PARAMETERS OF VIBRATIONS JIB CRANES.....	627
78. STATISTICS OF ACCIDENT RATE IS AN IMPORTANT FACTOR IN IMPROVING ROAD SAFETY	633
79. MODEL OF OPTIMAL COLLISION AVOIDANCE MANOEUVRE	637
80. THE TRANSPORT COMPONENT IN THE STRUCTURE OF THE TOURISM PRODUCT	650
81. FUTURE NEEDS FOR SHIP EMISSION ABATEMENT AND TECHNICAL MEASURES	655
82. SIMULATOR DISEASE: SYMPTOMS AND ITS PREVENTION.....	661
83. INCREASE THE EFFICIENCY OF THE FLEET MANAGEMENT IN THE PUBLIC SECTOR ON THE EXAMPLE OF THE POLICE.....	667
84. TRAFFIC SAFETY OF CHILDREN AND THEIR PARTICIPATION IN TRAFFIC	674
85. YOUNG DRIVERS UNDER THE INFLUENCE OF ALCOHOL AND THEIR IMPACT ON THE ROAD TRAFFIC SAFETY	685

railway transport, intelligent transport systems,
training programs for master's and doctoral

Vladyslav SKALOZUB*

Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan
Lazaryana str., 2, Dnepropetrovsk, Ukraine

Vladimir SOLOVIEV

Moscow State University of Railway Engineering (MIIT)
Obraztsova str., 9, building 9, Moscow, Russia

Aleksander ŚLADKOWSKI

Silesian University of Technology, Faculty of Transport
Krański 8, 40-019 Katowice, Poland

**Corresponding author. E-mail: skalozub_vl_v@mail.ru*

THE CONCEPT OF TRAINING PROGRAMS IN INTELLIGENT RAILWAYS SYSTEMS FOR MASTERS AND DOCTORAL STUDENTS

Summary. The article presents the basic concepts of training programs for master and doctoral students in the field of railway intelligent transportation systems (ITS). A brief description of the problems of such systems, as well as examples of the implementation of ITS technologies to improve the management of railway transport, are presents.

КОНЦЕПЦИЯ ПРОГРАММЫ ОБУЧЕНИЯ МАГИСТРОВ И ДОКТОРАНТОВ В ОБЛАСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Аннотация. В статье представлены основные положения концепции программ подготовки магистров и докторантов в области железнодорожных интеллектуальных транспортных систем. Дана краткая характеристика проблематики таких систем, а также приведены примеры реализации технологий ИТС для совершенствования управления железнодорожными перевозками.

ВВЕДЕНИЕ

В странах Евросоюза, в России и Украине, как и во многих странах мира, все большее внимание уделяется глобальным проблемам транспорта, связанным с необходимостью повышения его безопасности, эффективности и мобильности, уменьшения воздействия транспорта на окружающую среду и ряда других. При этом первостепенное внимание уделяется созданию, использованию и развитию интеллектуальных транспортных систем (ИТС) [1 – 4], аккумулирующих и интегрирующих в себе комплексы достижений с области телекоммуникаций, информационных технологий, методов интеллектуальных систем, спутниковых технологий позиционирования, географических информационных систем (ГИС). Для создания и эффективной эксплуатации столь сложных систем, как ИТС, необходима подготовка высококвалифицированных специалистов, магистров и докторов наук, обладающих знаниями и навыками системного анализа, проектирования, планирования и управления транспортными системами нового типа – ИТС [1, 2, 5].

1. ОБ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММАХ ОБУЧЕНИЯ МАГИСТРОВ И ДОКТОРАНТОВ В ОБЛАСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ИТС

Существующие в университетах стран Евросоюза учебные программы, в основном, обеспечивают подготовку магистров в области интеллектуальных транспортных систем для дорожного движения [1, 2]. В них основное внимание уделяется системам транспортировки по дорогам и в общественном транспорте, пониманию причин возникновения перегрузок сетей, проблемам загрязнения воздуха, предотвращения дорожно-транспортных происшествий и др. Программы подготовки магистров ИТС дают студентам также навыки для решения задач контроля систем с использованием инструментов моделирования транспортных систем, телекоммуникаций, ГИС, рассматриваются вопросы обеспечения безопасности дорожного движения, получения навыков управления ИТС. Анализ программ [1, 2] позволил установить, что в них недостаточно внимания уделено взаимодействию между подвижными объектами, взаимодействию различных видов транспорта, экономическому обоснованию эффективности ИТС и их компонентов, а также собственно проблемам применения интеллектуальных методов анализа, принятия решений и управления в ИТС.

В то же время в разрабатываемом в России законе об интеллектуальных транспортных системах [4, 5] значительное внимание уделено ИТС железнодорожного транспорта. Здесь кроме всего выделены специфические комплексы первоочередных задач и требуемых при этом технологий в области формирования и функционирования ИТС железнодорожного транспорта (ЖИТС). Достаточно упомянуть лишь задания по реализации проектов «Интеллектуальный поезд», «Интеллектуальный локомотив», «Интеллектуальный вокзал» и др.

При формировании программ подготовки специалистов по ИТС следует учитывать весь спектр качеств ИТС. Заметим, что в проекте упомянутого закона понятие «Интеллектуальная транспортная система» означает «неотъемлемая часть инфраструктуры транспортного комплекса, реализующая функции автоматизированного управления, информирования, учета и контроля для обеспечения юридических, финансовых, технологических и информационных потребностей участников транспортного процесса, а также удовлетворения требованиям транспортной, информационной и экономической безопасности общества» [4].

Такие же проблемы подготовки специалистов в области ИТС железнодорожного транспорта имеют место в Польше и Украине.

Чтобы указать некоторые направления подготовки специалистов в образовательных программах, кратко охарактеризуем проблематику ЖИТС, а также приведем примеры реализации технологий ИТС для совершенствования управления железнодорожными перевозками.

2. НАЗНАЧЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ. ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЖИТС

Разработка ИТС соответствует тенденциям повышения интеллектуальности систем управления, информатизации общества в целом. Общегосударственная транспортная политика многих развитых стран в настоящее время базируется на разработке и продвижении интеллектуальных транспортных систем. Цель разработки ИТС железнодорожного транспорта - повышение эффективности производственной деятельности, неукоснительное выполнение требований по обеспечению безопасности. ИТС рассматриваются в качестве действенного средства решения наиболее актуальных проблем транспортной отрасли. К ним в первую очередь отнесем: - неприемлемый уровень людских потерь в результате транспортных происшествий; - задержки оборота пассажиров и грузов; - недостаточно высокая производительность транспортной системы; - рост потребления энергоресурсов; - негативное влияние на окружающую среду и других.

Разработка и применение ИТС служит стимулом для развития инновационных технологий ряда отраслей промышленности.

3. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ И КОМПОНЕНТЫ ТЕЛЕМАТИЧЕСКИХ ИТС ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК

Некоторые основные цели и задачи создания ЖИТС, и соответствующих программ подготовки специалистов для них, состоят в следующем: - ускорение разработки систем управления мультимодальными цепочками, содержащими несколько звеньев, в частности, за счет технологий отслеживания продвижения грузов; - организация адаптированных к логистике других видов транспорта грузопотоков, учитывающая нужды грузоотправителей; - обеспечение менеджеров данными для эффективного технического обслуживания инфраструктуры; - выработка стратегии разработки планов промышленного производства транспортных средств; - обеспечение автоматического документального контроля транспортных расходов в ходе реализации директив и правил перевозки (перевозка опасных материалов, CSI, безопасность, таможенный контроль транзита).

Инновационные технологии ЖИТС призваны обеспечить решение ряда основных комплексных задач: - снижение риска и последствий природных и техногенных катастроф; - разработку технологии создания интеллектуальных систем мониторинга и управления; - создание новых транспортных систем и технологий управления; - создание энергосберегающих систем транспортировки, распределения и потребления энергоносителей в сфере железнодорожного транспорта, при взаимодействии с другими видами транспорта; - создание инновационных технологий и систем обработки, хранения, передачи и защиты информации; - создание инновационных технологий и систем производства программного обеспечения и др.

4. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТА НА ПРИМЕРАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Укажем некоторые примеры интегрированных интеллектуальных технологий транспорта. Во-первых, выделим среди них технологии интеллектуального груза – то есть груза, который в процессе перевозки «автоматически сообщает о своих свойствах», что используется для мониторинга и управления перевозками. Далее, отметим технологии, соответствующие принципам логистики отслеживания грузов – информационные и телематические технологии и системы, которые реализуют общие требования по отслеживанию грузов, учитывают требования интероперабельности.

К комплексным интеллектуальным технологиям относят и автоматическое управление движущимися единицами (информирование транспортных систем о рациональных маршрутах движения, загруженности дорог и др.). Отметим также следующие свойства интеллектуальных технологий, которые содержат элементы автоматического: - сбора данных об условиях перевозок, - моделирования процессов, - сравнения с шаблонами, нормативами, - распознавания нештатных ситуаций или возможностей их возникновения, - планирования процесса перевозок др.

5. ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИТС В ОБЛАСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Укажем несколько задач для ИТС из области ж.д. транспорта (ЖИТС), использующие мониторинг процессов перевозки, их интеллектуальную обработку. К ним относятся, например, следующие задачи.

1. Оперативное прогнозирование прибытия поездов под расформирование-формирование. В ряде случаев планирование на основе статистических и др. характеристик невозможно, если процессы имеют некоторые свойства (здесь – антиперсистентны [8, 9]). Вместе с тем прибытие поездов под расформирование и переформирование влияет на структуру поездов, качество их дальнейшей переработки, общее время перевозки и стоимость перевозки. Для решения этой задачи можно использовать методы интеллектуальных систем: накопление шаблонов перевозки по участкам, выделение прецедентов (подобных ситуаций) и обработка по шаблону (расчет прогнозных оценок показателей). Создание соответствующих технологий для управления железнодорожными перевозками в указанном аспекте – это пример комплексной задачи применения ИТС на технологическом, а также экономическом уровне.

2. Задача анализа и управления перевозками в условиях работы нескольких компаний-операторов железнодорожного транспорта. Выполняется мониторинг и обобщение результатов перевозок различными операторами, использующими данные о реализации грузовых перевозок. При этом формируются логистико-технологические и логистико-экономические диаграммы, как графические модели представления данных об исполненном движении с требуемой степенью детализации процессов. Модели-диаграммы обеспечивают возможность анализа, моделирования и планирования перевозок. С помощью диаграмм выполняется оценка ожидаемых затрат времени на перевозку, эффективности использования ресурсов, ведется оперативное прогнозирование характеристик текущих перевозок (ожидаемые оценки технологических и экономических показателей процессов железнодорожных перевозок и др.). В этой задаче, как и в примере 1, возможно применение методов ИТС и экспертных систем для создания соответствующих математических и информационных ресурсов.

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

4. Моделирование процессов перевозок, а также взаимодействия систем при перевозках, с использованием Сетей Петри, их реализация в рамках задач формирования телематического управления.

Постановка, формализация, моделирование и реализация задач (отдельных фрагментов таких задач), подобных 1 – 4, может быть предметом как магистерских, так и докторских диссертаций в области ЖИТС.

6. ИТС И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Остановимся на применении методов и технологий ИТС, а также инструментов телематического управления [10], для повышения эффективности железнодорожных перевозок. Прежде всего, отметим первостепенную роль процедур автоматического/автоматизированного мониторинга ж.д. перевозок, необходимость оперативного взаимодействия подвижных объектов с инфраструктурой, важную роль, как формирования, так и использования баз данных и знаний, применения методов интеллектуального управления (распознавание, классификация, управление по шаблонам и др.). Комплекс возникающих и реализуемых при этом технологических и эксплуатационных задач, а также интегрированных информационно-телекоммуникационных технологий, ориентированных на формирование, интерпретацию и использование моделей процессов ж.д. перевозок и средств их рационального применения, в определенной мере дают представление и о требованиях к содержанию программ подготовки магистров и докторов в области ЖИТС.

Определение географического положения подвижных единиц во времени, идентификация их состояний (например, выполняемых технологических операций), связывание этих данных с содержательной информацией о перевозимых грузах и перевозчиках, дает возможность более достоверного решения многочисленных задач оценки и анализа величин материальных и экономических показателей, задач планирования и управления железнодорожными

перевозками. В целом инструментарий ИТС создает новые возможности для анализа, представления, понимания и управления транспортными процессами.

Важной особенностью перевозочного процесса железнодорожного транспорта (ППЖТ) является его развертывание во времени [6]. То есть, информационно-управляющие системы ППЖТ относятся к классу сложных динамических систем. При этом, в силу особенностей и сложности самого управляемого объекта, для задач управления грузовыми железнодорожными перевозками в странах СНГ и Балтии характерно отсутствие достаточно полной и строгой формализации, а также разработанного математического обеспечения. Поэтому управление в этих задачах, по существу, ведется по отклонениям от нормативов. Причем нормативы во многом определяются опытным путем на основе данных о результатах функционирования управляемого объекта. Как известно, такой тип управления является типичным для телематических систем транспорта, для ИТС.

7. АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССОВ ГРУЗОВЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Рассмотрим вопросы применения данных мониторинга процессов грузоперевозок, полученных средствами ИТС, для автоматизированного формирования экономических оценок эффективности управления вагонными парками компаний-операторов с учетом технологических и других видов рисков [6, 7]. Для решения этих задач проводится интеллектуальная обработка первичных баз данных автоматизированных систем управления грузовыми перевозками Укрзализныци, полученных при мониторинге процессов движения вагонов, формируются специализированные графо-аналитические модели процессов эксплуатации вагонных парков компаний операторов (ОК). Разработаны две графические модели такого анализа - логистико-экономическая (ЛЭД) и логистико-технологическая диаграммы (ЛТД) [7]. Логистико-технологический анализ предназначен для оценки оптимальности эксплуатации вагонных парков, а также оценки действий диспетчеров. Предлагаемые средства позволяют выполнять анализ процессов эксплуатации вагонных парков компаний-операторов с любой детализацией по операциям, по полигонам курсирования вагонов и др. Они дают возможность установить оценки всех необходимых показателей (времена простоев вагонов на станциях, вагоно-километровая работа, время оборота вагона, позволяют рассчитывать коэффициенты порожнего пробега, техническую скорость и др.). Это показано на рис. 1, рис. 2. Каждой ЛТД соответствует таблица, в которой хранится информация о грузовых рейсах, указаны даты и время, станции погрузки и выгрузки, код и вес груза, а также общее число рейсов каждого оператора-перевозчика, расстояние рейса и другая информация, которая используется при расчетах платы за перевозку. Информация о порожних рейсах имеет подобную форму, но без указания кода груза. Логистико-экономический анализ раскрывает финансово-экономические свойства технологического процесса эксплуатации вагонных парков. Примеры ЛЭД анализа эксплуатации вагонных парков компаний-операторов (ОК) показаны на рис.3, рис. 4.

На этих рисунках изображены фрагменты диаграмм, обеспечивающих также потребности функций мониторинга соответствующих технологических и экономических процессов. На диаграммах пунктирные дуги отображают порожние рейсы, а сплошные - грузовые. Метки на дугах ЛТД, ЛЭД - это номера, расшифрованные в таблицах. На дугах в ЛТД первое число – это номер, второе - количество рейсов, третье - среднее время движения. Имеются также специальные пометки (время простоя, текущая операция, и др.). На ЛТД указаны элементы трех типов. Вершины (станции), направленные дуги (рейсы вагонов), а также специальные обозначения на дугах. Дуги могут быть двух типов, станции различаются свойствами, что отмечено цветом.

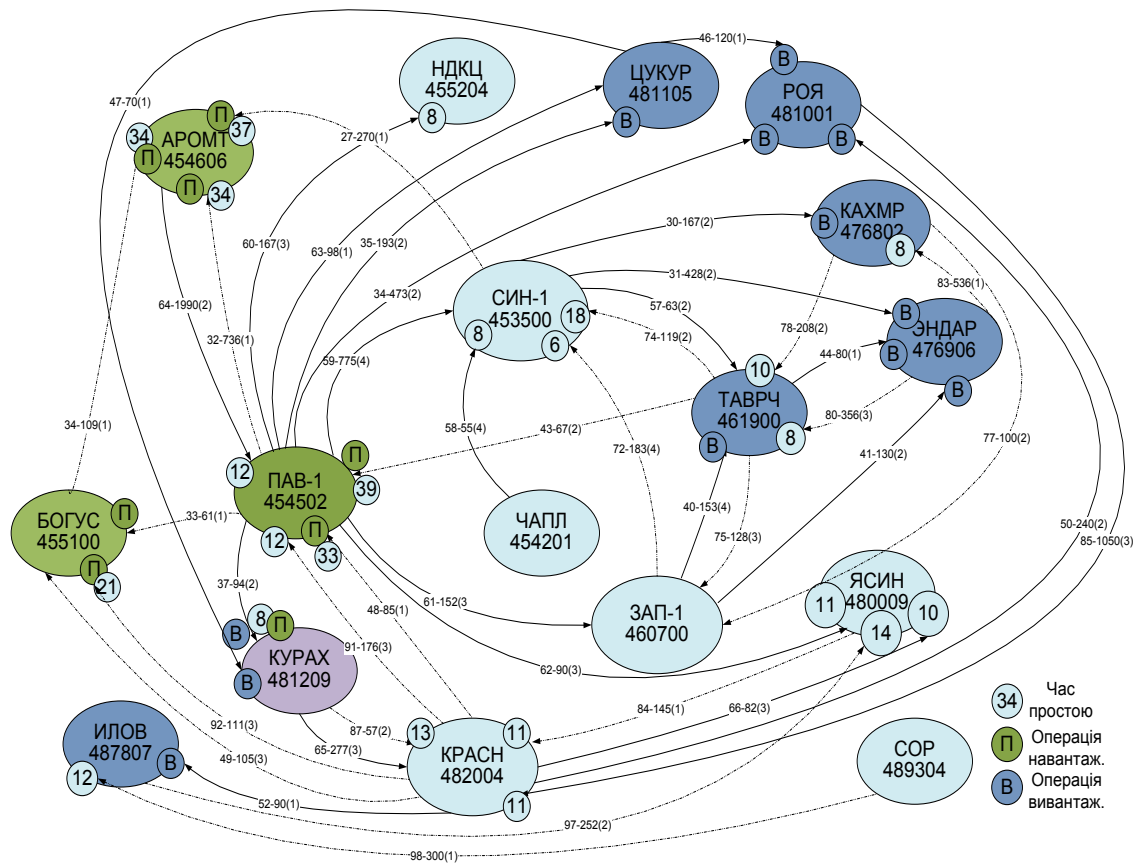


Fig. 1. Logistics and technological diagram of the car's operation OK6

Рис. 1. Логистико-технологическая диаграмма эксплуатации вагонов ОК6

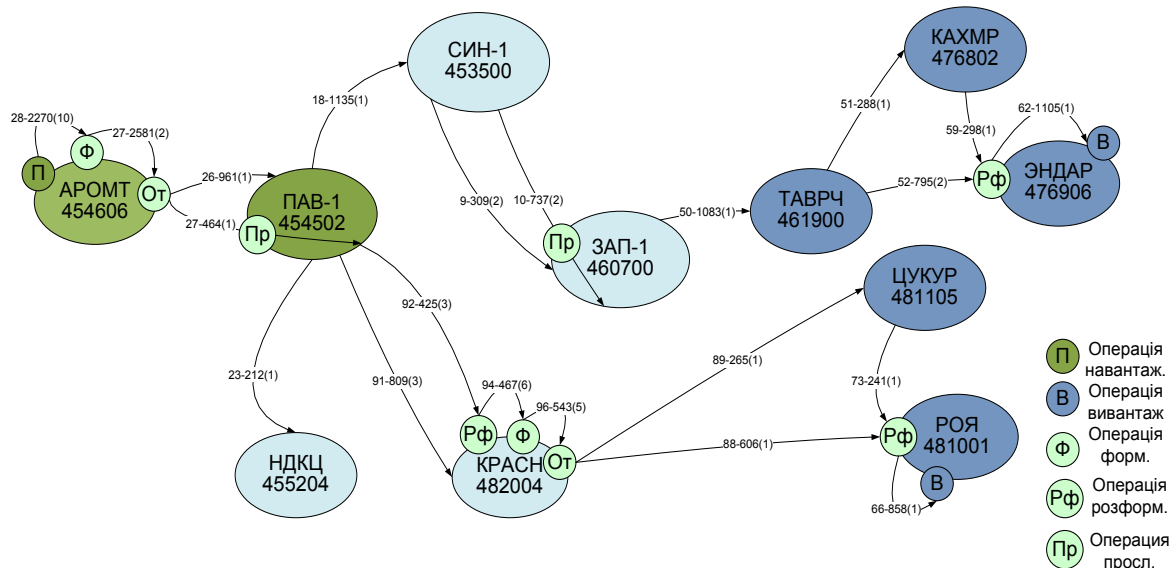


Fig. 2. Detailed diagram of logistics and technology

Рис. 2. Детализованная логистико-технологическая диаграмма

На диаграммах показаны груженные (сплошные стрелки) и порожние вагонопотоки (пунктирные стрелки). На станциях дуги могут помечаться признаками категории операции

(погрузка/выгрузка), указывают среднее время нахождения вагонов на станции. Детализированные ЛТД позволяют уточнить все этапы выполнения грузевых рейсов вагонов. Диаграммы ЛТД (рис. 1, рис. 2) являются графическими моделями процессов перевозки ОК за заданный период. Они позволяют оценить среднее время грузового рейса вагонов ОК между станциями, а также параметры всех составляющих его технологических элементов. ЛТД отражают реализованные формы и особенности эксплуатации вагонных парков, исполненную структуру планирования и организации перевозок, а также представляют статистические свойства процессов эксплуатации вагонных парков ОК.

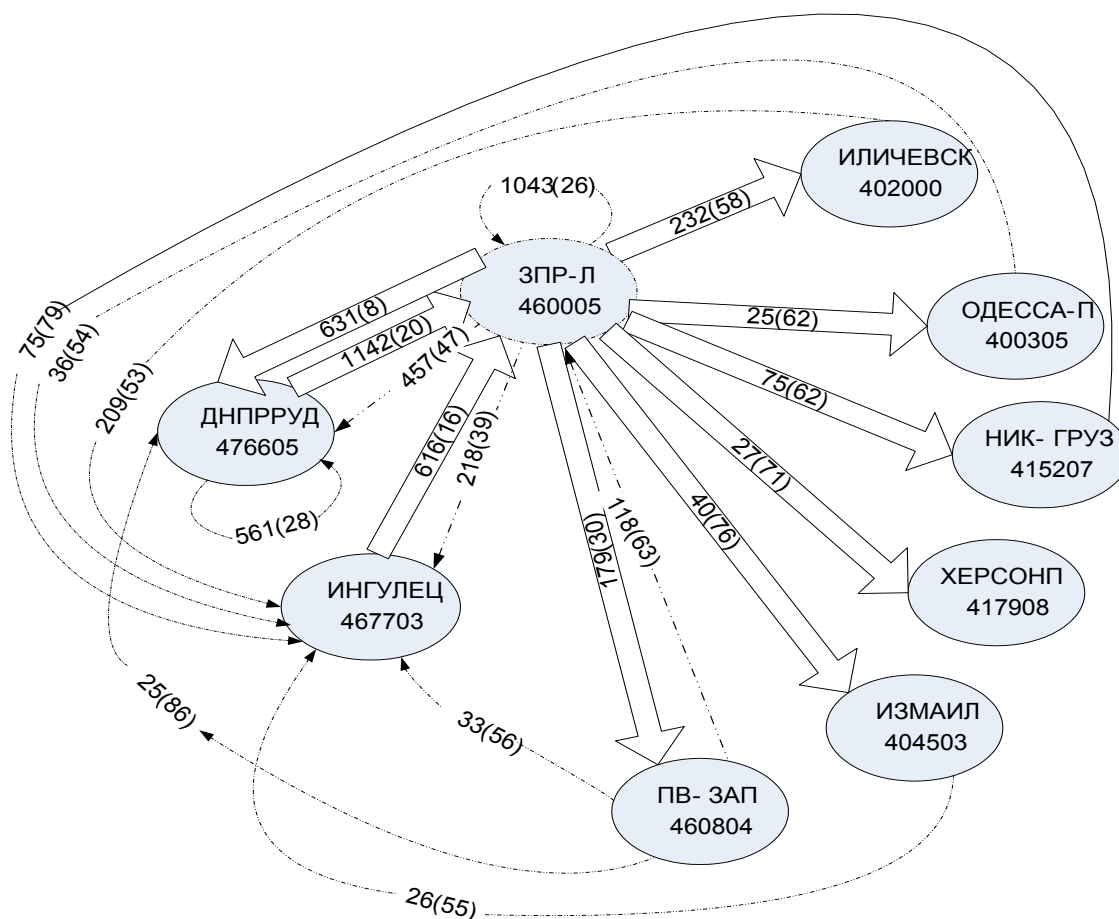


Fig. 3. Logistics and economic diagram of the car park's operation OK1 at the landfill of the Ukrzaliznytsia

Рис. 3. Логистико-экономическая диаграмма эксплуатации вагонных парков ОК1 на полигоне Укрзализныци

ЛЭД представляют финансово-экономические свойства технологических процессов эксплуатации вагонных парков ОК. Типичные формы ЛЭД представлены на рис. 3, рис. 4. Можно построить три типа ЛЭД: для параметров вагонопотоков на полигоне, детализированные ЛЭД вагонопотоков, а также диаграммы устойчивых кольцевых маршрутов. ЛЭД, показанные на рис. 3, рис. 4, представляют курсирование вагонов ОК на различных полигонах, часть из которых работает на кольцевых маршрутах (рис. 4). ЛЭД позволяют оценить, как грузовые (толстые или тонкие сплошные стрелки), так и порожние рейсы (пунктирные линии), подачу вагонов под погрузку, а также количественные (первое число на стрелке) и временные (число в скобках, часы) процессы. На диаграммах также могут указываться коды грузов (третье число), используемые для расчетов тарифа за перевозку.

Этапы циклов использования вагонов ОК также представлены на диаграммах. В модели для каждого элемента ЛЭД рассчитывается денежная оценка.

Петли одной станции показывают количество обработанных за установленный период вагонов и среднее время их обработки (часы между выгрузкой и погрузкой).

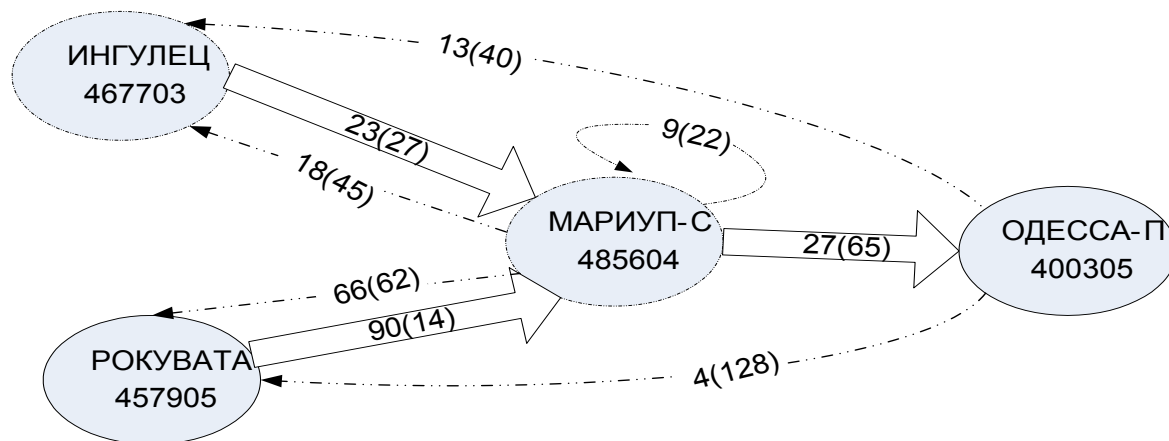


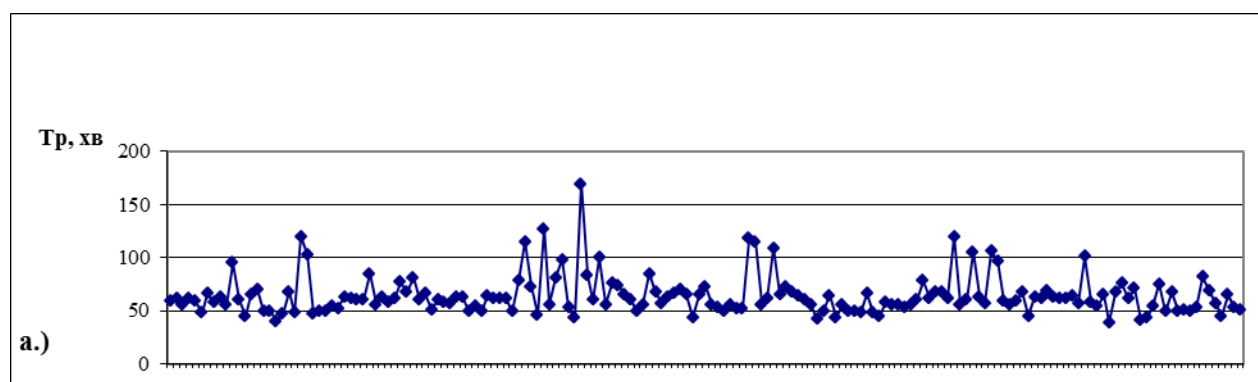
Fig. 4. Logistics and economic diagram of the car's operation OK2

Рис. 4. Логистико-экономическая диаграмма эксплуатации вагонов ОК2

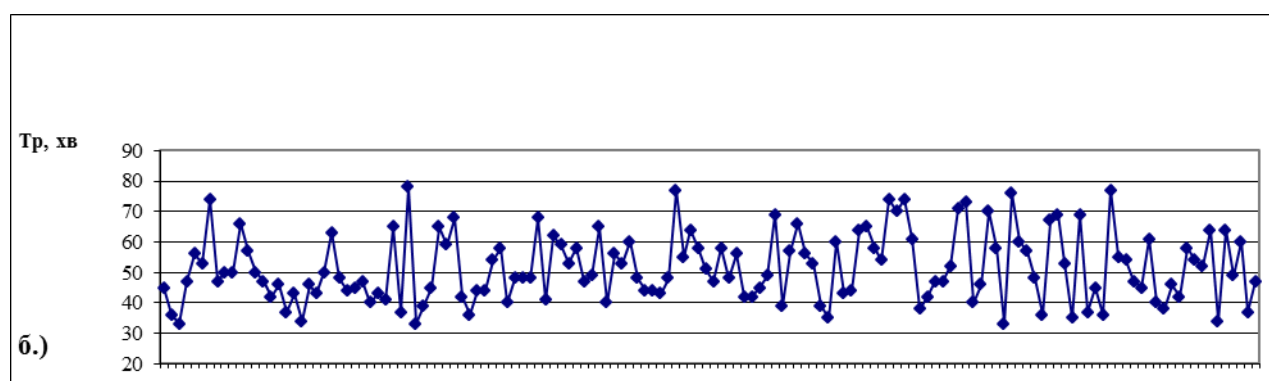
Возможно задание различных временных интервалов и полигонов перевозок для построения ЛТД и ЛЭД. Эти модели могут быть использованы и для оценки количества вагонов, необходимых ОК при разных объемах перевозок грузов на различных полигонах.

8. ЗАДАЧА ОПЕРАТИВНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРИБЫТИЯ ПОЕЗДОВ ПОД РАСФОРМИРОВАНИЕ-ФОРМИРОВАНИЕ НА СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ

На железных дорогах России, Украины и других стран грузовые перевозки выполняются поэтапно, путем переработки вагонопотоков на нескольких сортировочных станциях, где формируются поезда по заранее установленным направлениям [6]. В целом порядок прибытия поездов, а также расформирования составов на сортировочных станциях, влияет на времена накопления и структуры формируемых поездов. В конечном счете, порядок расформирования влияет на качество дальнейшей переработки вагонопотоков, общее время и стоимость перевозки грузов. Одним из ресурсов повышения эффективности грузовых железнодорожных перевозок является управление последовательностью расформирования/ формирования поездов. Для решения этой задачи необходимо прогнозирование прибытия поездов на станцию переработки. Вместе с тем, прогнозирование времен движения поездов по участкам затруднено наличием многочисленных стохастических и неопределенных факторов, влияющих на времена движения. В настоящее время на железных дорогах Украины не ведется прогнозирование времен движения поездов между станциями, а система управления грузовыми перевозками АСК ВП УЗ [7] обеспечивает прогноз прибытия поездов на основе нормативных длительностей движения, что не выполняется на практике.



а) участок Синельниково II – Нижнеднепровск-Узел



б) участок Новомосковск – Нижнеднепровск-Узел

Fig. 5. Time series of the duration of the traffic on the patches

Рис. 5. Временной ряд продолжительности движения поездов по участкам

Для определения возможностей улучшения прогнозов времен прибытия поездов в расформирование был проведен анализ данных мониторинга движения поездов между станциями. Исследования выполнялись с целью прогнозирования времен прибытия грузовых поездов на станцию Нижнеднепровск-Узел Приднепровской железной дороги с двух участков. Анализ временных рядов, представляющих последовательные периоды движения грузовых поездов по участкам, выполненный на основе показателя Херста [8, 9], показал, что ряды являются антиперсистентными. Значение коэффициента Херста этих рядов колеблется в пределах 0,26 -0,4.

Такие свойства процессов свидетельствуют о невозможности выполнения даже статистических прогнозов периодов движения [9]. Поэтому прогнозирование времен прибытия поездов выполнялось на основе применения методов искусственного интеллекта - прогнозирование по образцам. Для решения этой задачи выполняется накопление шаблонов перевозки по участкам, выделение прецедентов и обработка по шаблону (расчет прогнозных оценок показателей). А именно требуется: найти в базах данных и знаний прецеденты, выполнить классификацию и распознавание, использовать линейную экстраполяцию [6] для оценки ожидаемых времен движения по участку (алгоритм многомерной линейной экстраполяции).

В работе в качестве факторов влияния на продолжительность движения поездов по участкам использованы величины масс составов и время суток. Кроме того, при выборе шаблонов предполагается учесть следующие факторы: – загрузка поездами следующих перегонов между станциями; наличие пассажирских поездов; – период года для учета сезонных колебаний; – наличие предупреждений в движении поездов; – погодные условия и др.

Расчеты показали, что относительная погрешность прогнозирования для рядов (рис. 5) может колебаться в пределах 15-20%, при этом величина абсолютной средней погрешности составляет около 6-13 минут.

Отслеживание перемещений, накопление прецедентов, оценка параметров движения по участкам, классификация и др. составляют содержание задач управления в ЖИТС. Создание соответствующих технологий и управление ж.д. перевозками в таком аспекте – вот пример одной из комплексных задач применения ИТС на технологическом, а также экономическом уровне (определяется целями исследований).

Представим алгоритм расчета коэффициента Херста, используемый в работе. С целью выявления свойств временных рядов продолжительности движения поездов по участкам использован RS-анализ и рассчитан коэффициент Херста. Алгоритм расчета следующий: пусть дана последовательность $T = (T_t)_{t \geq 0}$ длительностей движения поездов по участку. Из

исходного ряда образуется последовательность $h = (h_t)_{t \geq 1}$, где $h_t = \ln\left(\frac{T_t}{T_{t-1}}\right)$ –

логарифмическое приращение в момент времени t . Для каждого натурального n определяем

величины $H_n = \sum_{k=1}^n h_k$ и вычислим следующие числовые характеристики полученной

последовательности. Пусть $\bar{h}_n = \frac{H_n}{n}$ – среднее арифметическое элементов последовательности

$h = (h_t)_{t=1}^n$, тогда размах накапливаемых сумм $R_n = \max_{k=1, \dots, n} \left(\sum_{i=1}^k (h_i - \bar{h}_n) \right) - \min_{k=1, \dots, n} \left(\sum_{i=1}^k (h_i - \bar{h}_n) \right)$;

среднеквадратические отклонения $S_n = \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h}_n)^2}$; нормированный размах

накапливаемых сумм $RS_n = \frac{R_n}{S_n}$.

Вычисляя в соответствии с вышеприведенным алгоритмом значения RS_n , создаем из них и соответствующих значений количества элементов n последовательность точек на плоскости $(x_n, y_n) \equiv (\ln(n), \ln(RS_n))_{n=1}^N$.

Применяя метод наименьших квадратов, находим угловой коэффициент прямой, проходящей максимально близко к полученным точкам. Принимая, что $c_1 = \sum_{i=1}^N x^2$, $c_2 = \sum_{i=1}^N x$,

$g_1 = \sum_{i=1}^N xy$, $g_2 = \sum_{i=1}^N y$, рассчитываем оценку коэффициента Херста согласно формуле

$$H = \frac{N \cdot g_1 - c_2 \cdot g_2}{N \cdot c_1 - c_2^2}$$

Значения $H > (0,5 - 1)$ соответствует временном ряду, имеющему память, то есть персистентному. Значение $H = 0,5$ соответствует обычному гауссовскому шуму.

Проверка временных рядов с помощью методов RS-анализа показала, что временные ряды длительности движения поездов по участкам являются антиперсистентными. Значение коэффициента Херста для этих рядов колеблется в пределах 0,26-0,4.

Представленные выше задачи организации мониторинга процессов железнодорожных перевозок, их моделирования, а также задачи анализа с целью совершенствования управления, дают определенное представление о комплексных проблемах создания ИТС для нужд железнодорожного транспорта. Именно из такого рода «интеллектуальных узлов»

складываются современные транспортные системы. А развитие навыков по определению и формализации задач, связанных с реализацией интеллектуальных функций, является одним из ключевых в подготовке специалистов в области ЖИТС.

9. ЕВРОПЕЙСКО-РОССИЙСКО-УКРАИНСКАЯ МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА И ПРОГРАММА ОБУЧЕНИЯ ДОКТОРАНТОВ ИТС

В настоящее время в рамках программ TEMPUS выполняется проект CITISET, целью которого является создание магистерских и кандидатских программ по интеллектуальным транспортным системам, предназначенным для подготовки высококвалифицированных специалистов в области информационных и коммуникационных технологий для обеспечения безопасности и эффективности транспортных потоков, управления и контроля функционирования транспортных систем. В рамках проекта разрабатывается и программа ЖИТС. Среди основных задач программы отмечаются – изучение опыта подготовки специалистов ИТС на уровне магистров и докторов (PhD), разработка соответствующих учебных программ, повышение квалификации преподавателей российских и украинских ВУЗов, обновление лабораторной базы для технологий ИТС, внедрение Европейской системы обеспечения качества, пилотное обучение студентов, контроль качества подготовки специалистов по ИТС.

Российскими участниками программы являются: Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (лидер проекта), ОАО "Российский институт радионавигации и времени", Московский государственный университет путей сообщения, Самарский и Мурманский государственные технические университеты. Украину в проекте представляют Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского (Харьков), Одесский национальный морской университет, Житомирский государственный технический университет. ВУЗы стран Евросоюза представляют Силезский технический университет (Польша), Университет Саутгемптона (Великобритания), Институт транспорта и связи (Рига, Латвия), Университет Линчёпинга (Швеция).

Очевидно, что интеллектуальные транспортные системы могут использоваться для различных видов транспорта. Кроме того, они могут и должны участвовать в мультимодальных и интермодальных перевозках. Тем не менее, каждый вид транспорта имеет свои особенности ИТС. Поэтому участники проекта были поделены на 4 равные группы, представляющие морской, авиационный, автомобильный и железнодорожный транспорт.

Программы для железнодорожных интеллектуальных транспортных систем разрабатывают Силезский технический университет, Московский государственный университет путей сообщения, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта. Концепция этой программы базируется на содержании [1 – 4], адаптируя и развивая их применительно к специфике систем железнодорожного транспорта, в первую очередь России и Украины, а также имеющихся тенденций взаимодействия с другими странами и видами транспорта. В программу ЖИТС предполагается ввести, дополняя [2, 3], комплекс вопросов и задач по структуре построения и новым задачам ЖИТС, в первую очередь в соответствии с [4]. Эта программа должна также включать логистические, технологические, экономические и правовые аспекты ЖИТС, проблемы обеспечения безопасности перевозок, аспекты мультимодальности и интероперабельности, особенно важные для ИТС железнодорожного транспорта. Учитывая всевозрастающую роль железнодорожных автоматизированных систем управления, высокую степень их развития в России и Украине, в программе ЖИТС предполагается уделить большое внимание защите данных, использованию методов интеллектуальных систем по анализу потоков данных, организации управления по шаблонам и отклонениям и др.

Отличительной чертой будущего магистра и доктора в области ЖИТС должна стать готовность и умение творчески мыслить, используя передовые знания в областях организации,

проектирования и управления железнодорожными транспортными системами, в том числе средствами ИС, осуществлять взаимодействие с морским, автомобильным и воздушным транспортом. Именно на решение этих задач ориентирована концепция международной магистерской программы в области железнодорожных интеллектуальных транспортных систем.

References

12. Intelligent Transport Systems (ITS): an area to be strengthened in the Transport sector. http://www.unece.org/trans/theme_its.html
13. Wydział Transportu. Plany studiów. <http://www.polsl.pl/Wydzialy/RT/Strony/plany.aspx>
14. Master's programme in Intelligent Transport Systems. <http://kts.itn.liu.se/its?l=en>
15. Концепция Федерального Закона РФ «Интеллектуальная транспортная система Российской Федерации». <http://www.tpsa.ru/files/Koncepcia%20Intellektualnie%20transportnie%20systemi.pdf>.
16. Сладковски А., Соловьев В.П., Скалозуб В.В. Концепция международной магистерской программы в области железнодорожных интеллектуальных транспортных систем / Труды Международной конференции по интеллектуальным транспортным системам. Россия, Санкт-Петербург, 2012. С 45 – 50.
17. Тишкин Е.М. Информационно-управляющие технологии эксплуатации вагонного парка. Труды ВНИИАС, вып. 4. – Москва: 2004. – 184 с.
18. Скалозуб В.В. Экономико-математическое обоснование потребности в вагонных парках операторов железнодорожного транспорта / В.В. Скалозуб, М.С. Чередниченко // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Дніпропетровськ: Видавництво Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2010, Вип. 31. – С. 240-248.
19. Бутаков В., Граковский А. Оценка уровня стохастичности временных рядов произвольного происхождения при помощи показателя Херста // Computer Modelling and New Technologies, 2005, Vol.9, No2, 27-32. Riga, Latvia.
20. Peters E. (1996) Chaos and Order in the Capital Markets. A New View of Cycles, Price and Market Volatility. New York: John Wiley & Sons, Inc.
21. Modern Transport Telematics / Ed. Jerzy Mikulski // 11th International Conference on Transport Systems Telematics, TST 2011. Katowice-Ustron, Poland, October 19-22, 2011. – 418 p.