

06
254

ISSN 1993-9175

МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ



ВІСНИК

Дніпропетровського національного
університету залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Випуск 18

Дніпропетровськ
2007

МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

В І С Н И К

**Дніпропетровського
національного університету залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна**

Випуск 18

Дніпропетровськ
2007

Редакційна колегія:

Головний редактор д-р техн. наук *Пишійко О. М.*
Заступник головного редактора д-р техн. наук *Мямлін С. В.*
Члени редколегії: д-р біолог. наук *Дворецький А. С.*;
д-ри техн. наук *Блохін С. П., Бобровський В. І., Боднар Б. Є., Босов А. А.,*
Браташ В. О., Вакуленко І. В., Гетьман Г. К., Дубинець Л. В.,
Жуковицький І. В., Заблудовський В. О., Загарій Г. І., Казакевич М. І.,
Колесов С. М., Коротенко М. Л., Костін М. О., Курган М. Б.,
Петренко В. Д., Пунагін В. М., Радкевич А. В., Разгонов А. П., Рибкін В. В.,
Скалозуб В. В., Хандецький В. С., Шафіт Є. М.;
д-ри фіз.-мат. наук *Гаврилюк В. І., Кравець В. В.*;
д-ри хім. наук *Біляєв М. М., Нейковський С. І., Федін О. В.*;
д-ри екон. наук *Бабіч В. П., Драгун Л. М., Зайцева Л. М.*
Крамаренко В. Д., Покотілов А. А.
Відповідальний секретар канд. техн. наук *Корженевич І. П.*

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації КВ № 7704.
Видане Державним комітетом телебачення і радіомовлення України 08.08.2003 р.

Друкується за рішенням вченої ради Дніпропетровського національного університету
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна від 25.06.2007, протокол № 13

Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка
В53 В. Лазаряна. – Вип. 18. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна,
2007. – 275 с.

У статтях висвітлені наукові дослідження, виконані авторами в Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна та інших організаціях. Статті присвячені вирішенню актуальних питань залізничного транспорту за такими напрямками: автоматизовані системи керування на транспорті, економіка транспорту, електричний транспорт, залізнична колія, моделювання задач транспорту та економіки, ремонт та експлуатація засобів транспорту, рухомий склад і тяга поїздів, транспортне будівництво.

Вісник становить інтерес для працівників науково-дослідних організацій, викладачів вищих навчальних закладів, докторантів, аспірантів, магістрантів та інженерно-технічних працівників.

В статтях отражены научные исследования, выполненные авторами в Днепропетровском национальном университете железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна и других организациях. Статьи посвящены решению актуальных вопросов железнодорожного транспорта по следующим направлениям: автоматизированные системы управления на транспорте, экономика транспорта, электрический транспорт, железнодорожный путь, моделирование задач транспорта и экономики, ремонт и эксплуатация транспортных средств, подвижной состав и тяга поездов, транспортное строительство.

Вестник представляет интерес для работников научно-исследовательских организаций, преподавателей высших учебных заведений, докторантов, аспирантов, магистрантов и инженерно-технических работников.

ББК 39.2

ЗМІСТ

ГАЛУЗЬ ТЕХНІЧНИХ НАУК

РОЗДІЛ «АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НА ТРАНСПОРТІ»

С. В. КУХЛИВСКИЙ, В. Н. КУПРАС, Б. М. БОНДАРЕНКО (ДИИТ) АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ КРИВИЗНЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ НА ОСНОВЕ ГИРОСКОПА	7
В. В. МАЛОВІЧКО, В. І. ГАВРИЛЮК (ДІТ), М. І. РЕШЕТНЯК (Придніпровська залізниця) ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ СТАНУ СТІЛОЧНИХ ДВИГУНІВ ПО КРИВІЙ СПОЖИВАННЯ СТРУМУ В РЕМОНТНО-ТЕХНІЧНИХ ДІЛЬНИЦЯХ	11
А. П. РАЗГОНОВ, А. В. АДРЕЕВСКИХ, Б. М. БОНДАРЕНКО, Д. А. БЕЗРУКАВИЙ, А. Ю. ЖУРАВЛЕВ (ДИИТ) МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ РЕЛЕ	16

РОЗДІЛ «ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ»

Н. Н. БЕЛЯЕВ, Е. Ю. ГУНЬКО (ДИИТ) РАСЧЕТ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ ЗАСТРОЙКИ	21
С. В. ХРИСТЯН, І. В. ТИТАРЕНКО (ДІТ) ОБґРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ДЛЯ КАБІН ЛОКОМОТИВІВ	25

РОЗДІЛ «ЕЛЕКТРИЧНИЙ ТРАНСПОРТ»

Л. В. ДУБИНЕЦЬ, Д. В. УСТИМЕНКО, С. О. ЖЕРНАКОВ (ДІТ), Р. В. КРАСНОВ (Дніпропетровське локомотивне депо ТЧ-8) ВПЛИВ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА НАДІЙНІСТЬ ДВИГУНІВ КОМПРЕСОРІВ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ	29
М. М. КЕДРЯ (ДІТ) ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ З ДВИГУНАМИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ	32
В. Г. КУЗНЕЦОВ, Р. С. МЫЦКО, Д. А. БОСЫЙ (ДИИТ) ОЦЕНКА ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ТЯГОВОЙ СЕТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ	34
О. И. САБЛИН (ДИИТ) ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПУЛЬСАЦИОННЫЕ ПОТЕРИ МОЩНОСТИ В СИЛОВЫХ ТЯГОВЫХ ЦЕПЯХ ЭПС ПОСТОЯННОГО ТОКА	38
О. А. ТЕТЕРКО, М. О. БАБ'ЯК, М. О. КОСТІН (ДІТ) ЕКСПЛУАТАЦІЙНА НАДІЙНІСТЬ КОНТАКТНИХ З'ЄДНАНЬ ЕЛЕКТРОПНЕВМАТИЧНИХ КОНТАКТОРІВ ТА КОНТАКТОРІВ ЕКГ-8Ж ЕЛЕКТРОВОЗІВ ЗМІННОГО СТРУМУ	41

РОЗДІЛ «ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ»

И. А. БОНДАРЕНКО (ДИИТ) К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ	46
И. П. КОРЖЕНЕВИЧ (ДИИТ) ПОСТРОЕНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЭВОЛВЕНТНОЙ МОДЕЛИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПЕРЕУСТРОЙСТВА ПЛАНА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ЛИНИИ	51
М. Б. КУРГАН, О. С. МАРКОВА (ДІТ) ВТРАТИ ЧАСУ РУХУ ПОЇЗДІВ НА ДІЛЯНКАХ ОБМЕЖЕННЯ ШВИДКОСТІ	54

В. В. РИБКІН, М. І. УМАНОВ, О. М. БАЛЬ (ДІТ) ПОДИНОКИЙ ВИХІД РЕЙОК – ВАЖЛИВИЙ ФАКТОР ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ СТРОКУ РЕМОНТУ КОЛІІ.....	62
В. І. ХАРЛАН (Львівська залізниця), Д. М. КУРГАН, І. О. БОНДАРЕНКО (ДІТ) ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНИХ ШВИДКОСТЕЙ РУХУ ПОЇЗДІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ДІЛЯНКИ	71

РОЗДІЛ «МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТУ ТА ЕКОНОМІКИ»

А. А. БОСОВ, Е. В. БЕЗСАЛАЯ, Л. Н. САВЧЕНКО (ДИИТ) ПРИМЕНЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ВЕКТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ.....	75
А. В. ВАРШАВЕЦЬ (ДІТ) УДОСКОНАЛЕННЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ КОНТЕЙНЕРІВ НА МАРШРУТІ	81
В. М. ЛЬМАН, В. В. СКАЛОЗУБ, В. І. ШИНКАРЕНКО (ДІТ) ВІДТВОРЕННЯ ГРАФІВ ЗА ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ШЛЯХАМИ	85
В. В. ЛАГУТА (ДИИТ) МЕТОД ИТЕРАЦИИ РЕШЕНИЯ ПЕРВОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ С НЕЛИНЕЙНОЙ ПРАВОЙ ЧАСТЬЮ	95
Н. А. ЛОШКАРЁВ (ПГАСА) СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ ТЕОРЕМЫ О СУММЕ ЦЕЛЫХ СТЕПЕНЕЙ ЦЕЛЫХ ЧИСЕЛ МЕТОДОМ КОЭФФИЦИЕНТОВ КРАТНОСТИ.....	100
Л. М. САВЧУК, В. І. ВОЗЬЯНОВА, Г. К. КОВАЛЬЧУК (НМетАУ) ОЦІНКА ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВОГО СТАНУ ПІДПРИЄМСТВА МЕТОДОМ ДИСКРИМІНАНТНИХ ФУНКЦІЙ	102

РОЗДІЛ «РУХОМИЙ СКЛАД І ТЯГА ПОЇЗДІВ»

Е. П. БЛОХИН, К. И. ЖЕЛЕЗНОВ, Л. В. УРСУЛЯК (ДИИТ) ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ БЕЗОПАСНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ.....	106
Г. И. БОГОМАЗ, В. С. ГУДРАМОВИЧ, М. Б. СОБОЛЕВСКАЯ, С. А. СИРОТА, И. К. ХРУЩ, Д. В. ГОРОБЕЦ (ИТМ НАУ и НКАУ) ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕФОРМИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ КОРОБЧАТОГО ТИПА ПРИ ДЕЙСТВИИ СЖИМАЮЩИХ НАГРУЗОК.....	114
Л. Н. БОНДАРЕНКО, В. В. КОЛБУН (ДИИТ) РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ ТЕОРИИ КОЛЕБАНИЙ С УЧЕТОМ ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ.....	118
А. А. БУРЯК, В. А. ДЗЕНЗЕРСКИЙ, Э. А. ЗЕЛЬДИНА, С. В. ТАРАСОВ (ИНСТИТУТ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ НАН УКРАИНЫ) СИСТЕМА КОНТЕЙНЕРНОГО ПНЕВМОТРАНСПОРТНОГО ТРУБОПРОВОДА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ВЕТРА.....	121
Л. М. ЛОБОЙКО (Укрзалізниця), Ю. С. БАРАШ (ДІТ) СТАН ВАГОННОГО ПАРКУ ТА ВАГОНРЕМОНТНОЇ БАЗИ В УКРАЇНІ.....	126
С. В. МЯМЛИН, В. Я. ПАНАСЕНКО, И. В. КЛИМЕНКО (ДИИТ) СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ	133
О. М. САВЧУК, О. В. ШАТУНОВ, О. Г. РЕЙДЕМЕЙСТЕР, М. А. ГРІЧАНІЙ, В. О. РИЖОВ (ДІТ), М. І. ЛУХАНІН (Укрзалізниця) ПОКРАЩЕННЯ ДИНАМІКИ ПОРОЖНІХ ВАГОНІВ НА ВІЗКАХ МОДЕЛІ 18-100.....	137

РОЗДІЛ «РЕМОНТ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ»

В. В. АРТЕМЧУК (ДІТ) ДИСЛОКАЦІЙНА МОДЕЛЬ ТЕРТЯ БАГАТОШАРУВАТИХ ПОКРИТТІВ	143
В. И. БОБРОВСКИЙ, А.В. КУДРЯШОВ, Ю.В. ЧИБИСОВ (ДИИТ) ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗДЕЛЕНИЙ ОТЦЕПОВ СОСТАВА НА СТРЕЛКАХ.....	146

Г. Я. МОЗОЛЕВИЧ (ДІТ) АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ПОЇЗНИХ ДИСПЕТЧЕРІВ.....	151
---	-----

РОЗДІЛ «ТРАНСПОРТНЕ БУДІВНИЦТВО»

Д. О. БАННИКОВ (ДИИТ) ЧАСТНОЕ РЕШЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ БУНКЕРОВ И СИЛОСОВ.....	154
А. С. РАСПОПОВ (ДИИТ) СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАСЧЕТА ИЗГИБНО-КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ НЕРАЗРЕЗНЫХ БАЛОК И РАМ	161
А. Л. ТЮТЬКИН (ДИИТ) МОДАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ПИЛОННОЙ СТАНЦИИ МЕТРОПОЛИТЕНА С УЧЕТОМ ПРИСОЕДИНЕННЫХ МАСС ГРУНТА.....	167

ГАЛУЗЬ ЕКОНОМІЧНИХ НАУК

РОЗДІЛ «ЕКОНОМІКА ТРАНСПОРТУ»

И. М. АКСЕНОВ (КУЭТТ) ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА.....	172
І. М. ГЕРАСИМЕНКО АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ТРАНСПОРТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗА ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ	178
О. О. ГЛАДЧУК (КУЕТТ) СОЦІАЛЬНИЙ ЗАХИСТ ЯК ОДИН З НАПРЯМІВ СТРУКТУРНОЇ РЕФОРМИ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ	181
К. В. ГНЕДІНА (Чернігівський державний технологічний університет) ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ	184
Е. С. ДЕМЬЯНИЮК (УО «Белорусский государственный экономический университет») РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ЗАМЕНЫ АКТИВНОЙ ЧАСТИ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	188
Т. И. ДРОНОВА (КУЕТТ) ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В ПРИМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ	193
Е. В. ЖУРАВЕЛЬ (Национальная Металлургическая Академия Украины) ПРИНЦИПЫ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАРКЕТИНГОВЫХ ПРОГРАММ.....	195
В. М. ЗАГОРУЛЬКО, О. В. КОВАЛЕНКО, Н. В. СКИДАНЕНКО (НАУ) ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ В УКРАЇНІ.....	199
С. В. КАЛАМБЕТ, Л. В. ПРИВАЛОВА, Ю. В. ПИВНЯК (ДИИТ), С. И. ДРОНОВ (УкрТОК) АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЙ НА СЕБЕСТОИМОСТЬ ПЕРЕВОЗОК ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ УКРАИНЫ	202
С. А. КОРЕЦКАЯ (ДИИТ) НЕОБХОДИМОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ЛОГИСТИКИ В СВЯЗИ С РЕФОРМИРОВАНИЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В УКРАИНЕ.....	206
Н. В. КУДРИЦЬКА (Рада по вивченню продуктивних сил України НАН України) ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНИХ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ З УРАХУВАННЯМ РИЗИКУ	209
В. Г. КУХАРЧИК (ИПРЭЭИ НАНУ) ТРАНЗИТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ УКРАИНЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ МЕЖДУНАРОДНОЙ ИНТЕГРАЦИИ	213
Ю. А. МУХА, В. В. ЯКОВЕНКО (ДИИТ) РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ СУБЪЕКТОВ РЫНОЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ	217

М. І. ПЕТИК (Львівський національний університет ім. Івана Франка) АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ФІНАНСУВАННЯ КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ.....	221
Ю. ПОГОРІЛЕЦЬ (Національний авіаційний університет) СТВОРЕННЯ ПРІОРИТЕТІВ РОЗВИТКУ АВІАРЕМОНТНИХ ПІДПРИЄМСТВ В СИСТЕМІ ФОРМУВАННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОГО АВІАРИНКУ В УКРАЇНІ.....	227
И. В. ПОЗНАНСКАЯ (ИПРЭЭИ НАНУ) ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МОРСКОГО ТРАНСПОРТА УКРАИНЫ В УСЛОВИЯХ ВТО.....	232
О. Р. РУДИК (Львівський національний університет ім. Івана Франка) МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АНТИКРИЗОВОЇ ДІАГНОСТИКИ ВІТЧИЗНЯНИХ ПІДПРИЄМСТВ	236
Л. Н. САВЧУК, Р. А. ШКИЛЬ (НМетАУ) ЭЛЕКТРОННАЯ КОММЕРЦИЯ В СФЕРЕ КОНСАЛТИНГОВЫХ УСЛУГ: НОВАЯ МОДЕЛЬ.....	241
Т. М. САЛІЙ (Національний авіаційний університет) ЕЛЕКТРОННИЙ ДОКУМЕНТООБІГ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ АВІАТРАНСПОРТНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ.....	248
А. Б. СКОРОХОД (НМетАУ) ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТНОЙ ПОЗИЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ	253
Н. П. СНИТКО, Н. С. СОКОЛОВСКАЯ, И. В. РАДИОНОВ (Государственная администрация железнодорожного транспорта Украины) НЕОБХОДИМОСТЬ И ЦЕЛИ РЕФОРМИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В УКРАИНЕ.....	257
Н. В. СОЛОВЕЙ (Національний авіаційний університет) ФІНАНСОВА БЕЗПЕКА НА РИНКУ АВІАЦІЙНОГО СТРАХУВАННЯ БЕЗ АНОТАЦ РУС АНГЛ.....	260
К. М. ШЕРЕПА (КУЕТТ) ПРОЕКТУВАННЯ МАРКЕТИНГОВО-ЛОГІСТИЧНОГО РІШЕННЯ СТОСОВНО ВИБОРУ МАТЕРІАЛІВ, ЗАПАСНИХ ЧАСТИН І ВУЗЛІВ.....	262
А. В. ШУЛЬГА, А. В. ЛОГВИНЕНКО (ДИИТ) УПРАВЛЕНЧЕСКИЙ УЧЕТ, ПЛАНИРОВАНИЕ, КАЛЬКУЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ (МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ).....	264
С. В. ЯКИМЧУК (Белгородский государственный университет) ПРИГОРОДНЫЕ ПАССАЖИРСКИЕ ПЕРЕВОЗКИ – МЕЖДУНАРОДНОЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО РОССИИ И УКРАИНЫ.....	268
І. М. ЯРОВИЙ (Національний авіаційний університет) ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ПРИНЦИПІВ МІЖНАРОДНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРАЦІ В МЕХАНІЗМІ УПРАВЛІННЯ СОЦІАЛЬНО-ТРУДОВИМИ ВІДНОСИНАМИ ПІДПРИЄМСТВ АВІАЦІЙНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ	270

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ КРИВИЗНЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ НА ОСНОВЕ ГИРОСКОПА

Пропонована автоматизована система вимірювання кривизни залізничної колії на основі гіроскопа будеться, зокрема із застосуванням сучасних лазерних гіроскопів. Пропонується використовувати кільцевий лазерний гіроскоп (КЛГ), так званий квантовий гіроскоп, створений на основі лазера з кільцевим резонатором, в якому по оптичному контуру одночасно розповсюджуються стрічні електромагнітні хвилі. До достоїнств лазерних гіроскопів слід віднести перш за все відсутність ротора, що обертається, і підшипників, що створюють силу тертя, а також високу точність вимірювання.

Предлагаемая автоматизированная система измерения кривизны железнодорожного пути на основе гироскопа, создается, в том числе с применением современных лазерных гироскопов. Предлагается использовать кольцевой лазерный гироскоп (КЛГ), так называемый квантовый гироскоп, созданный на основе лазера с кольцевым резонатором, в котором по замкнутому оптическому контуру одновременно распространяются встречные электромагнитные волны. К достоинствам лазерных гироскопов следует отнести, прежде всего, отсутствие вращающегося ротора и подшипников, создающих силу трения, а также высокую точность измерения.

Offered automated system of measuring of curvature of railway way on the basis of gyroscope, including with the use of modern laser gyroscopes. It is suggested to use a circular laser gyroscope (CLG), so-called quantum gyroscope created on the basis of laser with a circular resonator, in which on the reserved optical contour electromagnetic head-seas spread simultaneously. To dignities of laser gyroscopes it is necessary to deliver absence of the revolved rotor and bearings creating force of friction foremost, and also high exactness of measuring.

К высокоскоростным линиям железнодорожного пути предъявляют высокие требования по его проектированию и содержанию. Для обеспечения высокопродуктивной эксплуатации необходимы специальные технические средства, способные обеспечивать измерение параметров железнодорожного пути. Одними из важнейших параметров состояния железнодорожного пути является его кривизна, ширина колеи и возвышение.

Для измерения кривизны в кривых участках пути в настоящее время в основном применяются методы измерения, которые не обеспечивают необходимой точности для высокоскоростных линий. Устройство также должно удовлетворять современному уровню развития техники.

К существующим методам и приборам измерения кривизны ж. д. пути относятся: метод стрел, использованный при конструировании прибора для расчета кривых системы И. Я. Туровского, измерение с помощью регистратора кривизны и инструментальный метод, которые комплексно реализуются с помощью вагона для измерения пути ЦНИИ, тележки для измерения пути системы Матвеевко, измерителя путевого непрерывного действия ВШБД, аппаратно – диагностического комплекса АРД-1 [1-4].

Измерительные системы существующих путевых машин оборудованы асимметричными

хордами и обеспечивают непрерывную запись информации о реальном состоянии плана линии. Однако методы обработки такой информации и эффективного использования ее развития недостаточны. Это обусловлено в первую очередь, тем, что непрерывная информация, получаемая механическими измерительными системами в виде стрел изгиба, не описывает реальной кривизны, а отображает формы неравенств пути в искривленном виде. Отсутствуют также технические средства регистрации информации на внешнего носителя ЭВМ.

Инструментальный метод основан на определении на местности координат и других характеристик железнодорожного пути, определяющих его положение, с помощью геодезических приборов. Инструментальный метод достаточно точный, но является трудоемким и требует большего времени для обработки геодезических данных.

Целью работы является разработка автоматизированной системы измерения кривизны железнодорожного пути с высокой степенью точности на основе современных технических средств регистрации информации.

Автоматизированная системы, которая разрабатывается, для измерения кривизны пути может быть построена на различных типах гироскопов [5-9].

Для повышения точности измерений и надёжности всей системы предлагается использовать кольцевой лазерный гироскоп (КЛГ) или так называемый квантовый гироскоп, созданный на основе лазера с кольцевым резонатором, в котором по замкнутому оптическому контуру одновременно распространяются встречные электромагнитные волны. Длины этих волн определяются условиями генерации, согласно которым на длине периметра резона-

тора должно заключиться целое число волн, поэтому на неподвижной платформе частоты этих волн совпадают. При поворотах платформы регистрируют скорость движения возникающих интерференционных полос, которая пропорциональна скорости поворота.

Структурная схема автоматизированной системы с использованием КЛГ показана на рис. 1, фото промышленного КЛГ – на рис. 2.

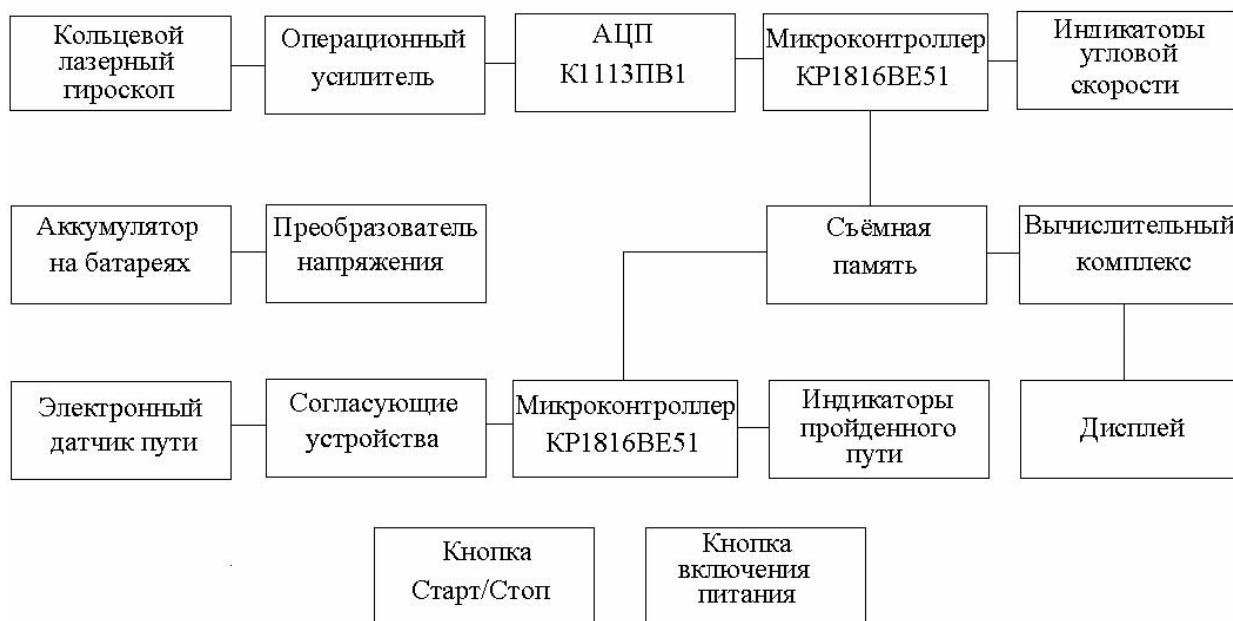


Рис. 1. Структурная схема автоматизированной системы для измерения кривизны пути на кольцевом лазерном гироскопе



Рис. 2. Промышленный кольцевой лазерный гироскоп

К достоинствам лазерных гироскопов следует отнести прежде всего отсутствие вращающегося ротора и подшипников, создающих силу трения, а также высокую точность измерения.

Результатом работы такой системы является получение величины угловой скорости и пути, пройденного за одну секунду; причем показания угловой скорости снимаются каждую секунду.

Далее по этим показаниям определяется кривизна исследуемой кривой. Система состоит из следующих элементов: устройство измерения угла поворота железнодорожной кривой с прецизионным лазерным гироскопом и усилителем, аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), датчик пройденного пути, согласующее устройство, микроконтроллеры, индикаторы угловой скорости и пройденного пути, съёмная память, устройство управления измерениями, дисплей, бесперебойный источник питания. В систему также входит специальный программный вычислительный комплекс для расчёта геометрически правильных, многорадиусных проектных кривых.

Гироскоп в данном устройстве выступает в роли датчика угловой скорости. Значение его работы заключается в том, что при повороте

его в горизонтальной плоскости на выходе происходит изменение напряжения. Зная исходное напряжение датчика при нулевой угловой скорости и «цену деления шкалы» то есть, на сколько происходит увеличение или уменьшение напряжения на выходе при повороте всей системы с угловой скоростью равной 1 град/с, можно вычислить угловую скорость движения системы. Напряжение, которое изменяется в зависимости от изменения угловой скорости движения, не должно искажаться. Для этого предлагается использовать операционный усилитель (ОУ) К140УД17. Он играет роль «буфера» и предотвращает влияние на исходное напряжение гироскопа других звеньев схемы. Имеется в виду, что аналоговый сигнал, который поступает из гироскопа, необходимо превратить в цифровой сигнал. Для этого предлагается использовать аналого-цифровой преобразователь (АЦП), но его подключать напрямую к гироскопу нельзя, поскольку АЦП станет «несогласованной нагрузкой» будет влиять на исходное напряжение гироскопа, вносить свои изменения и искажать результаты.

К1113ПВ1 – АЦП последовательного приближения, принцип работы которого соответствует классической структуры 4-х разрядного преобразователя, состоящего из трех основных узлов: компаратора, регистра последовательного приближения (РПП) и ЦАП.

С началом пошаговой работы АЦП в регистре последовательного приближения оказывается двоичное число, из которого после цифроаналогового преобразования выходит напря-

жение, соответствующее $U_{вх}$. Исходное число может быть считано с РПП в виде параллельного двоичного кода по N линиям. Кроме того, в процессе преобразования на выходе компаратора, формируется исходное число в виде последовательного кода старшими разрядами вперед.

С АЦП оцифрованный сигнал поступает на микроконтроллер КР1816ВЕ51, где с помощью специальной записанной программы происходит обработка полученной информации и вывод ее на семь сегментных индикаторов типа АЛС324А [10-12].

Второе ключевое устройство – это электронный датчик пути, подключенный к аналоговому микроконтроллеру КР1816ВЕ51, к которому также подключенные индикаторы типа АЛС324А, необходимые для индикации показания о пройденном пути. К обоим МК подключается внешняя память, в которую каждую секунду происходит запись значений угловой скорости и пройденного пути.

В схеме обязательно должна присутствовать кнопка включения питания и кнопка «Старт/Стоп» – начало и конец измерений. Питание устройства происходит от автономного источника, в состав которого входит аккумуляторная батарея (никелево-кадмиевая) и устройство, напряжение, на выходе которого должно быть ± 15 В и +5 В.

Алгоритм работы устройства измерения кривизны железнодорожного пути, представлен в виде блок-схемы на рис. 3.

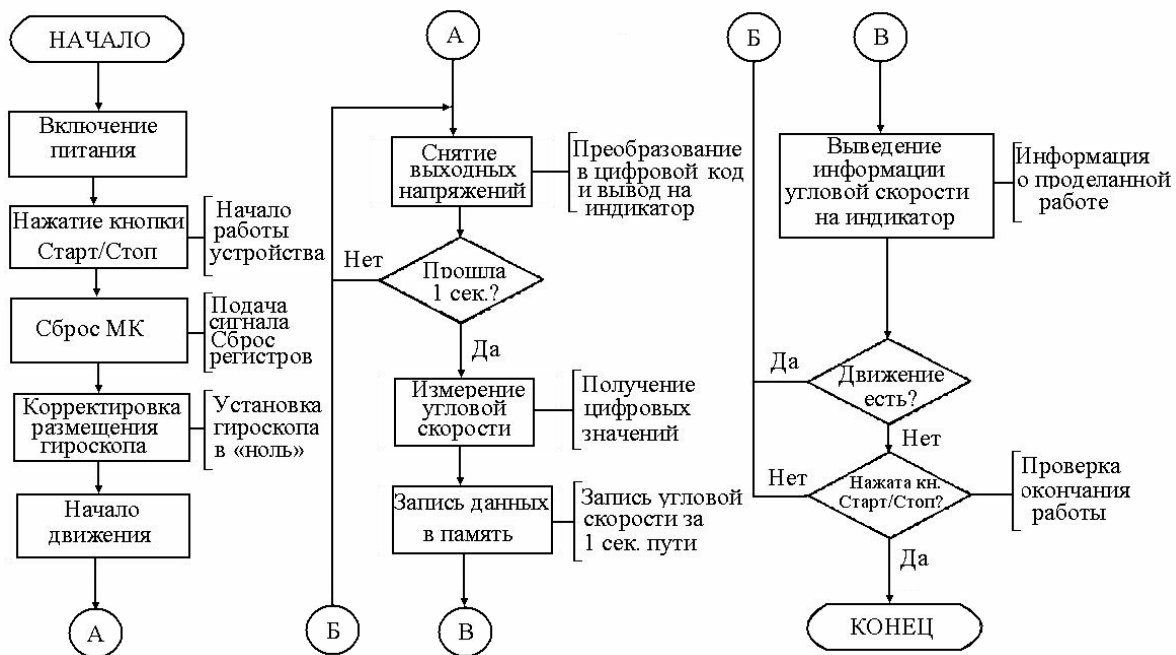


Рис. 3. Алгоритм работы системы измерения кривизны железнодорожного пути

Алгоритм работы устройства сводится к следующему. После включения питания оператор устройства нажимает кнопку «Старт/Стоп», на МК подается напряжение и происходит его сброс. Изменением расположения и направлением движения гироскоп устанавливается в нулевое состояние. После начала движения снимается напряжение на датчике пути и гироскопе. По прохождению 1-й секунды снятое напряжение из датчика пути и гироскопа преобразуется в цифровой код, который записывается в память для последующей обработки и одновременно выводится на индикатор. Если движение не прекратилось, то эти операции повторяются снова. Изменение числовых значений на выходе системы соответствует значениям угловой скорости движения, по которым определяется кривизна исследуемой кривой. Если движение прекратилось, то нажимается кнопка «Старт/Стоп», означающая, что измерения закончены.

Измерения этого гироскопа позволяют с необходимой точностью описать натурную кривую железнодорожного пути. Предполагается использование данной системы для линий со скоростью движения поездов до 160...200 км/ч. Контрольные измерения проводятся через каждую секунду. Затем по полученным данным производится расчёт кривизны кривой железнодорожного пути.

В дальнейшем возможно расширение системы (это позволяет используемый лазерный гироскоп) при измерении углов наклона в трех перпендикулярных плоскостях с сохранением неизменным выставленного направления, измерение кривизны пути в профиле, а также возвышение пути.

Результаты измерений, которые выполняются с помощью прибора, проводятся в автоматическом режиме, как на участках кривых малой длины, так и на участках большой длины.

Систему можно установить и на ручной тележке, и на дрезине. При использовании авто-

матизированной системы измерения кривизны железнодорожного пути на основе гироскопа совместно с GPS возможно использование её в вагоне и даже на локомотиве.

Использование данной системы обеспечит более высокую точность измерений по сравнению с существующими традиционными методами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дёмин Ю. В. Железнодорожная техника международных транспортных систем. – Г.: Транспорт, 1998. – 352 с.
2. Бельфер С. М. Путевое хозяйство / С. М. Бельфер, И. Б. Лехно. – Г.: Транспорт, 1981. – 447 с.
3. Каменский В. И. Удержание железнодорожного пути в кривых / В. И. Каменский, Е. Я. Шац. – М.: Транспорт, 1987. – 189 с.
4. Бесекерский В. А. Основы автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов – М.: Наука, 1974. – 354 с.
5. Шестов С. А. Гироскоп на земле, в небе и на море. М.: Знание, 1989. – 188 с.
6. Ишлинский А. Ю. Лекции по теор. гироскопов / А. Ю. Ишлинский, В. И. Борзов, Н. П. Степаненко. – М.: МГУ, 1983. – 248 с.
7. Магнус К. Гироскоп: Теория и использование. – М.: Мир, 1974. – 526 с.
8. Пешехонов В. Г. Ключевые задачи современной автономной навигации // Гироскопия и навигация. 1996. № 1 (12). С. 48-55.
9. Ишлинский А. Ю. Лекции по теор. Гироскопов / В. И. Борзов, Н. П. Степаненко. М.: Изд-во МГУ, 1983. – 248 с.
10. Стишин В. В. Проектирование цифровых устройств на однокристалльных микроконтроллерах / В. В. Стишин, А. В. Урксов. - М.: Энергоатомиздат, 1990. – 224 с.
11. Шило В. Л., Популярныe цифровые микросхемы – М. Радио и связь, 1987. – 352 с.
12. Полупроводниковые устройства. Справочник радиолюбителя / Р. М. Терещук и др. – К.: Научная мысль 1988. – 800 с.

Поступила в редколлегию 25.06.2007.

В. В. МАЛОВІЧКО, В. І. ГАВРИЛЮК (ДІП),
М. І. РЕШЕТНЯК (Придніпровська залізниця)

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ СТАНУ СТРІЛОЧНИХ ДВИГУНІВ ПО КРИВІЙ СПОЖИВАННЯ СТРУМУ В РЕМОНТНО-ТЕХНІЧНИХ ДІЛЬНИЦЯХ

Проведено аналіз існуючої методики перевірки в ремонтно-технічних дільницях стрілочних двигунів постійного струму з послідовним збудженням, запропоновано автоматизований пристрій для виявлення відмов електричних двигунів по кривих споживання струму в умовах ремонтно-технічної дільниці при періодичному огляді.

Проведен анализ существующей методики проверки в ремонтно-технических участках стрелочных двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением, предложено автоматизированное устройство для выявления отказов в электрических двигателях по кривым потребления тока в условиях ремонтно-технических участков при периодическом осмотре.

The analysis of existing method of verification of pointer engines of direct current with the successive excitation in the repair-technical areas has been conducted, the automated device for the exposure of refusals in the electric engines on the curves of consumption of current in the conditions of repair-technical areas at the periodic examination has been offered.

Вступ

Для забезпечення надійної роботи стрілочних переводів в умовах експлуатації на станції, нормативними документами передбачено перевірку стрілочних електродвигунів в ремонтно-технологічній дільниці (РТД) дистанції сигналізації та зв'язку [1]. Недоліком такої технології є необхідність значних затрат ручної праці, відсутність можливості визначення стану електродвигуна в умовах експлуатації і як наслідок заміна для перевірки повністю справних двигунів. Це зумовлює необхідність розробки систем автоматизованого діагностування пристроїв залізничної автоматики на станції, та використання такої апаратури для перевірки двигунів в РТД. Однією з основних задач при розробці технології визначення стану двигуна в РТД є необхідність створення стенду для перевірки двигунів, який дозволить би з високою достовірністю провести контроль технічного стану двигуна, а при виявленні дефекту локалізувати його з заданою точністю. В роботі [2] авторами запропонована підсистема діагностування та контролю стрілочних двигунів постійного струму в умовах експлуатації на станції.

Метою даної роботи є розробка автоматизованого пристрою для контролю стану електродвигуна в ремонтно-технологічній дільниці при плановій перевірці, який дозволить значно скоротити час перевірку та ремонт двигунів.

Методика вимірювання

Методика визначення відмов двигунів в РТД. Найбільш часто в двигунах постійного струму з послідовним з'єднанням з'являються такі відмови як коротке замикання та обриви в якорі або обмотках збудження, іскріння або круговий вогонь на колекторі, ізоляція між обмотками та корпусом нижче норми. В пунктах перевірки двигунів ці відмови визначаються наступним чином [3]. Після розбирання електродвигуна мегаомметром вимірюють опір ізоляції обмоток збудження і якоря відносно корпусу електродвигуна. Один вивід мегаомметра з клемою «земля» під'єднують до корпусу електродвигуна, а інший до одного з трьох виводів обмоток статора. Результати вимірів заносять в журнал ремонту. Якщо загальний опір ізоляції обмоток збудження і якоря електродвигуна буде менший установленій норми, то після вилучення якоря додатково проводять тіж вимірювання окремо для обмоток статора та для якоря.

Перевірку стрілочних двигунів в ремонтно-технологічній дільниці проводить електромеханік не рідше ніж один раз на три роки.

При використанні в пункті перевірки двигунів методики визначення стану електродвигуна по кривій споживання струму, немає необхідності проводити такі вимірювання. Є можливість визначити всі вище перелічені несправності по кривій споживання струму [2]. Тільки

для перевірки опору двигуна відносно корпусу, необхідно додати до запропонованої системи пристрій для визначення опору, та підключити його до вільного порту ЕОМ. Такі пристрої є типовими і використовуються у всіх сучасних електронних вимірювальних приладах.

Виявлення і усунення несправностей в обмотках збудження і якоря. До відмов які найбільш часто зустрічаються в обмотках відносяться: замикання між витками або секціями, неякісна пайка з'єднань, пониження опору ізоляції обмоток по відношенню до корпусу електродвигуна, обрив провідників. Для виявлення несправностей вимірюють величину омичного опору обмоток. При цьому навіть незначне відхилення омичного опору обмоток від норми, вказує на несправності. Перед початком вимірювання колекторні пластини очищають від слідів окислення. Для зачистки використовують мілкозернисту шліфувальну шкурку.

Для зручності вимірювань використовують спеціальний пристрій, де на двох середніх стійках розміщують якір, а на двох крайніх стійках закріплюють типові щіткотримачі так, що при опусканні щіток на колектор вони попадають на дві сусідні колекторні пластини. Через виводи до щіток підключають омметр. Відмітивши на колекторі початок перевірки, вручну повільно обертають якір навколо своєї осі, роблячи виміри на кожній колекторній пластині. Омметр повинен показувати постійну величину опору кожної секції якоря. Для більш точного вимірювання обмоток двигунів, котрі мають малий опір (менше 1 Ом), замість омметра використовують міст постійного струму.

Для визначення міжвиткових замикань в обмотці якоря, можна використовувати метод, оснований на створенні магнітного потоку в короткозамкнутих витках. Для цього якір розміщують на стойках пристрою для вимірювання опору і під ним встановлюють реактор. Відстань між якорем і реактором повинна бути мінімальною, забезпечуючи вільне обертання якоря навколо своєї осі.

При подачі змінного струму в обмотку реактора магнітний потік який при цьому з'являється буде проходити через якір і при наявності замикань між витками обмотки, виникне струм в замкнутій секції обмотки якоря [4]. Виникнення струму визначають по притяганню до пазу якоря, де лежить несправна секція, тонкої сталевий пластинки, розміром $100 \times 10 \times 0,5$ мм. Якір повертають навколо своєї осі на 1-2 паза, а сталеву пластину кожний раз переміщують над якорем на відстані 1-2 мм від його поверхні.

Щоб переконатися в відсутності обриву в місцях підпайки виводів обмоток до колекторних пластин, знімають в місцях пайки бандаж і омметром перевіряють якість пайки. Величина опору пайки повинна дорівнювати нулю. Дефект усувають розпайкою кінця колекторної пластини, зачисткою його і провідника та повторною запайкою. Після усунення дефекту повторно перевіряють опір пайки.

При використанні системи контролю та діагностування по кривих споживання струму електродвигуном, для проведення перевірки стану обмоток збудження та секцій якоря немає потреби навіть розбирати двигун, достатньо лише ввімкнути його на декілька секунд і зняти криву струму. При цьому треба враховувати необхідність запуску електродвигуна з навантаженням, так як при роботі в режимі холостого ходу двигун може вийти з ладу. В якості навантаження можна використовувати заблокований стрілочний редуктор, а величину навантаження регулювати за допомогою фрикційної муфти.

Контрольні перевірки електродвигунів. При контрольних випробовуваннях проводять: вимірювання опору ізоляції обмоток збудження і якоря відносно корпусу; випробовування електродвигуна при підвищеній швидкості обертання якоря; перевірку номінальних даних і якості комутації.

Опір ізоляції обмоток збудження і якоря відносно корпусу проводять мегаомметром на 500 В. Опір повинен бути не меншим 100 МОм. Результати вимірювання заносять в журнал ремонту двигунів. Для контрольних випробовувань електродвигунів використовують вимірювальні стенди, які виготовляють в дистанціях сигналізації і зв'язку. Ці стенди працюють наступним чином. Електродвигун, що перевіряється, штепсельними колодкам під'єднується до стенду. Універсальними перемикачами до двигуна підключається випрямлювач, опір якого відповідає даному типу електродвигуна. При перевірці на завищену частоту обертання двигуна, яка дозволяє перевірити якість бандажів і кріплень обмоток, підвищують частоту обертання на 1,5 % в обидва боки на 2 хв. при холостому ході. Підвищення кількості обертів досягається плавним регулюванням напруги яка подається від автотрансформатора ЛАТР. Перевірку номінальних даних електродвигуна проводять таким чином. Двигун, який перевіряють поєднують еластичною муфтою з іншим двигуном, який працює в режимі генератора. Обидва двигуни закріплюють на спеціальній рамі, і на двигун який перевіряють подають номінальну напругу. Реоста-

том встановлюють номінальний струм, а тахометром визначають частоту обертання. Різниця частоти обертання в обидва боки не повинна перевищувати 10 % від середнього арифметичного обох швидкостей обертання. Причиною різниці частоти обертання може бути зміщення щіток з нейтралі. Якість ко-

мутації визначають при перевірці номінальних даних. Причиною сильного іскріння щіток може бути погане їх притирання до колектора, неправильне встановлення щіткотримача, слабе або сильне прилягання щіток до колектора.

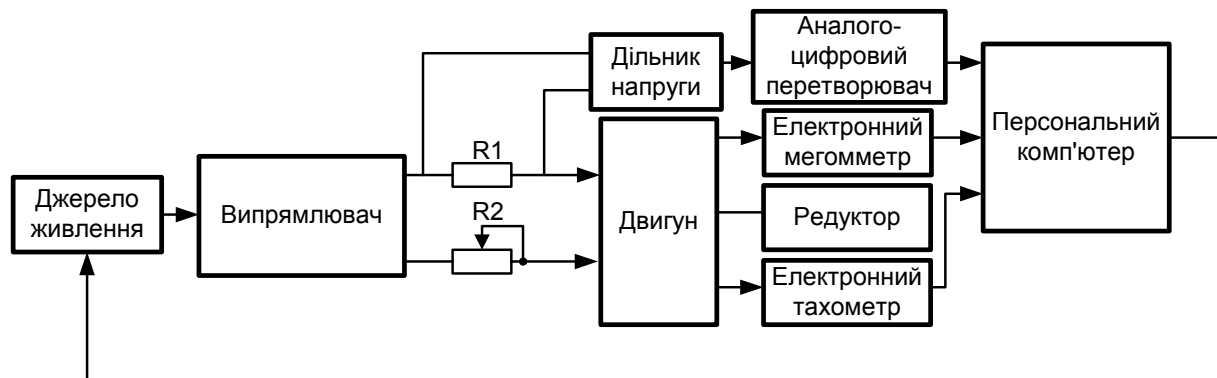


Рис. 1. Структура стенду для перевірки двигунів постійного струму в РТД

При використанні системи перевірки двигунів по кривим споживання струму, ми бачимо що повністю замінити такою системою стенд для контрольних вимірювань ми не можемо, без деякої модернізації даної системи.

Структура та принцип роботи пристрою для перевірки електродвигунів в РТД. Для створення пристрою контролю та діагностування стану стрілочних двигунів в приміщеннях ремонтно-технічних дільниць, необхідно створити стенд, структура якого приведена на рис. 1.

Розроблений авторами стенд для перевірки двигунів працює наступним чином. Після встановлення двигуна, підключення до нього живлення від випрямлювача та з'єднання валу з редуктором, фрикційна муфта, якою навантажується двигун, комп'ютер запускає програму перевірки. При цьому програма перевірки для двигунів з різною потужністю різна. По команді з комп'ютера від джерела живлення через випрямляч на двигун подається номінальна напруга і двигун починає працювати. Крива споживання струму записується в комп'ютер за таким самим принципом як і при контролі та діагностуванні стрілок на станції. Крім цього за допомогою блоку електронного тахометра визначається частота обертання якоря двигуна. Виміри проводяться при переведенні двигуна в один і другий бік. Після закінчення цих вимірів та зупинки двигуна за допомогою електронного мегомметра визначається опір ізоляції двигуна відносно корпусу. При перевірці на завищену частоту обертання двигуна, яка дозволяє пере-

вірити якість бандажів і кріплень обмоток, комп'ютер підвищує частоту обертання на 1,5 % в обидва боки на 2 хв. Підвищення кількості обертів досягається плавним регулюванням напруги яка подається від автотрансформатора ЛАТР. Номінальний струм при цьому виставляється за допомогою R2. Ця перевірка проводиться вже при знятому навантаженні. Як стає зрозумілим із вищесказаного за допомогою такого стенду ми можемо за 1–2 хвилини зробити повну перевірку електродвигуна без діставання якоря і розбирання двигуна.

Норми часу на ремонт і перевірку електродвигуна МСП.

Час на перевірку та ремонт одного двигуна [3] визначається за формулою:

$$T = T_{оп} + T_{об} + T_{пз} + T_{тп} + T_{пвон} \quad (1)$$

де $T_{оп}$ – оперативний час, який для даного типу двигуна дорівнює 121,65 хв;

$T_{об}$ – час обслуговування робочого місця, 1,094 хв;

$T_{пз}$ – підготовчо-заклучний час, 5,96 хв;

$T_{тп}$ – час виділений для технічних перерв;

$T_{пвон}$ – час перерв на відпочинок та для особистих потреб, 8,637 хв.

В цілому час перевірки одного двигуна складає 137,341 хв.

Як видно з приведених норм, основну частину часу складає саме оперативний час, складові частини якого наведені в табл. 1.

Складові частини оперативного часу для перевірки електродвигунів

№ п/п	Зміст роботи	Інструменти та вимірювальні прилади які використовуються для роботи	Оперативний час на елемент вимірювання, нормо-хвилин
1	Розкриття електродвигуна (знімання шестерні, передньої та задньої кришок)	Знімач, викрутка	2,60
2	Дістання якоря	–	1,00
3	Знімання підшипника з якоря	Знімач,	2,40
4	Очистка якоря і статора від пилу і бруду	Пензель, пілосос	3,80
5	Вимірювання опору ізоляції якоря і статора	Мегаомметр	2,20
6	Закріплення бирки з номером даного електродвигуна	–	1,0
7	Установка якоря в сушильну шафу	–	1,0
8	Розбирання і чистка щіткотримача	Викрутка, торцеві ключі	8,40
9	Збирання щіткотримача	Клемні ключі	7,40
10	Знімання двох катушок	Викрутка	1,40
11	Чистка катушок і двигуна зсередини	Пензель, пілосос	3,25
12	Установка катушок на місце	Викрутка	1,20
13	Установка передньої кришки статора	Викрутка	2,20
14	Очищення якоря від лаку	Металевий шкребок	5,60
15	Просочення якоря лаком	–	2,20
16	Вимірювання ізоляції якоря і статора	Мегаомметр	2,20
17	Продорожування колектора якоря	Лобзик	30,20
18	Обробка колектора якоря шляхом шліфувки	–	9,80
19	Промивка підшипників бензином	–	1,60
20	Змазування підшипників	–	1,00
21	Запресування підшипників	–	1,00
22	Збирання електродвигуна	Викрутка, торцеві ключі	9,60
23	Перевірка стану повздовжнього люфта	Щуп	1,00
24	Притирання щіток та перевірка роботи двигуна на стенді без навантаження	Стенд для випробувань	5,20
25	Установка шестерні	Бронзові втулки, молоток	2,00
26	Перевірка електродвигуна на фрикцію	Стенд для випробувань	3,80
27	Заповнення і наклеювання етикетки	Ручка, етикетка	1,00
28	Фарбування електродвигуна	–	7,60

Як видно з таблиці 1 оперативний час 121,65 хв. потрібний для виявлення і усунення несправності. При використанні стенду для автоматизованої перевірки стану електродвигунів по кривій споживання струму, час потрібний для визначення стану електродвигуна буде складати 1-2 хв і повністю компенсується часом $T_{пз}$ (підготовчо-заключним) 5,96 хв.

При повністю справному стані електродвигуна час $T_{оп}$ буде складати лише 1 хв, (пункт 27 табл. 1) що потрібно лише для заповнення та наклеювання етикетки. Крім цього при перевірці стану двигуна зникне потреба в часі для технічних перерв $T_{тп}$ і в часі на перерву для відпочинку та для особистих потреб $T_{пвон}$. Відповідно з цим, формула (1) набуде вигляду:

$$T = T_{оп} + T_{об} + T_{пз} \quad (2)$$

За формулою (2), час на перевірку повністю справного двигуна складатиме:

$$T = 1,00 + 1,094 + 5,96 = 8,024 \text{ (хв.)}$$

При використанні запропонованого методу велика економія часу в порівнянні з нормативним часом досягається за рахунок того, що при існуючій методиці перевірки та ремонту навіть повністю справний електродвигун необхідно розбирати, вимірювати мегаомметром стан ізоляції статора та якоря, проводити виміри на обрив обмоток і коротке замикання, проводити контрольні випробування, промивку, змазку та заміну підшипників, і т.д. При використанні системи діаг-

ностування по кривим споживання струму, проводимо перевірку без розбирання двигуна. Розглянута ситуація повністю справного двигуна не є рідкісною, так як двигуни на перевірці в РТД поступають не при їх відмовах, а через задану нору часу експлуатації при планових перевірках (для різних стрілок вона може бути від одного кварталу, до одного разу на три роки). І тому багато двигунів які потрапляють в РТД є повністю справними.

У випадку, коли двигун не справний, час на перевірку та ремонт також значно скорочується, оскільки за допомогою пристрою контролю двигуна по кривій споживання струму визначається які саме несправності є в двигуні. Це дає змогу не проводити перевірку всіх частин двигуна, а усунути тільки наявні несправності. Таким чином час $T_{оп}$ на ремонт двигуна при використанні запропонованого методу значно скоротиться. Наприклад при наявності в двигуні розбитого підшипника при справності всіх інших частин двигуна, система визначить цю несправність і електромеханіку необхідно буде виконати лише пункти 1, 2, 3, 13, 21, 22, 23, 25 табл. 1, і відповідно час $T_{оп}$ буде дорівнювати 21,8 хв. і за формулою (1) ми отримаємо час на ремонт і перевірку двигуна з заданим дефектом:

$$T = 21,8 + 1,094 + 5,96 + 8,637 = 37,491 \text{ (хв)}.$$

Як ми бачимо час необхідний для усунення несправності приблизно в 3,7 рази менший, в порівнянні з нормою для існуючої технології. При різних дефектах економія часу буде звичайно різна, але постійно більша ніж час котрий затрачується на ремонт зараз.

Висновки

Таким чином ми можемо зробити висновок, що використання системи контролю стану двигунів по кривим споживання струму в РТД дасть нам можливість суттєво зменшити час перевірки та ремонту двигунів, тим самим значно підвищити продуктивність праці. А при використанні системи діагностики та контролю стрілочних переводів по кривій споживання струму на станціях дистанції, заміну електродвигунів на запасні можна буде проводити при прогнозуванні виникнення відмов, а не через заданий проміжок часу. Це дасть нам можливість не привозити на перевірку в ремонтно-технічну дільницю двигуни без несправностей, а також запобігати затримкам в русі потягів в зв'язку з відмовою стрілочного двигуна в приводі стрілки.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. ЦШ 0042. Пристрої сигналізації централізації та блокування. Технологія обслуговування. – К.: Укрзалізниця, 2007. – 461 с.
2. Маловічко В. В. Визначення діагностичних ознак для автоматизованого контролю технічного стану стрілочних електродвигунів / В. В. Маловічко, В. І. Гаврилюк, В. Я. Кізяков // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту імені акад. В. Лазаряна. – Вип. 16. – Д.: ДІТ, 2007.
3. ЦШ 0046, Типовий проект організації роботи ремонтно-технологічної дільниці дистанції сигналізації та зв'язку.– К.: Укрзалізниця, 2007. – 91 с.
4. Безрученко В. Н. Электрические машины / 2-е изд., перераб. и доп., В. Н. Безрученко, А. С. Хотьян. – К.: Вища шк., 1987. – 215 с.

Надійшла до редколегії 14. 08. 2007.

А. П. РАЗГОНОВ, А. В. АДРЕЕВСКИХ, Б. М. БОНДАРЕНКО, Д. А. БЕЗРУКАВИЙ,
А. Ю. ЖУРАВЛЕВ (ДИИТ)

МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ РЕЛЕ

Багатоканальний цифровий метод діагностики реле полягає у використуванні експериментально одержаних даних, для обчислення характеристик і параметрів випробовуваного реле. Під час реєстрації динамічних характеристик паралельно по всіх каналах, здійснюється аналогово-цифрова обробка результатів, методом порівняння із закладеними в пам'ять комп'ютера допусками і робиться висновок про справність приладу.

Многоканальный цифровой метод диагностики реле заключается в использовании экспериментально полученных данных для вычисления характеристик и параметров испытуемого реле. Во время регистрации динамических характеристик параллельно по всем каналам, производится аналогово-цифровая обработка результатов, методом сравнения с заложенными в память компьютера допусками и делается вывод об исправности прибора.

The multichannel digital method diagnostics of relay consists in the use of experimentally findings, for the calculation of parameters of examinee relay. During registration of dynamic descriptions parallel on all channels, analog-to-digital treatment of results is produced, by the method of comparison with the admittances stopped up in memory of computer and is drawn conclusion about the good condition of device.

Наряду с развитием микропроцессорной техники и технологии в системах железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ) электромагнитные реле продолжают выполнять важнейшие функциональные задачи. Высокие требования, предъявляемые к надежности систем, достигаются путем значительных затрат на профилактику и контроль параметров реле в ремонтно-технологических участках (РТУ) дистанций сигнализации и связи.

Эти проблемы решаются методами и технологиями, разработанными в середине прошлого столетия. Причем выполнение ремонтно-профилактических работ требует высокой квалификации специалистов, выполняющих основной объем технологических операций по измерению и контролю параметров, практически вручную.

Для совершенствования технологии контроля и измерения, особенно механических параметров реле авторами предложен ряд технических решений [1–5].

Использование предложенных устройств и способов успешно решает проблему обеспечения надежности электромагнитных аппаратов на основе компьютерной технологии, включающей автоматическое тестирование основных параметров реле с последующей оценкой реакции объекта и ее сравнением с эталонной. Кроме того, по принятым критериям, например запаса ресурса, может определяться очередной межремонтный период. Это позволяет перейти

к более эффективному обслуживанию объекта по его текущему состоянию, поскольку своевременное обнаружение дефектов экономит средства на устранение последствий отказов.

Целью статьи является разработка многоканального программного комплекса на основе аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) и анализ результатов, полученных предложенным цифровым методом тестовой диагностики реле.

Для решения этой задачи использовалось автоматизированное рабочее место (АРМ-РТУ-Р), регистрирующее динамические характеристики реле одновременно по трем информационно-измерительным каналам: электрическому, акустическому и оптическому без снятия защитного кожуха [6–8].

Сущность предложенного многоканального цифрового метода тестовой диагностики заключается в использовании данных, одновременно полученных с помощью АРМ-РТУ-Р по этим каналам для вычисления требуемых параметров реле. Динамические характеристики работы реле снимаются при помощи аналоговых датчиков АРМа, преобразуются в цифровой код с помощью АЦП и передаются в системный блок компьютера. После этого производится программная обработка результатов и их сравнение с записанными в памяти компьютера допусками. Структурная схема многоканального комплекса представлена на рис. 1. Алгоритм работы комплекса на рис. 2.

А. П. РАЗГОНОВ, А. В. АДРЕЕВСКИХ, Б. М. БОНДАРЕНКО, Д. А. БЕЗРУКАВИЙ,
А. Ю. ЖУРАВЛЕВ (ДИИТ)

МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ РЕЛЕ

Багатоканальний цифровий метод діагностики реле полягає у використуванні експериментально одержаних даних, для обчислення характеристик і параметрів випробовуваного реле. Під час реєстрації динамічних характеристик паралельно по всіх каналах, здійснюється аналогово-цифрова обробка результатів, методом порівняння із закладеними в пам'ять комп'ютера допусками і робиться висновок про справність приладу.

Многоканальный цифровой метод диагностики реле заключается в использовании экспериментально полученных данных для вычисления характеристик и параметров испытуемого реле. Во время регистрации динамических характеристик параллельно по всем каналам, производится аналогово-цифровая обработка результатов, методом сравнения с заложенными в память компьютера допусками и делается вывод об исправности прибора.

The multichannel digital method diagnostics of relay consists in the use of experimentally findings, for the calculation of parameters of examinee relay. During registration of dynamic descriptions parallel on all channels, analog-to-digital treatment of results is produced, by the method of comparison with the admittances stopped up in memory of computer and is drawn conclusion about the good condition of device.

Наряду с развитием микропроцессорной техники и технологии в системах железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ) электромагнитные реле продолжают выполнять важнейшие функциональные задачи. Высокие требования, предъявляемые к надежности систем, достигаются путем значительных трудозатрат на профилактику и контроль параметров реле в ремонтно-технологических участках (РТУ) дистанций сигнализации и связи.

Эти проблемы решаются методами и технологиями, разработанными в середине прошлого столетия. Причем выполнение ремонтно-профилактических работ требует высокой квалификации специалистов, выполняющих основной объем технологических операций по измерению и контролю параметров, практически вручную.

Для совершенствования технологии контроля и измерения, особенно механических параметров реле авторами предложен ряд технических решений [1–5].

Использование предложенных устройств и способов успешно решает проблему обеспечения надежности электромагнитных аппаратов на основе компьютерной технологии, включающей автоматическое тестирование основных параметров реле с последующей оценкой реакции объекта и ее сравнением с эталонной. Кроме того, по принятым критериям, например запаса ресурса, может определяться очередной межремонтный период. Это позволяет перейти

к более эффективному обслуживанию объекта по его текущему состоянию, поскольку своевременное обнаружение дефектов экономит средства на устранение последствий отказов.

Целью статьи является разработка многоканального программного комплекса на основе аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) и анализ результатов, полученных предложенным цифровым методом тестовой диагностики реле.

Для решения этой задачи использовалось автоматизированное рабочее место (АРМ-РТУ-Р), регистрирующее динамические характеристики реле одновременно по трем информационно-измерительным каналам: электрическому, акустическому и оптическому без снятия защитного кожуха [6–8].

Сущность предложенного многоканального цифрового метода тестовой диагностики заключается в использовании данных, одновременно полученных с помощью АРМ-РТУ-Р по этим каналам для вычисления требуемых параметров реле. Динамические характеристики работы реле снимаются при помощи аналоговых датчиков АРМа, преобразуются в цифровой код с помощью АЦП и передаются в системный блок компьютера. После этого производится программная обработка результатов и их сравнение с записанными в памяти компьютера допусками. Структурная схема многоканального комплекса представлена на рис. 1. Алгоритм работы комплекса на рис. 2.

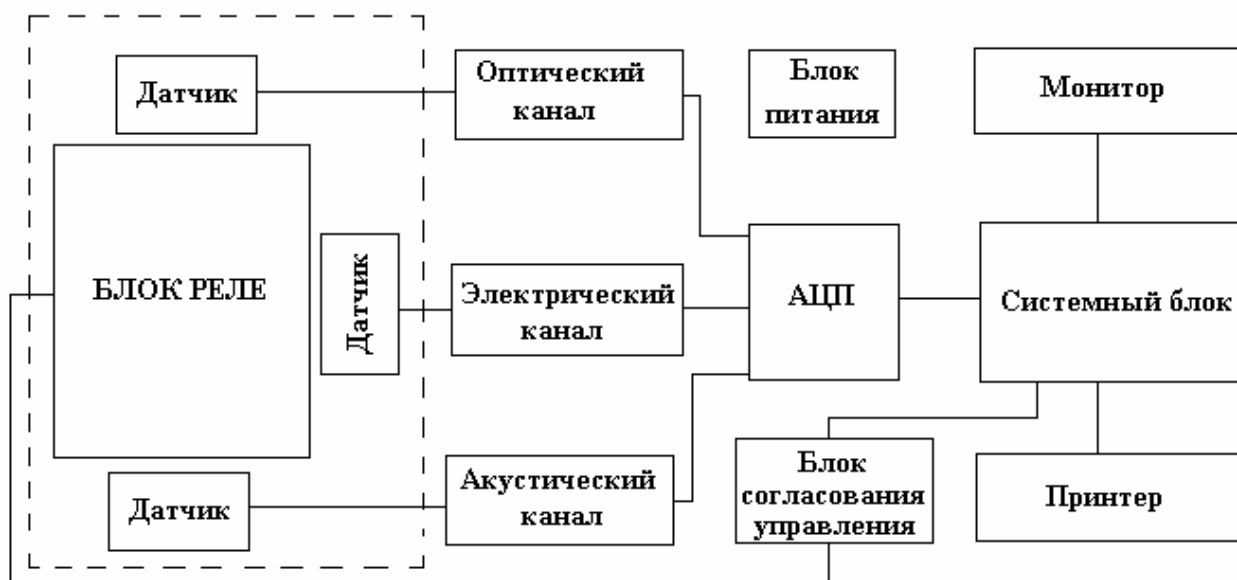


Рис. 1. Структурная схема многоканального программного комплекса на основе АЦП

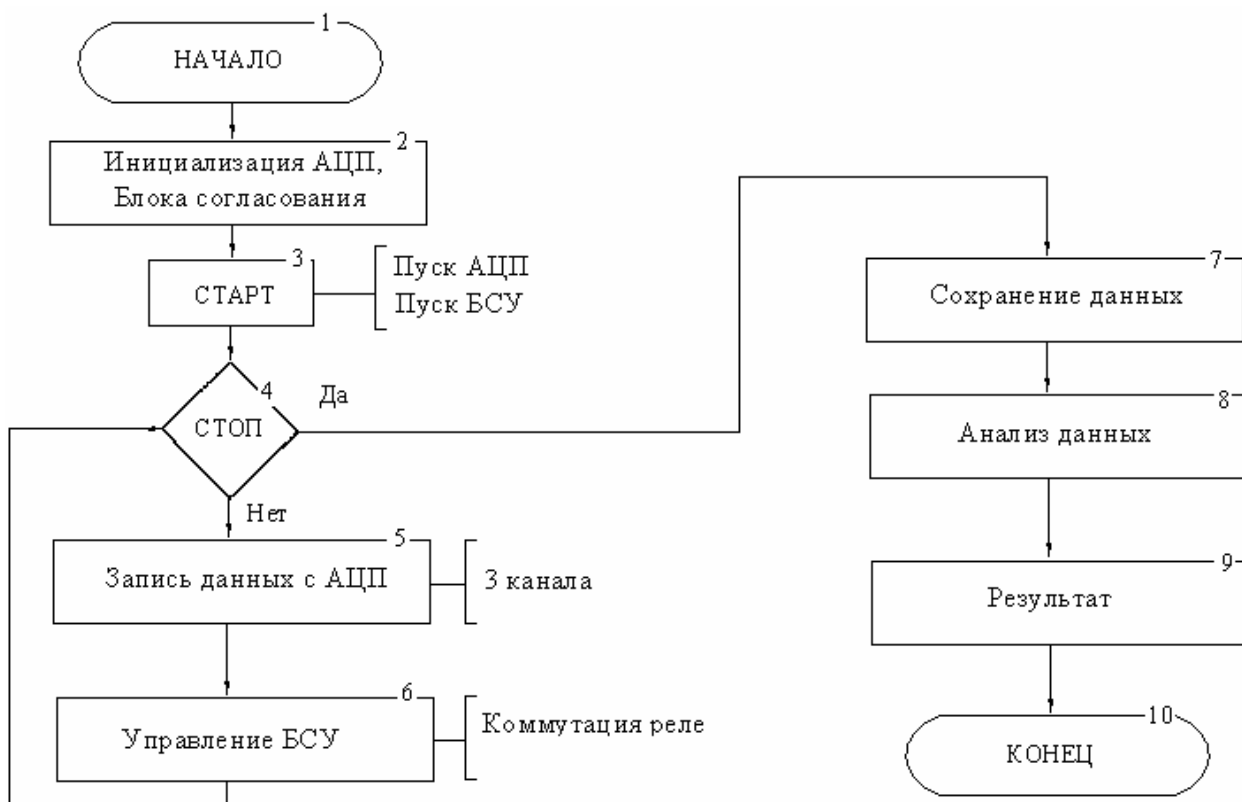


Рис. 2. Общий Алгоритм работы комплекса по сбору и обработке результатов исследования

Работа комплекса по представленной структурной схеме заключается в параллельной регистрации сигналов, полученных с датчиков при работе реле и установленных вместе с блоком реле на платформе в специальной камере (на рисунке показано штриховой линией). Регистрация сигналов производится одновременно по нескольким измерительным каналам с последующим их преобразованием с помощью АЦП и передачей для обработки в системный блок компьютера. Системный блок компьюте-

ра, в соответствии с Алгоритмом (см. рис. 2), через блок согласования управления обеспечивает программное управление работой реле, обработку полученных данных, их сравнение с записанными в памяти компьютера допусками и вывод результатов сравнения на монитор.

По итогам такого анализа делается вывод об исправности прибора, оценка динамики изменения параметров и прогноз его состояния через определенный период времени, а также рассчитывается оптимальный межремонтный пе-

риод и место эксплуатации. При тестировании реле с использованием сертифицированного АЦП (LCARD E - 140) обеспечивается высокая степень достоверности результатов на соответствие техническим параметрам при минимальных затратах средств, времени и минимальных требованиях к квалификации специалистов, выполняющих эту работу.

Данные исследований сохраняются в электронном виде в базе данных и распечатываются для документаций.

Исследованиями установлено, что получение динамических характеристик реле целесообразно проводить как при рабочем токе в обмотке реле, так и при его минимальном значении. Это позволяет достовернее и глубже оценить характер коммутационных процессов в аппарате, что повысит качество ремонта. Про-

ведем анализ полученных АРМом динамических характеристик работы нормальнодействующего реле.

На рис. 3 представлены диаграммы динамических характеристик, полученные с помощью АЦП и соответствующие исправной работе реле НМШ2-900 при минимальном токе срабатывания.

В электрическом канале стенда производится регистрация тока в обмотке реле при включении и отключении реле (рис. 3, а), а также регистрация времени скольжения и оценка состояния качества контактных поверхностей и характера коммутационного процесса по изменению напряжения в цепи контактной группы во время скольжения контактов (рис. 3, б-д).

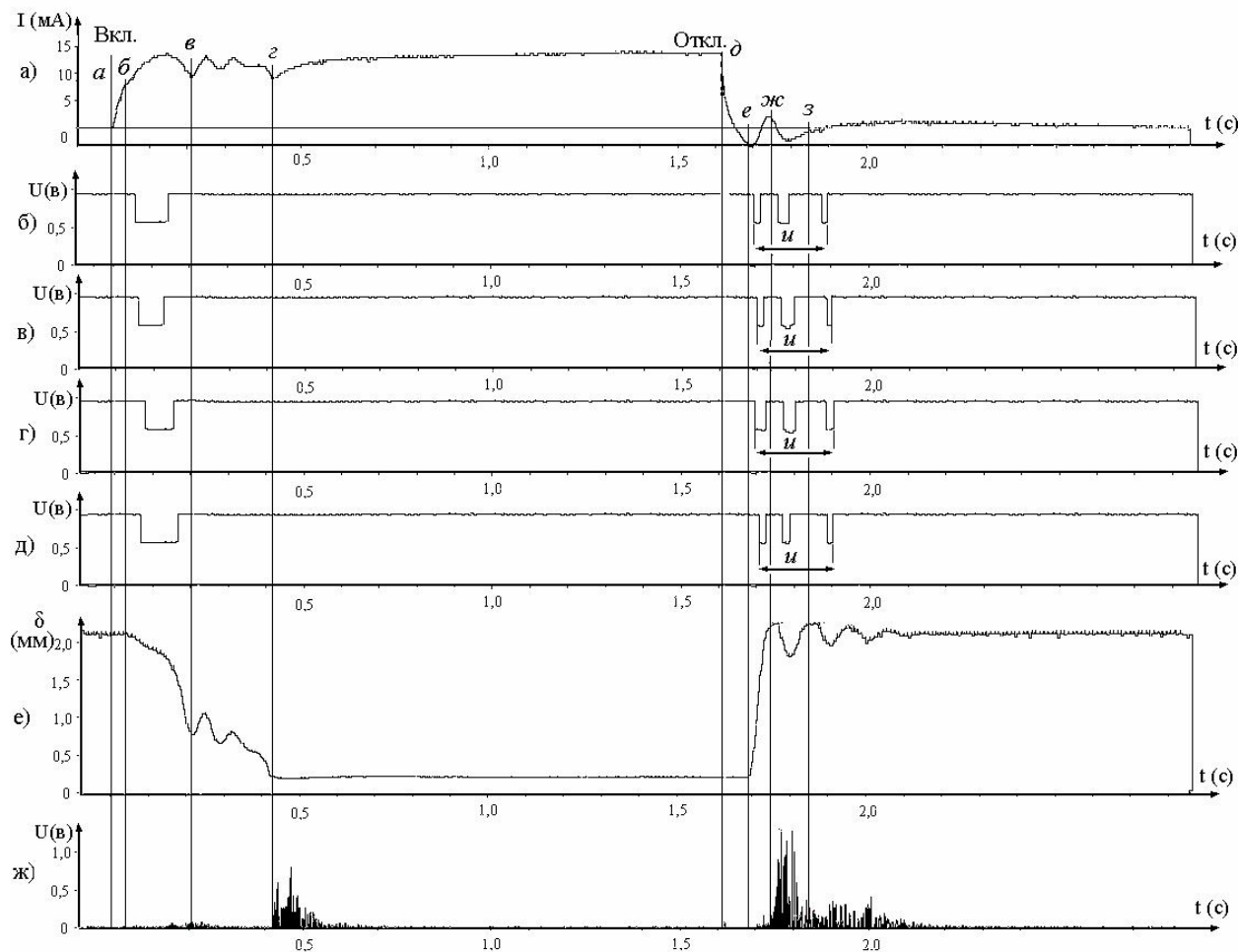


Рис. 3. Динамические характеристики работы реле НМШ2-900:

а – изменение тока в обмотке реле; б – работа контактной группы 21-23; в – работа контактной группы 41-43; г – работа контактной группы 61-63; д – работа контактной группы 81-83; е – изменение величины физического зазора; ж – акустические сигналы

Оптический канал производит регистрацию динамического изменения физического зазора, характеризующее механическое перемещение якоря реле (рис. 3, е).

Акустический канал регистрирует вибрацию, сопровождающую все механические перемещения, происходящие в блоке реле, и имеющую в своем составе широкий спектр и различную амплитуду составляющих акустического сигнала

(рис. 3, ж). Акустические диаграммы работы реле дополняют информацию, полученную в электрическом и оптическом канале.

На диаграммах проведены вертикальные линии, характеризующие основные моменты времени при работе реле:

a – обозначает момент подачи тока в обмотку реле;

б – отмечено начало движения якоря реле;

в – характерная экстремальная точка «провала» на диаграмме тока (рис. 3, а) и диаграмме перемещения якоря реле (рис. 3, е);

г – остановка (рис. 3, е) и удар якоря о полюсный наконечник (рис. 3, ж);

д – отключения питания реле;

е – начало движения якоря реле при его отпадании;

ж – момент появления максимального физического зазора (рис. 3, е), соприкосновение (удар)

якоря с опорой (рис. 3, ж) и характерный «выброс» значения тока (рис. 3, а);

з – период свободного колебания якоря при его отпадании (рис. 3, е) и завершение электромагнитных процессов в обмотке реле;

Кроме того линии *ж* и *з* характеризуют «дребезг» контактов во время отпадания и вибрации якоря реле (промежутки *и*, рис. 3, б–д).

Если сравнить динамические характеристики исправного и неисправного реле, то можно заметить существенные различия в некоторых из них.

На рис. 4 представлены динамические характеристики изменения величины физического зазора реле НМШ2-900: для его исправного состояния (рис. 4, а); при износе антимагнитного штифта (рис. 4, б) и при неправильной регулировке, когда якорь зажат ограничительной скобой (рис. 4, в).

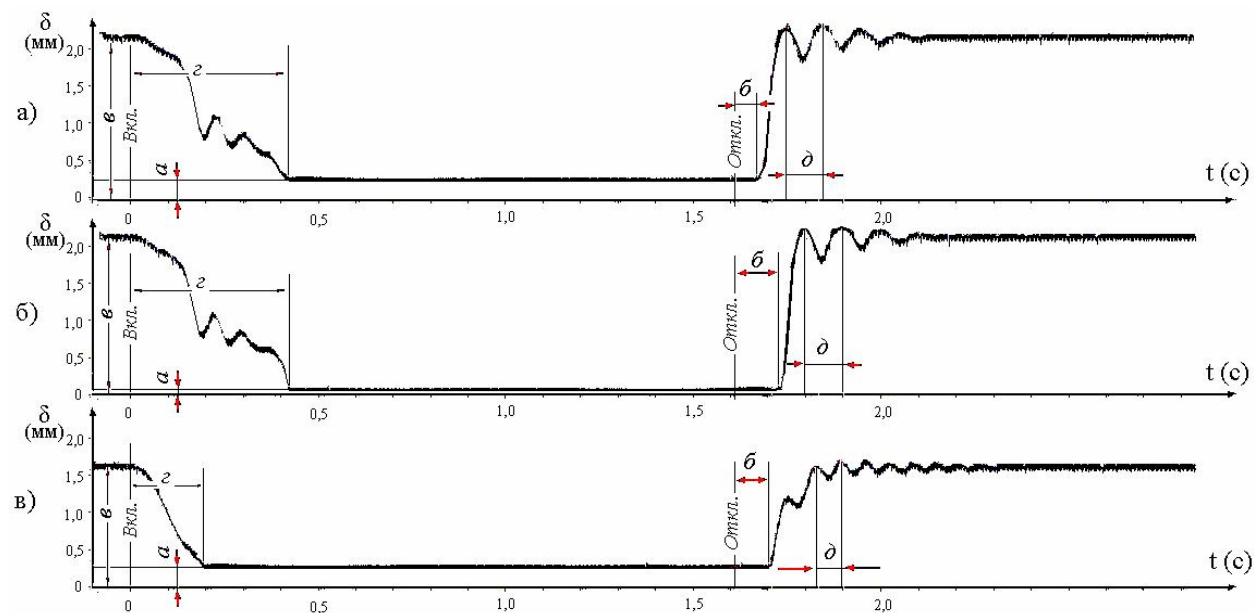


Рис. 4. Динамические характеристики изменения величины физического зазора:

a – для исправного реле НМШ2-900; *б* – при износе антимагнитного штифта; *в* – якорь зажат ограничительной скобой

На второй диаграмме видно, что уменьшился физический зазор реле (промежуток *a*, рис. 4, б) в момент нахождения реле под током. Это обусловлено износом (уменьшением) антимагнитного штифта. Кроме того, было зарегистрировано, насколько увеличилось время трогания при отпадании якоря реле после обесточивания обмотки (промежуток *б*, рис. 4, б), это обусловлено большей удерживающей силой при меньшем физическом зазоре, за счет снижения магнитного сопротивления.

На третьей диаграмме показано уменьшение величины физического зазора в обесточенном состоянии (промежутка *в*, рис. , в). Это обусловлено соприкосновением якоря с ограничи-

тельной скобой. Кроме того, видно уменьшение времени притяжения якоря из-за меньшего физического зазора в обесточенном состоянии реле (промежуток *г*, рис. 4, в) и уменьшения периода свободных колебаний при отпадании якоря реле, обусловленное его меньшим свободным ходом (промежуток *д*, рис. 4, в).

На рис. 5 представлены динамические характеристики изменения величины тока в обмотке для исправного реле (рис. 5, а), при износе антимагнитного штифта (рис. 5, б) и когда якорь зажат ограничительной скобой (рис. 5, в).

Из второй диаграммы (рис. 5, б) следует, что величина тока в точке *a*, имеет меньшее значе-

ние, это объясняется большей противо-э.д.с. в цепи обмотки реле, из-за меньшего размера антимангнитного штифта. На третьей диаграмме (рис. 5, в) видно отсутствие, характерных для первых случаев, колебаний значения тока, это

объясняется меньшей скоростью и отсутствием свободных колебаний якоря реле, из-за наличия дополнительного трения якоря об ограничительную скобу.

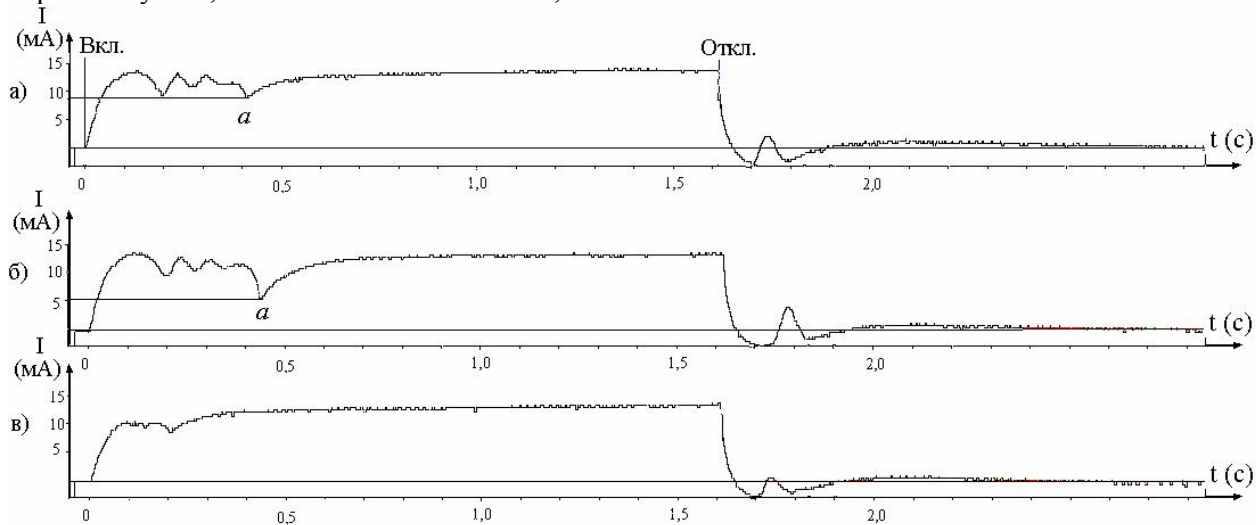


Рис. 5. Динамические характеристики изменения величины тока

Результаты исследований сохраняются в цифровом виде и могут использоваться для аналитического определения механических параметров электромагнитных реле.

Многоканальный цифровой метод диагностики реле предоставляет возможность определять такие механические параметры реле как: высоту антимангнитного штифта, физический зазор (общий ход) якоря, скольжение (совместный ход) общих групп контактов, свободный перелет якоря - не вскрывая защитного кожуха, что дает значительную экономию трудозатрат при проведении регламентных работ. Кроме того, реализуются условия для оптимизации межремонтного периода, тестового контроля каждого прибора и снижается зависимость качества проводимых работ от квалификации специалиста. Данный метод позволяет контролировать явление «дребезга» контактов, что имеет существенное значение в вопросах электромагнитной совместимости аппаратуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Разгонов А. П. Стенд для автоматизированной проверки параметров реле // Автоматика, телемеханика и связь. – 1991. – № 2. – С. 52–55.
2. Разгонов А. П. Выбор допусков // Автоматика, телемеханика и связь. – 1988. – № 6. – С. 43.

3. Андреевских А. В. Оптимизация контроля механических параметров электромагнитных реле // Автоматика, телемеханика и связь. – 2003. – № 1. – С. 51–52.
4. Андреевских А. В. Согласование механической и тяговой характеристик нейтрального реле с произвольным контактным набором // Сб. науч. тр. КИИТ. – К.: КИИТ – 2003. – № 1. – С. 35.
5. Разгонов А. П. Контроль механических параметров электромагнитных реле / А. П. Разгонов, А. В. Андреевских, Б. М. Бондаренко, Д. А. Безрукавий // Донецкий ін-т залізн. трансп. Української держ. акад. залізн. трансп.: Зб. наук. пр. – Вип. 4. – Донецьк: ДонІЗТ. – 2005. – С. 41–47.
6. Патент України на винахід 70568. Пристрій для вимірювання переміщення якоря електромагнітного реле / А. П. Разгонов, О. В. Андреевских, Б. М. Бондаренко; – 2007, Бюл. № 5.
7. Декларативний патент на корисну модель 7850. Пристрій для вимірювання механічних параметрів електромагнітного реле / А. П. Разгонов, О. В. Андреевских, Б. М. Бондаренко, Д. А. Безрукавий; – 2005, Бюл. № 4.
8. Декларативний патент на корисну модель 11888. Спосіб визначення механічних параметрів електромагнітного реле / А. П. Разгонов, О. В. Андреевских, Б. М. Бондаренко, Д. А. Безрукавий. – 2006, Бюл. № 5.

Поступила в редколлегию 25.06.07

РАСЧЕТ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ ЗАСТРОЙКИ

Розроблено тривимірну чисельну модель розрахунку процесу розповсюдження забруднюючих речовин на промплощадці при аварійному викиді. Модель базується на чисельному інтегруванні рівняння конвективно-дифузійного переносу домішки та моделі течії нестислої рідини. Наводяться результати обчислювального експерименту по прогнозу рівня забруднення атмосфери та оцінки токсичного ураження людей.

Разработана трехмерная численная модель расчета процесса распространения загрязняющих веществ на промплощадке при аварийной выбросе. Модель основывается на численном интегрировании уравнения конвективно-диффузионного переноса примеси и на модели невязкой несжимаемой жидкости. Приводятся результаты вычислительного эксперимента по прогнозу уровня загрязнения атмосферы и оценки токсичного поражения людей.

The 3D numerical model to simulate the toxic gas dispersion on industrial sites after accident ejections was developed. The model is based on the K-gradient transport model and equation of potential flow. The results of numerical experiment of atmosphere pollution and toxic hazard are presented.

Введение

В последнее время особый интерес приобретают задачи, связанные с прогнозом токсичного поражения людей на промплощадках в случае аварий, сопровождающихся выбросом в атмосферу токсикантов. Для решения этих задач в настоящее время не предоставляется возможным использование моделей гидродинамики типа $k-\varepsilon$ модель, LES модель и т. д. Это связано с тем, что практическое применение таких моделей требует мелкой расчетной сетки, что приводит к значительным затратам машинного времени при проведении вычислительного эксперимента. В этой связи для прогноза уровня загрязнения воздушной среды в условиях застройки на практике обычно используются эмпирические модели. Их существенным недостатком является то, что модели не позволяют учесть влияние зданий на процесс распространения токсичных веществ. В этой связи особую актуальность приобретают создание математических моделей, позволяющих учесть этот фактор, а с другой стороны требовать небольших затрат времени при практической реализации на персональном компьютере. Целью настоящей работы является создание эффективной математической модели, позволяющей в режиме реального времени выполнить прогноз загрязнения воздушной среды в условиях застройки при аварии.

Математическая модель. Для расчета процесса переноса токсичного газа в условиях застройки будем использовать трехмерное

уравнение миграции примеси (модель градиентного типа) [2–4]

$$\begin{aligned} \frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \frac{\partial (w - w_s)C}{\partial z} = \\ = \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \\ + \frac{\partial}{\partial z} \left(\mu_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) + \sum Q_i(t) \delta(r - r_i), \quad (1) \end{aligned}$$

где C – концентрация загрязняющего вещества; u, v, w – компоненты вектора скорости воздушной среды; w_s – скорость оседания примеси; $\mu = (\mu_x, \mu_y, \mu_z)$ – коэффициент турбулентной диффузии; Q – интенсивность выброса токсичного вещества; $\delta(r - r_i)$ – дельта-функция Дирака; $r_i = (x_i, y_i, z_i)$ – координаты источника выброса.

Для расчета поля скорости воздушного потока на промплощадке делается допущение, что движение воздушной среды – потенциальное, тогда компоненты скорости воздушной среды определяются соотношениями

$$u = \frac{\partial P}{\partial x}, \quad v = \frac{\partial P}{\partial y}, \quad w = \frac{\partial P}{\partial z},$$

где P – потенциал.

Уравнение для определения потенциала имеет вид

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial z^2} = 0. \quad (2)$$

Постановка краевых условий для уравнения (1) рассмотрена в работе [3]. Для уравнения (2) ставятся следующие граничные условия:

– на твердых стенках

$$\frac{\partial P}{\partial n} = 0,$$

где n – единичный вектор внешней нормали;

– на входной границе (границы втекания воздушного потока в помещение)

$$\frac{\partial P}{\partial n} = V_n,$$

где V_n – известное значение скорости;

– на выходной границе

$$P = P(x = \text{const}, y) + \text{const}.$$

(условия Дирихле).

Метод решения. Численное интегрирование уравнения (1) осуществляется с использованием неявной попеременно-треугольной разностной схемы расщепления [3]. Особенностью данной разностной схемы является то, что при решении уравнения (1) расчет разбивается на четыре шага. На каждом шаге расщепления строится неявная разностная схема. Однако, определение неизвестного значения концентрации токсичного вещества определяется по явной формуле бегущего счета.

Для численного интегрирования уравнения (2) используется идея установления решения по времени, т. е. интегрируется уравнение вида

$$\frac{\partial P}{\partial \tau} = \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial z^2},$$

где τ – фиктивное время.

Численное интегрирование данного уравнения проводится с использованием неявной разностной схемы условной аппроксимации. В разработанном пакете программ осуществляется также численное интегрирование уравнения (2) с помощью метода Либмана. Расчет поля потенциала проводится одновременно с использованием указанным методов с целью контроля результатов расчета.

Практическая реализация. Рассмотрим применение разработанной численной модели для решения задачи о миграции облака токсичного газа на промышленной площадке, где расположены два здания (рис. 1).

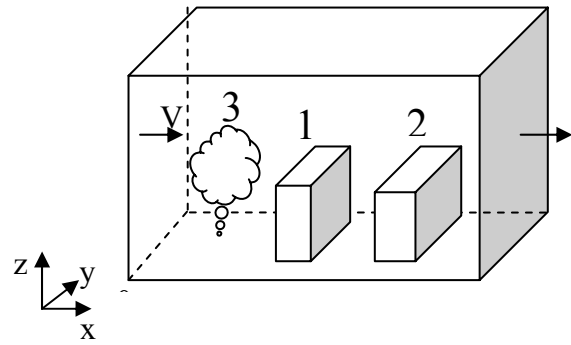


Рис. 1. Схема размещения зданий на промплощадке:

1, 2 – здания; 3 – грибовидное облако токсичного газа

Рассматривается следующая постановка задачи. На промплощадке в результате аварии происходит залповый выброс аммиака. В результате выброса на месте аварии образуется грибовидное облако (рис. 1), имеющее размеры: высота облака – 15 м, ширина «ножки» – 10 м, ширина «шляпки» 30×30 м. Размеры расчетной области $120 \times 120 \times 60$ м; скорость ветра 3,5 м/с; коэффициент турбулентной диффузии $2 \text{ м}^2/\text{с}$. Профиль ветра – равномерный. Средняя концентрация аммиака в облаке составляет $1272 \text{ г}/\text{м}^3$, т. е. в облаке находится около 7 тонн токсичного газа.

При миграции токсичного газа на промплощадке будет происходить загрязнение атмосферы. В данной работе кроме задачи о прогнозе уровня загрязнения атмосферы на промплощадке решается другая важная задача – прогноз экологической безопасности маршрута эвакуации людей. На рис. 2 штриховой линией показан этот маршрут: он начинается из торца первого здания и проходит за второе здание. Длина маршрута – 90 м. Ставится задача: каково будет токсичное поражение людей при их перемещении по этому маршруту, если они покидают первое здание. Для прогноза токсичного поражения осуществляется расчет величины токсодозы

$$TD = \int_0^t C dt,$$

где C – концентрация токсичного газа в точке расположения рецептора (человека) на маршруте эвакуации; t – время.

Сложность решения данной задачи состоит в том, что данная концентрация C изменяется с течением времени в виду миграции облака, а с другой стороны происходит перемещение людей по маршруту эвакуации, т. е. $C = f(x, y, z, t)$.

Перейдем к рассмотрению результатов проведенного вычислительного эксперимента. Рассмотрим сначала вопрос о токсичном поражении

нии людей при их эвакуации. Будем считать, что персонал передвигается по маршруту эвакуации со скоростью 3 м/с. Рассматриваются два сценария: в первом сценарии предполагается, что эвакуация людей по маршруту (от торца первого здания) началась сразу после залпового выброса, т.е. в момент времени $t = 0$.

Динамика изменения величины токсодозы для первого сценария выглядит следующим образом:

$t = 5$ с	$TD = 2,33$ мг·мин/л
$t = 7,5$ с	$TD = 2,33$ мг·мин/л
$t = 10$ с	$TD = 7,88$ мг·мин/л
$t = 15$ с	$TD = 13,02$ мг·мин/л
$t = 17,5$ с	$TD = 15,64$ мг·мин/л
$t = 20$ с	$TD = 17,69$ мг·мин/л
$t = 22,5$ с	$TD = 18,62$ мг·мин/л

Во втором сценарии предполагается, что эвакуация людей из первого здания началась в момент времени $t = 8$ с, т.е. это время понадобилось на то, чтобы люди покинули здание. В этом случае величина токсодозы изменяется следующим образом:

$t = 10$ с	$TD = 1,11$ мг·мин/л
$t = 12,5$ с	$TD = 7,26$ мг·мин/л
$t = 15$ с	$TD = 12,55$ мг·мин/л
$t = 17,5$ с	$TD = 17,06$ мг·мин/л
$t = 20$ с	$TD = 21,10$ мг·мин/л
$t = 22,5$ с	$TD = 25,00$ мг·мин/л

Если учесть, что токсичное поражение людей может наступить при величине токсодозы $TD = 10$ мг·мин/л, то становится очевидным, что на данном маршруте эвакуации уже через 15 с после аварии будет иметь место токсичное поражение эвакуируемых людей.

На последующих рисунках представлена динамика загрязнения воздушной среды на промплощадке после аварии. На рис. 3 отчетливо видно грибовидное облако, образовавшееся на промплощадке возле первого здания. На рис. 4 показано как токсичное облако вплотную подошло к первому зданию и начинает формироваться зона загрязнения за этим зданием. Из рис. 5, 6 хорошо видно, как интенсивно происходит загрязнение воздушной среды возле всех зданий на промплощадке после аварии. Как видно из рис. 7 спустя 80 с после аварии загрязненной останется область за вторым зданием, что создаст угрозу токсичного поражения людей, покидающих это здание.

Таким образом, результаты проведенного вычислительного эксперимента позволяет сделать вывод о том, что аварии аналогичного типа на промплощадках способны вызвать крайне негативные последствия вплоть до смертельного поражения людей.

Хорошо видно, что уровень загрязнения воздушной среды в помещении начинает возрастать через 14 с после аварии.

На рис. 2–5 показана динамика формирования зоны загрязнения на промплощадке для различных моментов времени, соответствующих временному интервалу выделения аммиака. Хорошо видно, что формирующаяся зона загрязнения может быть условно разбита на две части. Первая часть – это шлейф, простирающийся над зданиями. Вторая часть – это подзоны, которые образуются между зданиями и создающие опасность токсичного поражения людей, покидающих здания.

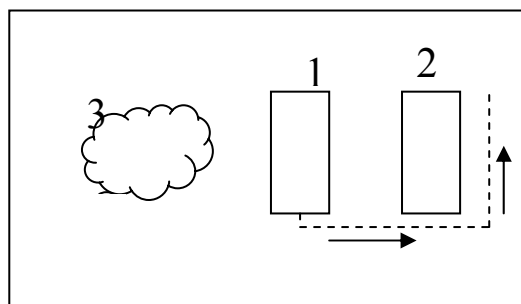


Рис. 2. Схема размещения объектов (план):
1, 2 – здания; 3 – облако токсичного газа;
----- маршрут эвакуации людей

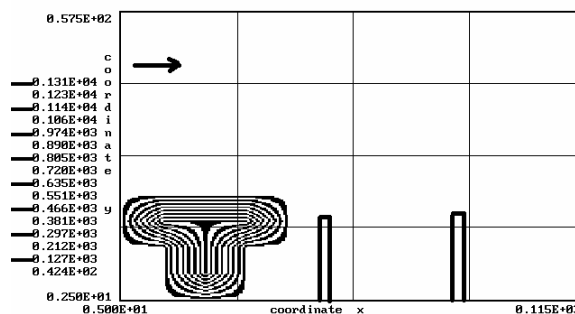


Рис. 3. Зона загрязнения для момента времени $t = 0$ с

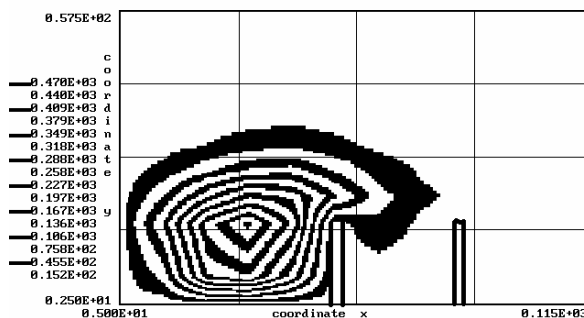


Рис. 4. Зона загрязнения для момента времени $t = 4$ с

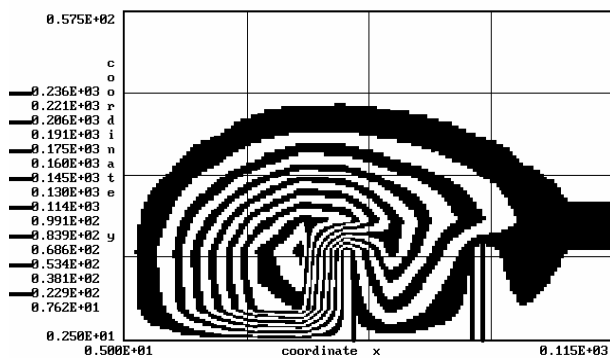


Рис. 5. Зона загрязнения для момента времени $t = 8$ с

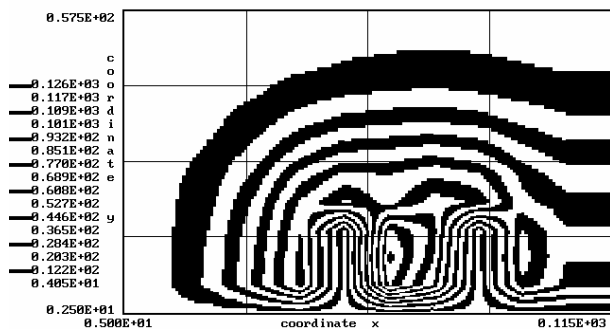


Рис. 6. Зона загрязнения для момента времени $t = 23$ с

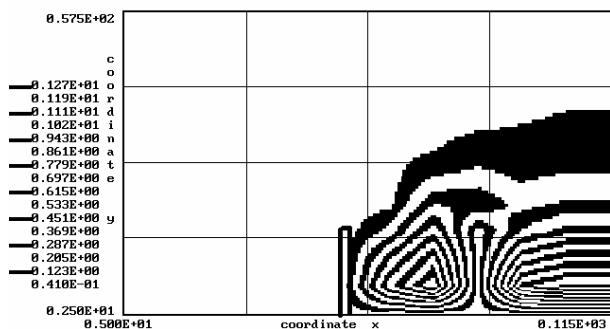


Рис. 7. Зона загрязнения для момента времени $t = 80$ с

Выводы

В работе предложена трехмерная численная модель, на основе которой построен метод рас-

чета динамики миграции токсичных веществ в случае залповых выбросов на промплощадках.

Данная модель обладает рядом важных возможностей, необходимых для проектировщика: возможность учета влияния зданий (их формы, различного расположения) на процесс переноса загрязняющих веществ; возможность моделирования различной формы облака токсичного газа, которое формируется на месте аварии; возможность моделирования залпового выброса токсичного газа в любом месте на промплощадке. Предложенная модель позволила впервые решить важную задачу в области экологической безопасности – прогноз степени безопасности маршрутов эвакуации людей на предприятиях в случае аварий, сопровождающихся выбросом в атмосферу токсичных веществ. Проведенный вычислительный эксперимент показал эффективность модели для практики. Дальнейшее развитие данной модели должно быть направлено на создание численной модели для расчета рассеивания тяжелых газов в условиях застройки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Учеб. пособ. в 5-ти книгах / Под редакцией В. А. Котляревского и А. В. Забегаява. – М.: АСВ, 2001. – 200 с.
2. Згуровский М. З. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде / М. З. Згуровский, В. В. Скопецкий, В. К. Хрущ, Н. Н. Беляев. – К.: Наук. думка. – 1997. – 368 с.
3. Марчук Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. – М.: Наука. – 1982. – 320 с.
4. Самарский А. А. Теория разностных схем / 2-е изд., испр. – М.: Наука. – 1983. – 616 с.
5. Эльтерман В. М. Вентиляция химических производств / 3-е изд., перераб. – М.: Химия. – 1980. – 288 с.

Поступила в редколлегию 07.06.2007.

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ДЛЯ КАБІН ЛОКОМОТИВІВ

Розглянуто існуючі системи кондиціювання повітря на мобільних машинах, виконано аналіз їх сильних і слабких сторін. Запропоновано поліпшену систему кондиціювання повітря для кабіни локомотива на базі регенеративного непрямо-випарного охолоджувача.

Рассмотрены существующие системы кондиционирования воздуха на мобильных машинах, выполнен анализ их сильных и слабых сторон. Предложена улучшенная система кондиционирования воздуха для кабины локомотива на базе регенеративного косвенно-испарительного охладителя.

The existing systems of an air conditioning by mobile machines are considered, the analysis of the strengths and weaknesses is performed. The improved conditioning system for a locomotive cabin is proposed on the basis of regenerative indirect evaporation cooling.

У літній період робота машиністів локомотивів протікає в тяжких умовах, викликаних підвищеною температурою зовнішнього повітря і значними внутрішніми тепловиділеннями. Температура усередині кабіни значно вище встановленої санітарними нормами, в окремих випадках вона досягає 45...50 °С, що знижує працездатність машиніста та точність виконання робочих операцій [1].

У світовій практиці намітилася тенденція до широкого впровадження кліматичних установок у кабінах локомотивів. В Україні ж на даний час системами кондиціювання повітря оснащено лише невелика кількість локомотивів [2].

Одним з небагатьох, спеціально розроблених для кабіни локомотивів у кінці 20 століття в СРСР, був транспортний кондиціонер КТТ-4,5 компресійного типу, призначений для роботи влітку і, який мав номінальну холодопродуктивність 5 кВт. Компресор, конденсатор і випарник змонтовані на одній твердій плиті та з'єднані між собою мідними трубками. Кондиціонер установлюється над кабіною в спеціально передбаченому в даху вирізі кришки люка. У верхній, виступаючій над локомотивом частині розташовані компресор і повітрязабірник, а в нижній – випарник і забірник рециркуляційного повітря з фільтром. У повітроохолоджувач повітря надходить як з кабіни локомотива, так і зовні. Охолоджене повітря по повітророзподільних каналах подається на стелю, переднє вікно кабіни та до робочих місць машиніста і помічника машиніста. Рециркуляційне повітря забирається з кабіни у верхній частині, проходить через фільтри і змішується з потоком зовнішнього повітря.

Використання подібних класичних установок кондиціювання повітря з парокompресійною холодильною машиною для створення належних умов праці локомотивної бригади пов'язане з досить істотними недоліками таких систем: екологічною небезпекою використання фреонів, що пов'язана з руйнуванням ними озонного шару Землі; у результаті підвищеної вібрації виникають труднощі забезпечення герметичності з'єднань; необхідність наявності висококваліфікованих фахівців і стаціонарних спеціально обладнаних майстерень для здійснення обслуговування і ремонту холодильної машини. Крім того зазначений вище кондиціонер працює на змінному струмі, що змушує обладнувати локомотив додатковим джерелом змінного струму потужністю 5 кВт. Ці недоліки значно стримують темпи впровадження таких систем кондиціювання для даного класу споживачів.

Починаючи із шістдесятих років минулого сторіччя активно ведуться роботи з пошуку альтернативної системи кондиціювання повітря для кабіни локомотивів. Серед таких розробок можна відзначити використання для охолодження повітря вихрового ефекту, що здійснюється у вихровій трубці, запропонованої французьким інженером Ранком [3].

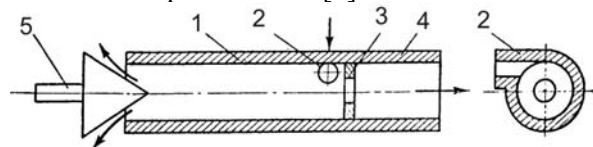


Рис. 1. Вихрова труба

Вихрова труба (рис. 1) являє собою відрізок циліндричної труби, розділену діафрагмою 3

на дві частини. Повітря, яке стиснуте у компресорі та має температуру навколишнього середовища, надходить у сопло 2. На виході із сопла повітря розширюється, входить у порожнину труби з великою швидкістю розділяючись на два потоки з різними температурами. Кутова швидкість обертання потоку на периферії труби невелика та дуже велика поблизу осі труби. По мірі руху повітря кутові швидкості потоку внаслідок сил тертя між газовими шарами змінюються. У внутрішніх центральних шарах швидкість зменшується, а в зовнішніх зростає; при цьому кінетична енергія внутрішніх шарів передається зовнішнім і внутрішнім шарам. Значна частина кінетичної енергії зовнішніх шарів витрачається на тертя, що приводить до їхнього нагрівання.

У вихровій трубі можна одержати холодне повітря з температурою $-10\dots-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ і гаряче повітря з температурою $100\dots130\text{ }^{\circ}\text{C}$ при помірних тисках повітря $\sim 0,5\text{ МПа}$ та температурі навколишнього середовища близької до $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Незважаючи на всі позитивні моменти, холодильний процес у вихровій трубі пов'язаний зі значними витратами електроенергії. І в результаті необоротності термодинамічних процесів, що відбуваються в трубі цей метод охолодження повітря поки що не знайшов широкого застосування на транспорті, окрім авіації.

В останні роки робляться спроби впровадження на транспорті термоелектричних систем кондиціонування повітря, працюючих на основі ефекту Пельтьє. Охолоджується повітря за допомогою термоелементів (термопар), складених з двох послідовно з'єднаних мідними пластинами напівпровідників. В термоелектричних кондиціонерах, на відміну від компресійних, немає гідравлічних та механічних систем (окрім вентиляторів), тому такі кондиціонери практично не зношуються. Надійність термоелектричного пристрою дуже велика. Термоелектричні батареї не бояться трясіння, вібрації та не потребують спеціальних умов зберігання. Термоелектричні кондиціонери легко керуються зміною напруги живлення. У них може бути просто здійснено переведення з режиму охолодження в режим опалення зміною полярності постійного струму, яким живляться термоелементи.

В той же час термоелектричним кондиціонерам притаманні серйозні недоліки. При температурі зовнішнього повітря вище $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ та повітряному охолодженні спайв термоелектричні кондиціонери працюють не ефективно. Крім того їх маса не нижче маси фреонових кондиці-

онерів тієї ж продуктивності, а витрата енергії значно вища. Висока вартість напівпровідникових термоелементів, а також відсутність потужних джерел постійного струму стримують використання термоелектричних кондиціонерів. В даний час термоелектричні кондиціонери випускають в обмеженій кількості для літаків сільськогосподарської авіації.

Іншим цікавим напрямком є розвиток систем кондиціонування випарного типу.

Одні з перших спроб впровадження такого типу охолоджувачів повітря була зроблена А. В. Захаровим [3]. Запропонований ним прилад, так званий кліматизер, за принципом дії відноситься до пристроїв прямого випарного охолодження і являє собою циліндр, нижня частина якого охоплена коробом прямокутного перетину (рис. 2). За допомогою хомутів 12 у корпусі електродвигун 3 закріплено вертикально. На вісь електродвигуна зверху насаджений вентилятор 4 з повітророзпилювачем 5. Інший кінець осі електродвигуна приводить в обертання вал водяного насоса 1. З бака (ємністю близько 67 літрів), встановленого на даху локомотива, вода надходить самопливом у піддон кліматизера. Рівень води в піддоні регулюється поплавковим клапаном. Для зменшення коливання води при русі локомотива на її поверхні плаває дерев'яне коло 15.

Зовнішнє повітря, проходячи через змочений фільтр, зволожується, очищається від пилу та охолоджується за рахунок відбирання від води явної теплоти, що іде на випар води. Другий етап – охолодження та зволоження повітря в зоні розпилення води і третій – зволоження повітря за рахунок крапельок води, винесених повітрям із кліматизера в кабінку.

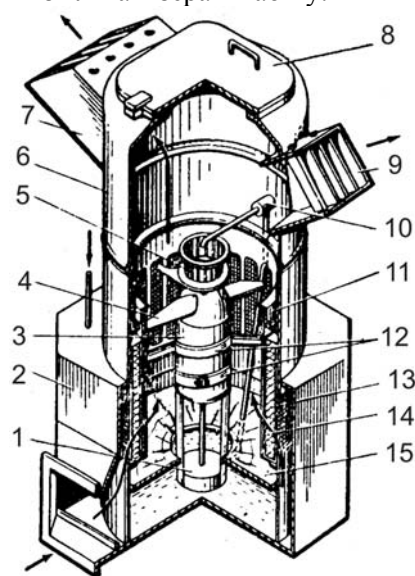


Рис. 2. Схема кліматизера

У ході проведення випробувань у кліматизера були виявлені наступні досить серйозні недоліки: нерівномірне надходження зовнішнього повітря пов'язане зі швидкістю руху локомотива; вологість повітря, що подається в кабіну машиніста, практично нерегульована та може досягати досить значних величин; конструкція кліматизера виявилася досить громіздкою, що приводить до ускладнення дій локомотивної бригади.

На використанні ефекту випарного охолодження засновані установки непрямо-випарного охолодження, при якому повітря охолоджується при постійному вологовмісті [4]. Однак вони принципово відрізняються від кондиціонерів прямого випарного охолодження. У них є два потоки повітря, між якими відбувається теплообмін. В одному з потоків (допоміжному) випарується вода – повітря при цьому зволожується, температура його падає. Це повітря викидається назовні. Паралельний йому основний потік повітря охолоджується в результаті теплообміну, але вологовміст його при цьому не збільшується. Цей потік повітря подається в кабіну.

Цьому типу кондиціонерів також властиві недоліки, пов'язані із граничним вологовмістом, при якому непрямо-випарне охолодження може забезпечити припустиму вологість повітря в кабіні локомотива. Роботи з розвитку таких кондиціонерів ведуться постійно, а часто і робляться спроби об'єднати його з іншим типом систем кондиціонування повітря в одному пристрої. Так, наприклад, непрямо-випарна рекуперативна установка [5], що складається з охолоджувача непрямо-випарного типу та парокompресійної машини. Така система кондиціонування здатна працювати у двох режимах: влітку – в режим охолодження з використанням окремо непрямо-випарного охолоджувача або разом з парокompресійною машиною; узимку - використовується тільки перший ступінь кондиціонера і він працює в режимі рекуператора теплової енергії. Незважаючи на практично необмежений діапазон використання такого кондиціонера, застосування парокompресійної машини приводить до ускладнення конструкції і проблемам при обслуговуванні й експлуатації.

Більший ефект, у порівнянні з непрямим і прямим охолодженням, може бути отриманий у кондиціонерах з регенеративним охолодженням [6]. Принцип його заснований на можливому одержанні при звичайному непрямому випарі температури повітря, рівній температурі точки роси. При непрямому випарі це досяга-

ється шляхом послідовного охолодження повітрям води, потім охолодженою водою - повітрям, а потім ще більш холодним повітрям знову води і т.д. Однак, якщо при непрямому випарі це здійснено в ряді послідовних установок, то при регенеративному непрямому випарі використовується одна установка [1].

Між тим, не зважаючи на цілий ряд переваг випарного охолодження, які, насамперед стосуються малої енергоємності і екологічної безпеки, воно має і суттєві недоліки. Ці недоліки пов'язані з необхідністю витрати води, а також залежністю ефективності охолодження від вологості атмосферного повітря.

Авторами даної статті зроблена заявка на корисну модель, яка полягає в тому що пристрій кондиціонування повітря включає в себе корпус, та розміщений у ньому блок охолоджувача повітря непрямого регенеративно-випарного типу, який, в свою чергу, складається з вентилятора і змонтованих на каркасі з піддоном паралельних пластин, які утворюють «сухі» та «мокрі» канали, що чергуються між собою, а також спрямовуючі заслінки і жалюзі. Новим є те, що він обладнаний блоком конденсації вологи з повітря, який виконано з напівпровідникових термоохолоджувальних елементів, на холодних спаях яких встановлено реберні радіатори - конденсатори вологи з охолодженого повітря, а на гарячих спаях розміщено водяний теплообмінник, який поєднується з додатковим охолоджуючим водо - повітряним теплообмінником; колектором з перфорованими трубками і мікронасосами, які встановлені у системі подачі води поверх «мокрих» каналів; електрофільтром, розташованим у трубці, що подає повітря у «сухі» канали.

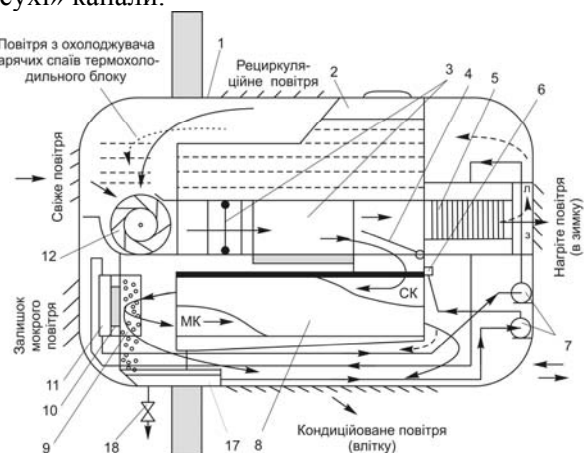


Рис. 3. Схема пристрою кондиціонування повітря

Конструкція кондиціонера (рис. 3) має корпус 1, бак для запасу води 2, електрофільтр 3, заслінку 4, теплообмінник 5, колектор з перфо-

рованими трубками 6, мікронасоси для перекачування води 7, охолоджуючий випарний блок 8, реберні радіатори, на яких відбувається конденсація вологи з повітря 9, термоохолодильні елементи 10, теплообмінник для охолодження гарячих спаїв термоохолодильних елементів 11, вентилятор 12, пористе покриття «мокрих» каналів 13, «сухі» канали 14, «мокрі» канали 15, піддон випарного блоку охолоджувача повітря 16.

Пристрій кондиціонування повітря діє наступним чином. Вентилятор 12 продуває повітря, що забирається частково з вулиці, а частково з приміщення для якого повітря конденціюється (так зване рециркуляційне повітря), через електрофільтр 3 у «сухі» канали 14 охолоджуючого випарного блоку 8.

При виході з «сухих» каналів охолоджене в них повітря потрапляє на реберні радіатори 9 термоохолодильного блоку, де відбувається конденсація частини вологи, що міститься в цьому повітрі. Підсушене повітря частково через відповідні жалюзі спрямовується у приміщення, для якого виконується його кондиціонування, а друга його частина іде в «мокрі» канали 15, де за його допомогою відбувається випарювання вологи з пористого покриття стінок цих каналів, за рахунок чого охолоджуються стінки суміжних з «мокрими» «сухих» каналів. Частина відпрацьованого повітря з «мокрих» каналів може підмішуватись у повітря, що рухається з «сухих» каналів у приміщення, для його зволоження до заданого рівня вологості, а інша викидається на вулицю через відповідні жалюзі.

Гарячі спаї термоохолодильних елементів 10 охолоджуються за допомогою водяного теплообмінника 11. Вода з теплообмінника за допомогою мікронасосу подається у теплообмінник 5, де охолоджується повітрям, яке подається вентилятором 12. Подача повітря регулюється заслінкою 4, а відпрацьоване повітря може викидатись влітку – через відповідні жалюзі на вулицю, а взимку підігріте повітря подається у приміщення. При цьому жалюзі для охолодженого повітря закриті, а охолоджене на реберних радіаторах термоохолодильного блоку повітря викидається на вулицю; вода у «мокрі» канали не подається. Влітку сконденсована на реберних радіаторах вода збирається у ємності для збору конденсату 17, звідки мікронасосом подається у колектор з перфорованими трубками для змочування пористого покриття «мокрих» каналів. Надлишок води збігає у піддон 16, звідки самопливом потрапляє у ту ж ємність. Взимку конденсат скидається на вулицю через патрубків з вентилем 18. При роботі кондиціо-

нера у автономному режимі створюється запас води, для чого служить бак 2.

Пропонований пристрій кондиціонування повітря у порівнянні з існуючими поєднує у собі корисні властивості прототипів та аналогів, а саме, простоту конструкції і економічність кондиціонерів випарного типу з можливістю реалізації роботи в режимі теплового насосу при мінімальній потребі у поповненні водою і незалежності ефективної роботи від кліматичних і погодних умов експлуатації; розширення можливості регулювання параметрів кондиціонованого повітря як по температурі, так і по вологості, а також по іонному складу і бактерицидним властивостям.

Розрахунки показали ефективність використання цього типу пристроїв кондиціонування повітря. Так, у порівнянні з фреоновим, кондиціонер вище зазначеного типу має вагу у чотири рази менше, а вартість у декілька разів нижче.

Ці переваги систем кондиціонування повітря з блоком охолоджувача регенеративного непрямо-випарного типу являються достатнім техніко-економічним обґрунтуванням для подальшого вдосконалення та впровадження в експлуатацію цього типу кондиціонерів.

ББЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Майсоценко В. С. Кондиционеры регенеративного косвенно испарительного типа / В. С. Майсоценко, А. Б. Цимерман, М. Г. Зексер // Санитарная техника, 1978, № 9. – С. 14-15.
2. Маханько М. Г. Кондиционирование воздуха в пассажирских вагонах и локомотивах / М. Г. Маханько, Ю. П. Сидоров, А. Хенач, М. Шмидт. - М.: Транспорт, 1981. - 254 с.
3. Михайлов М. В. Микроклимат в кабинах мобильных машин / М. В. Михайлов, С. В. Гусева. - М.: Машиностроение, 1977. - 230 с.
4. Бушуйкин Ю. М. Кондиционирование воздуха в кабинах локомотивов // Тр. ЦНИИ МПС, 1970, вып. 411, 82 с.
5. Яковенко И. А. Новое в кондиционировании воздуха: косвенно-испарительная рекуперативная установка (КИРУС) / И. А. Яковенко, Е. А. Соловцов, А. Б. Цимерман // Журнал «Отопление. Водоснабжение. Вентиляция. Кондиционеры» № 3, 2005.
6. Цимерман А. Б. Термодинамические основы косвенно-испарительного охлаждения воздуха / Журнал «Отопление. Водоснабжение. Вентиляция. Кондиционеры.» № 3, 2006.

Надійшла до редколегії 25.07.2007.

УДК 621.51

Л. В. ДУБИНЕЦЬ, Д. В. УСТИМЕНКО, Є. О. ЖЕРНАКОВ (ДПТ),
Р. В. КРАСНОВ (Дніпропетровське локомотивне депо ТЧ-8)

ВПЛИВ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА НАДІЙНІСТЬ ДВИГУНІВ КОМПРЕСОРІВ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

На основі статистичних даних досліджено вплив умов експлуатації на надійність двигунів компресорів електропоїздів постійного струму. Основною причиною високої пошкоджуваності двигунів є значний перегрів обмоток якоря та головних полюсів в наслідок тривалих перевантажень по струмові. Одним з шляхів вирішення цієї проблеми є вдосконалення апаратури захисту.

На основании статистических данных проведено, исследование влияния условий эксплуатации на надежность двигателей компрессоров. Основной причиной выхода из строя двигателей является значительный перегрев обмоток якоря и главных полюсов вследствие длительных перегрузок током. Одним из путей решения этой проблемы есть усовершенствование аппаратуры защиты.

On the basis of the statistical data it is lead, research of influence of conditions of operation on reliability of engines of compressors. A principal cause of failure of engines is significant overheating windings of an anchor and the main poles owing to long overloads a current. One of ways of the decision of this problem is improvement of the equipment of protection.

Статистика виходів з ладу в депо Дніпропетровськ двигунів ДК 406, 409 (електропоїздів EP1, EP2) показує, що кількість виходу з ладу вказаних типів двигунів по роках складає:

2000 р – 54; 2001 р. – 34; 2002 р. – 42; 2003 р. – 56; 2004 р. – 31; 2005 р. – 32; 2006 р. – 25.

Причини виходу з ладу вказаних типів двигунів наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Статистика виходу з ладу двигунів ДК 406, 409

Вид несправності	Кількість пошкоджень, по рокам						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Прогар обмотки якоря	31	15	23	25	14	17	15
Знос сальника	4	5	4	4	3	2	1
Брак моторно-якірного підшипника	5	1	–	5	–	–	–
Пробій обмотки збудження	9	6	4	8	5	3	–
Обрив вала	5	2	5	4	4	3	6
Зношення вала	–	2	–	2	–	2	–
Прогар обмоток головного полюса	2	1	6	6	5	3	1
Зношення колектора	–	1	–	1	–	1	–
Вихід з ладу моторно-якірного підшипника	–	1	–	1	–	1	2

У вищевказані роки загальна кількість двигунів ДК 406, 409 в експлуатації була одна й таж, що приблизно складає $\Delta = 45$ машин. Тобто вважаємо, що кількість двигунів, за якими велося спостереження, дорівнює $\Delta = 45$.

Для оцінки надійності окремих вузлів двигунів використаємо поняття пошкоджуваності,

як відношення кількості машин, що вийшли з ладу по тим чи іншим причинам (табл. 1) до загальної кількості машин, за якими велося спостереження. Результати наведені у табл. 2.

Пошкоджуваність основних вузлів двигунів ДК 406, 409

Вид несправності	Пошкоджуваність, по рокам						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Прогар обмотки якоря	0,69	0,33	0,51	0,56	0,31	0,38	0,33
Знос сальника	0,09	0,11	0,09	0,09	0,07	0,04	0,02
Брак моторно-якірного підшипника	0,11	0,02	0	0,11	0	0	0
Пробій обмотки збудження	0,2	0,13	0,09	0,18	0,11	0,07	0
Обрив вала	0,11	0,04	0,11	0,09	0,09	0,07	0,13
Зношення вала	0	0,04	0	0,04	0	0,04	0
Прогар обмоток головного полюса	0,04	0,02	0,13	0,13	0,11	0,13	0,02
Зношення колектора	0	0,02	0	0,02	0	0,02	0
Вихід з ладу моторно-якірного підшипника	0	0,02	0	0,02	0	0,02	0,04

Середня пошкоджуваність вузлів за 2000–2006 роки складає:

- прогар обмотки якоря – 0,44;
- знос сальника – 0,061;
- брак моторно-якірного підшипника – 0,034;
- пробій обмотки збудження – 0,11;
- обрив вала – 0,091;
- зношення вала – 0,017;
- прогар обмоток головного полюса – 0,083;
- зношення колектора – 0,0086;
- вихід з ладу моторно-якірного підшипника – 0,014.

Таким чином, електричні пошкоджуваності (прогар обмотки якоря та обмотки головного полюса, пробій обмотки збудження) складають основну масу пошкоджень. Очевидно, що потрібно звернути особливу увагу на експлуатаційні причини, які впливають на стан ізоляції. Серед багатьох цих причин звернемо увагу на реальний стан захисту двигунів при їх перевантаженнях. Спостереження показали, що пуск двигунів компресорів (особливо в зимових умовах) триває до декількох десятків секунд. Якщо при цьому не забезпечити потрібний тепловий захист, то відбувається інтенсивний перегрів ізоляції, її старіння та вихід з ладу із часом після здійснення певної кількості „важких” пусків. На електропоїздах ЕР1, ЕР2 для захисту силового кола двигуна компресора, коли по ньому проходить струм більший робочого значення, але менший струму уставки реле пере-

вантаження, передбачено теплове реле ТРВ-8,5. Це реле дає команду на розмикання кола живлення двигуна компресора при струмі 12–15 А. При струмі 12 А теплове реле спрацьовує через 60 секунд, а при струмі 30 А – через 2,5 секунди. При струмі 35 А спрацьовує реле перевантаження Р-103. Номінальний струм двигуна компресора 4,65 А.

На рис. 1 наведені дослідні характеристики $t = f(I)$ двох екземплярів теплових реле ТРВ-8,5, які знаходились в експлуатації, де I – струм через біметалічну пластину реле; t – час спрацювання реле.

Із характеристики 1 (рис. 1) видно, що при струмі 10 А реле №1 спрацьовує через 1050 секунд. Ймовірно, що струм у 10 А, який більше, ніж у два рази перевищує номінальний струм двигуна, за такий тривалий час (1050 с) викличе перегрів ізоляції. Звернемо увагу, що реле №2 (характеристика 2 рис. 1) при струмі 10 А спрацювало через 80 секунд, що в достатній мірі відповідає діючим вимогам.

В результаті огляду технічного стану систем захисту двигунів компресорів на електропоїздах ЕР1, ЕР2 було виявлено, що біля 60 % парка рухомого складу експлуатується з тепловими реле, які мають різного роду несправності, а інколи ці реле взагалі відсутні. Це призводить до експлуатації двигунів компресорів з недопустимими перевантаженнями по струму, що в свою чергу призводить до прискореного старіння ізоляції машини і передчасного виходу їх з ладу.

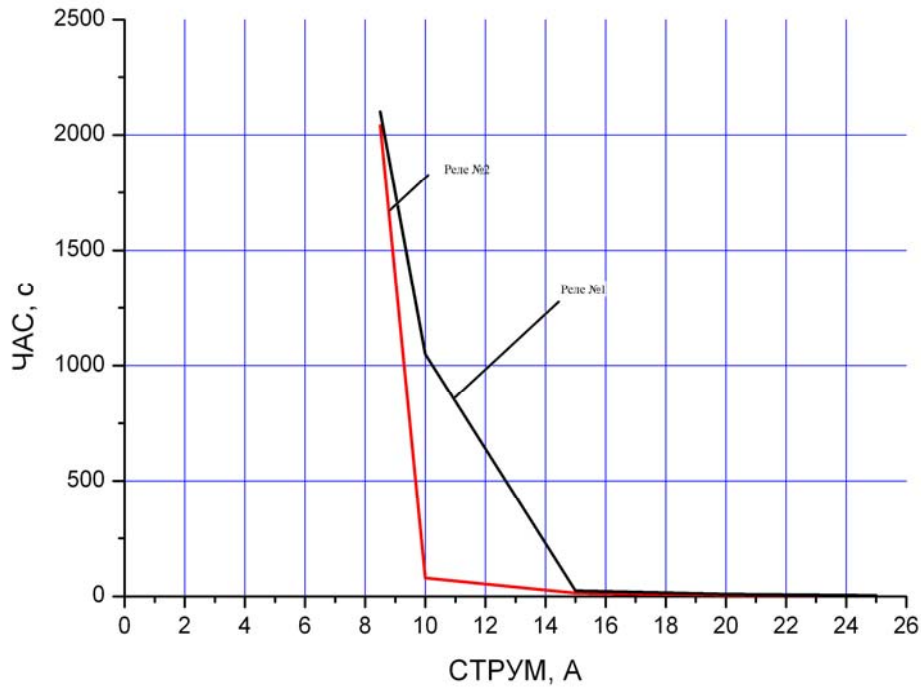


Рис. 1. Дослідні залежності $t = f(I)$ теплових реле ТРВ-8,5

Розглянутий вище матеріал дає можливість зробити висновок про необхідність суттєвого підвищення захисту кіл двигунів компресорів як під час пуску, так і після запуску. Доцільно у теперішній час використати сучасні датчики струму і мікроконтролери, що дає змогу забезпечити високу надійність пристроїв захисту, а також їх точність спрацювання як по значенню струму, так і по часу. Можливо об'єднати функції діючих реле ТРВ-8,5 та реле перевантаження Р-103 в одному мікроконтролерному пристрої.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Левин Б. Р. «Надежность. Теория и практика» – М.: Мир, 1965. – 524 с.
2. Электropоезда постоянного тока П. В. Цукало, Н. Г. Ерошкин, А. И. Ковалев, А. А. Вашурин – М.: Транспорт, 1979. – 415 с.

Поступила в редколлегию 25.06.2007.

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ З ДВИГУНАМИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

В статті розглядаються умови, при яких перехідні процеси в електромеханічних системах з двигунами постійного струму найточніше відображають властивості двигунів з точки зору зміни електромагнітної та механічної енергії. Надані рекомендації щодо використання розглянутих методів при побудові математичних моделей.

В статье рассматриваются условия, при которых переходные процессы в электромеханических системах с двигателями постоянного тока наиболее точно отражают свойства двигателей с точки зрения изменений электромагнитной и механической энергий. Даны рекомендации использования рассмотренной методики при построении математических моделей.

The article examined the terms at which transients in electromechanics are examined systems with the engines of direct current most exactly reflect properties of engines from point of changes of electromagnetic and mechanical energies. Of recommendation of the use of the considered method at the construction of mathematical models is given.

Побудова математичної моделі з електричним приводом постійного струму для транспортних засобів.

зв'язана з особливостями перехідних процесів, які в свою чергу пов'язані з накопичуванням або розсіюванням електромагнітної енергії в колах машин, а також механічної енергії обертаючих мас при переході від одного постійного стану до другого. Відомо (1), що енергія магнітного поля визначається конструкцією елементів магнітного кола та індуктивністю обмоток. Механічна енергія визначається маховим моментом..

Характер перехідних процесів залежить від деяких факторів, основними з яких являються: нелінійність характеристик намагнічування головних і допоміжних полюсів, взаємоіндукція кола якоря і збудження, реакція якоря, вихреві струми в частинах магнітопроводів, зміни перехідного падіння напруги у щіточному контакті, зміна частоти обертання якоря.

Для поліпшення рішення задач, пов'язаних з дослідженням перехідних процесів, необхідно ввести допущення. Розглянемо врахування вихрових струмів. Як показано (2), для тягових двигунів вихревий струм пропорційний швидкості зміни магнітного потоку двигуна. Наявність вихрових струмів призводить до появи магнітного кола з рівняннями

$$\oint_l H_2 dl = I_2 ;$$

$$\text{rot} H_2 = J_2 ,$$

де H_2 , I_2 , J_2 – напруженість, вихревий струм та його густина відповідно. В свою чергу магнітний потік Φ_2 і електрорушійна сила E_2 поля вихрових струмів змінюються за часом і в свою чергу наводять свої вихреві струми. Під впливом полів вихрових струмів процеси зміни основного магнітного поля двигунів сповільнюються.

Складність процесів і умов, при яких збуджуються вихреві струми, не дозволяє достатньо точно визначити їх вплив на перехідні процеси в електричних колах двигунів. Тому вплив вихрових струмів при розрахунках враховують приблизно або зовсім не враховують. Зараз є декілька способів, які дозволяють приблизно враховувати вплив вихрових струмів на перехідні процеси. Ці способи перевірені практично (1).

Якщо розрахунки орієнтовано приблизно, то можливе збільшення сталої часу кола збудження. Для цього в розрахунок часу збудження вводять коефіцієнт демпфування, який збільшує час його збудження. В другому випадку розрахунки проводять на підставі еквівалентного коротко замкнутого контура. При цьому магнітопровід замінюють розділеним на декілька частин з деякою короткозамкнутою еквівалентною обмоткою, параметри якої можна знайти на підставі дослідів. Розрахунки при цьому методі відрізняються значною громіздкістю і потребують високої точності їх виконання.

У деяких випадках вплив вихрових струмів враховують введенням дослідних коефіцієнтів. Магнітна характеристика при цьому задається у вигляді

$$\Phi = f(i_M)$$

де i_M – струм намагнічування.

$$i_M = I_3 + \frac{i_B}{w_3}$$

де $i_B = K_\Phi \frac{d\Phi}{dt}$ – вихровий струм; K_Φ – дослідний коефіцієнт; I_3, w_3 – відповідно струм і кількість витків обмотки збудження.

Метод магнітної індуктивності заключається у наступному. Ріст магнітного потоку двигуна під впливом раптово прикладеної магніторушійної сили обмотки збудження внаслідок впливу вихрових струмів проходить сповільнено згідно з рівнянням

$$\Phi(t) = \Phi_0 + \Phi_1(t),$$

де Φ_0 – остаточний магнітний потік;

$$\Phi_1(t) = \frac{F_0}{R_m(t)}$$

ної сили обмотки збудження F_0 і вихрових струмів; $R_m(t)$ – перехідний опір магнітного кола двигуна.

При врахуванні впливу вихрових струмів в даному випадку беруть до уваги тільки основну хвилю вихрових струмів, що забезпечує достатню східність розрахунків і дослідних даних.

Для врахування впливу насичення магнітного кола характеристика намагнічування апроксимується вигнутою ламаною лінією. На кожній лінійній ділянці магнітна проникність приймається як

$$\frac{dB}{dH} = \text{const}.$$

Одночасно буде змінюватися диференційний магнітний опір

$$R_m = \frac{dF}{d\Phi}$$

Магнітна індуктивність L_m (Ом⁻¹) – це параметр, визначений геометричними розмірами та електропровідністю масивних частин двигуна, визначений рівнянням

$$L_m = \left[\frac{\gamma_j \cdot b_j \cdot l_j}{16a_j} + \frac{\gamma_p \cdot \pi^2 \cdot b_p \cdot a_p \cdot l_p}{64(a_p + b_p)} \right],$$

де γ_j та γ_p – електропровідність матеріалів станини і полюса відповідно; $a_j, b_j, l_j, a_p, b_p, l_p$ – це геометричні розміри відповідно станини та головних полюсів.

Розрахунки перехідних процесів методом магнітної індуктивності забезпечують високий рівень достовірності отриманих результатів.

Реакція якоря здійснює суттєвий вплив на магнітне поле головних полюсів. Якщо поперечна складова реакції якоря може послабити магнітне поле головних полюсів коли магнітне коло двигуна насичене, то повздовжня складова реакції якоря в залежності від зміщення щіток з геометричної нейтралі може підсилити магнітний потік головних полюсів.

Реакція допоміжних полюсів в залежності від напрямку зміщення щіток сприяє збільшенню або зменшенню ЕРС якоря. Крім того, під впливом магнітного поля допоміжного полюса відбувається деяке підвищення насичення одних ділянок станини і зменшується насичення інших.

Однак цей вплив допоміжних полюсів є незначним, тому ним зазвичай нехтують.

Розглянуті в роботі питання дозволяють побудувати математичну модель, яка необхідна для даних умов досліджень. Так, у роботі (3) були використані деякі питання цієї методики при побудові математичної моделі тягового двигуна ЕД141У1 як нелінійного об'єкта регулювання.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Переходные процессы в электрических машинах и аппаратах и вопросы их проектирования / О. Д. Гольдберг, О. Б. Буль и др // Под. ред. Гольдберга О. Д.– М.: Высш. шк., 2001.
2. Тягові електричні машини електрорухомого складу / В. М. Безрученко, В. К. Варченко, В. В. Чумак – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-та заліз. трансп. імені акад. В. Лазаряна, 2003.
3. Кедря М. М., Чумак І. В. Математическая модель тягового привода постоянного тока. / Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. імені акад. В. Лазаряна. – Вип. 4. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-та заліз. трансп. імені акад. В. Лазаряна, 2004.

Надійшла до редколегії 05.07.2007.

ОЦЕНКА ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ТЯГОВОЙ СЕТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Розглянуто непрямий метод визначення втрат електроенергії в тяговій мережі. Наведено приклад розв'язання такої задачі за допомогою спеціалізованої імітаційної моделі та результати статистичного аналізу отриманих результатів. Показане можливе застосування досягнутих результатів.

Рассмотрен косвенный метод определения потерь электроэнергии в тяговой сети. Приведен пример решения такой задачи с помощью специализированной имитационной модели и результаты статистического анализа полученных результатов. Показано возможное применение достигнутых результатов.

An indirect method of electric power losses determination in traction network was examined. An example of solving same task with the help of specialized imitation model and results of statistic analysis are adducted. Possible ways of using given results are showed.

Применение прямых методов оценки потерь в тяговой сети не дает удовлетворительных результатов в силу ряда причин [1–3]. Ниже рассмотрены вопросы их оценки косвенными методами.

В отличие от активного сопротивления трансформаторов, сопротивление в тяговой сети, участвующей в передаче электрической энергии, меняется не только от температуры, но и от числа электроподвижных нагрузок в зоне. Пусть имеется межподстанционная зона (МПЗ) с односторонним питанием и некоторой обобщенной нагрузкой I . Расположение и величина отдельных нагрузок на первом этапе не будет учитываться, тогда справедлива схема 1, приведенная на рис. 1.

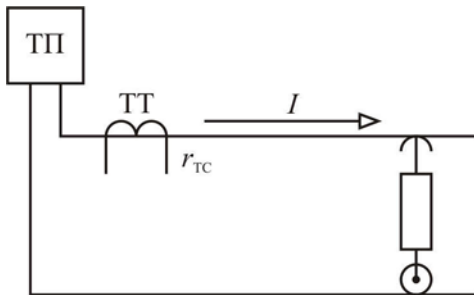


Рис. 1. Расчётная схема к определению эквивалентного сопротивления тяговой сети при одной нагрузке в межподстанционной зоне

Для схемы 1 потери электроэнергии за расчетный период T могут быть вычислены по очевидной формуле

$$\Delta W_{\text{тс}} = I^2 r_{\text{тс}} T, \quad (1)$$

где I – ток нагрузки, который может фиксироваться посредством шунта Ш с подключенным к нему амперметром на дороге с системой тяги

постоянного тока или трансформатора тока и амперметра на дороге с системой тяги переменного тока; $r_{\text{тс}}$ – удельное сопротивление тяговой сети, Ом/км; T – расчётный период времени, месяцы.

Однако поездная ситуация может быть самой разнообразной. Пусть, например, она соответствует схеме 2, приведенной на рис. 2.

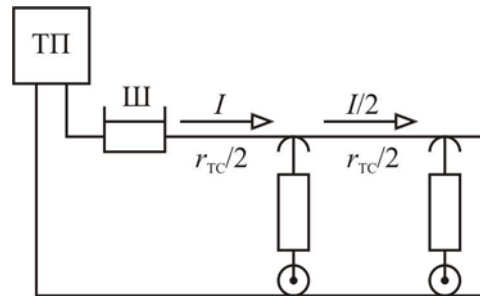


Рис. 2. Расчётная схема к определению эквивалентного сопротивления тяговой сети при двух нагрузках в межподстанционной зоне

Несмотря на то, что суммарный ток нагрузки не изменился, потери электроэнергии за тот же период времени T описывается иным выражением

$$\Delta W_{\text{тс}} = \frac{I^2 r_{\text{тс}}}{2} + \frac{I^2}{4} \cdot \frac{r_{\text{тс}}}{2} = \frac{5}{8} I^2 r_{\text{тс}}.$$

Предположим, что мы пытаемся организовать контроль потерь непосредственно по току тяговой подстанции и на основании информации о некоторой обобщенной нагрузке в МПЗ. Тогда схема замещения для схемы 1, схемы 2 и других возможных схем будет одинакова, и будет совпадать, в данном случае, со схемой 1.

Поскольку для действительной и эквива-

лентной схем должны совпадать рассматриваемые параметры, то справедливы следующие выражения

- для схемы 1:

$$I^2 r_{TC} = I^2 r_{\text{эKB1}};$$

$$r_{\text{эKB1}} = \frac{I^2 r_{TC}}{I^2} = r_{TC},$$

т. е. эквивалентное $r_{\text{эKB1}}$ и действительное r_{TC} сопротивления совпадают;

- для схемы 2:

$$I^2 r_{TC} = I^2 r_{\text{эKB2}};$$

$$r_{\text{эKB2}} = \frac{5}{8} r_{TC}.$$

Рассматривая подстанцию как источник электроэнергии для нагрузок ЭПС, питающий их через некоторое эквивалентное сопротивление, можно сделать вывод, что при прочих равных условиях эквивалентное сопротивление, а значит, и потери электроэнергии меняются в зависимости от того, где расположены нагрузки и от значения их величин. Кроме того, можно заключить, что если бы было известно эквивалентное сопротивление на каждый момент времени, то можно было бы организовать контроль потерь электрической энергии в тяговой сети непосредственно как

$$\Delta W_{TC} = \int_0^T r_{\text{эKB}} I_t^2 dt \quad (2)$$

В [3] показано, что величина эквивалентного сопротивления $r_{\text{эKB}}$ статистически устойчива и колеблется относительно своего устойчивого значения значительно меньше, чем I^2 , а поэтому ее можно вынести за знак интеграла.

Правда $r_{\text{эKB}}$, которое еще иногда называют коэффициентом пропорциональности потерь электроэнергии, статистически устойчиво при незначительных изменениях параметров его определяющих – числа поездов в межподстанционной зоне (МПЗ), соотношения грузопотоков по путям, наличия пунктов параллельного соединения (ППС) и постов секционирования контактной сети (ПСК) и других. Поэтому при практической реализации контроля потерь электроэнергии в тяговой сети этим методом требуется периодическая поправка $r_{\text{эKB}}$.

Величина $\int_0^T I_t^2 dt$ может быть легко измерена при помощи счетчиков квадрата тока. Особен-

ностью такого счетчика является то, что его обмотка напряжения заменяется токовой и тогда он измеряет не $\int_0^T U_t I_t dt$, а $\int_0^T I_t I_t dt = \int_0^T I_t^2 dt$.

Таким образом, следует определить $r_{\text{эKB}}$.

Пусть мы имеем информацию о контролируемом участке – параметры тяговой сети, протяженность МПЗ, схему питания тяговой сети, число поездов различного типа, обращающихся на участке, и токи, потребляемые ими. Тогда известными методами можно для заданных условий рассчитать потери электроэнергии ΔP_{TC} аналитическими методами. Если для аналогичных условий оценить потери по $r_{\text{эKB}}$ и счетчику квадратов тока, то очевидно допустимо равенство с определенной степенью погрешности

$r_{\text{эKB}} \int_0^T I_t^2 dt = \Delta P_{TC}$, откуда для заданных условий:

$$r_{\text{эKB}} = \frac{\Delta P_{TC}}{T \int_0^T I_t^2 dt}$$

В случае если имеется несколько фидеров и двустороннее питание МПЗ, потери энергии выражаются:

$$\Delta W_{TC} = r_{\text{эKB}} \int_0^T \sum_{i=1}^n I_{it}^2 dt, \quad (3)$$

где i – номер фидера.

Структура формулы (3) очень проста и указывает на возможность использования микропроцессорной техники для реализации аппаратного контроля потерь в тяговой сети. Структурная схема такого контроля приведена на рис. 3.

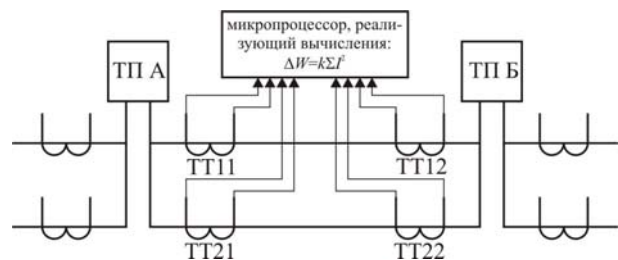


Рис. 3. Структурная схема организации алгоритмического контроля потерь электроэнергии в тяговой сети одной межподстанционной зоны: ТТ11-ТТ22 – трансформаторы тока на фидерах двух смежных подстанций

Решать задачу определения потерь электроэнергии в тяговой сети удобно с помощью метода имитационного моделирования. На кафедре «Электроснабжения железных дорог» разра-

ботана имитационная модель системы тягового электроснабжения ассистентом Р. С. Мыцко и магистрантом Д. А. Босым. Ядро программы построено на решении мгновенных схем матричным методом. Общий вид программы представлен на рис 4.

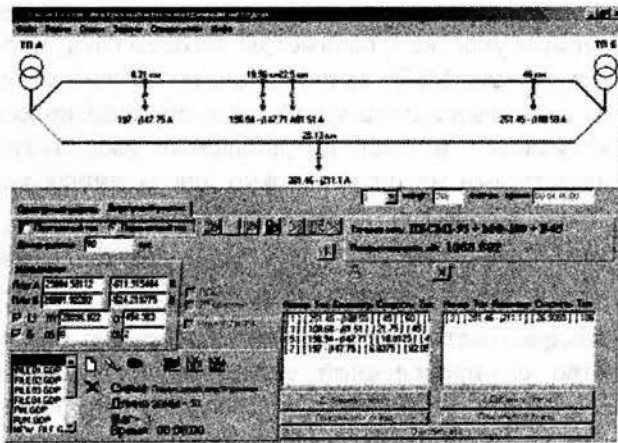


Рис. 4. Общий вид программы Матрикс

Потери активной мощности в каждый момент времени в имитационном комплексе определяются по следующему выражению:

$$\Delta P = \text{Re} \left[J^T \left(M(Z_v)^{-1} M^T \right)^{-1} J \right], \quad (4)$$

где M – первая матрица инцидентий; J – вектор токов электровозов; Z_v – матрица сопротивлений.

Энергия, потребленная поездами за каждый интервал времени, определяется следующим образом:

$$W = \int_0^T \left(\sum_{i=1}^{N_f} I_{Fi} U_{Fi} \right) dt, \quad (5)$$

где I_{Fi} – ток i -го фидера тяговой подстанции; U_{Fi} – напряжение на соответствующем фидере подстанции; N_f – количество фидеров.

Программа имеет возможность создавать графики движения поездов, учитывать изменение тока поезда, колебания напряжения на шинах тяговых подстанций. После создания графика, производится его имитация и анализ полученных показателей.

Потери электроэнергии в тяговой сети меняются в широких пределах. Определим максимальные потери. Максимальные потери в тяговой сети будут при консольных схемах питания электрифицированных участков.

Ниже приведены результаты моделирования системы тягового электроснабжения постоянного тока при следующих исходных данных:

- род тока – постоянный;
- тяговая сеть – М-120 + 2МФ-100 + 2А-185 + Р-65;
- длина участка – 20 км;
- межпоездной интервал – 8 мин;
- интервал моделирования – 1 месяц.

Принято, что на рассматриваемом участке курсирует 4 условных типа поездов (таблица). Для каждого типа заданы веса и скорости. Имитационный комплекс случайным образом на каждом шаге моделирования выбирает тип поезда, вес поезда и скорость из заданного интервала. Эти характеристики используются для определения токов поездов.

Таблица

Характеристики поездов

Условный тип поезда	Ток поезда, А	Скорость поезда, км/ч	Количество поездов
Грузовой	500...700	60	900
Скоростной	700...900	100...130	60
Электропоезд	400...450	45	540
Пассажирский	450...500	80...90	1500

На основании данных о среднем количестве поездов на участке, их типов и величины потребляемого тока за период 1 месяц имитационный комплекс формировал вероятностный график движения и вычислял за этот период расход электроэнергии, потери энергии, процент потерь энергии и значение интеграла квадрата тока фидера по времени. Для расчётов статистических оценок потерь электроэнергии в тяговой сети было произведено 200 имитаций работы системы тягового электроснабжения, при этом каждый раз вероятностный график движения формировался заново.

График потерь электроэнергии в тяговой сети рассматриваемого участка представлен на рис. 5.

Среднемесячное значение потерь электроэнергии составило 190,45 МВт·ч.

Среднее значение годовых потерь электроэнергии составило

$$\Delta W_{\text{год}} = 2,285 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

Если известна оценка годовых потерь электроэнергии в фидерной зоне $\Delta W_{\text{год}}$, то можно рассчитать величину удельных потерь электроэнергии B_0 как

$$B_0 = \frac{\Delta W_{\text{год}}}{\ell r_{\text{экв}}}, \quad (6)$$

где $\Delta W_{\text{год}}$ – годовые потери электроэнергии в проводах фидерной зоны, кВт·ч; l – длина фидерной зоны, км.

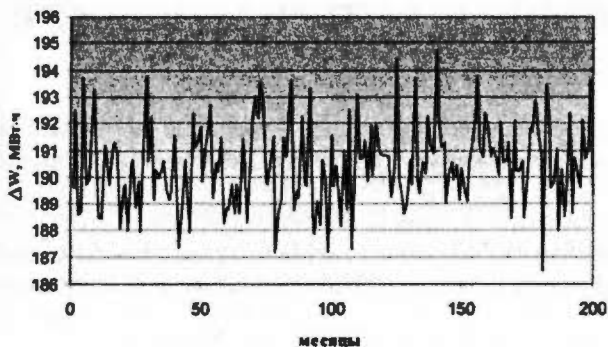


Рис. 5. Потери электроэнергии в тяговой сети рассматриваемого участка по месяцам

Для рассматриваемого примера величина среднегодовых удельных потерь электроэнергии B_0 составила $2,33 \cdot 10^6$ кВт·ч/Ом·км. По величине B_0 можно определить оптимальные параметры контактной сети при проектировании новых участков. При этом важно знать не только среднее значение B_0 , но также и закон его распределения. С применением современных вычислительных инструментов (например, программа Crystal Ball) эта задача перестала представлять трудности. Данные о потерях электроэнергии были переданы в Crystal Ball. На рис. 6 представлен результат подбора распределения для случайной величины – удельных потерь электроэнергии на рассматриваемом участке.

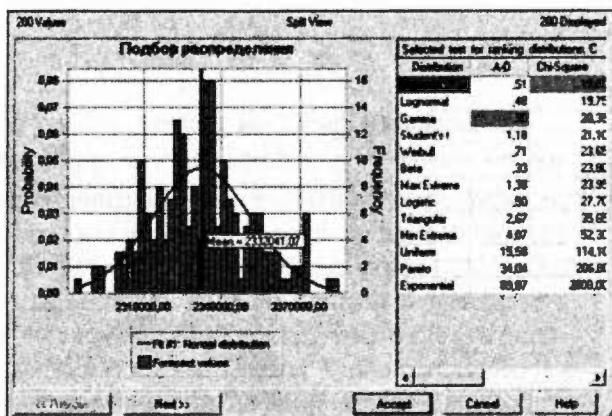


Рис. 6. Подбор закона распределения для удельных потерь электроэнергии на рассматриваемом участке

Выводы

1. В статье рассмотрены вопросы определения потерь электроэнергии в тяговой сети косвенным методом. Показано как можно решить эту задачу с помощью созданной на кафедре «Электроснабжение железных дорог» программы имитационного моделирования Матрикс.
2. Определены максимальные потери для заданного участка постоянного тока.
3. Определены оценки удельных потерь электроэнергии в тяговой сети B_0 . Для рассматриваемого примера величина среднегодовых удельных потерь электроэнергии B_0 составила $2,33 \cdot 10^6$ кВт·ч/Ом·км.
4. По критерию согласия χ^2 можно заключить, что закон распределения среднегодовых удельных потерь электроэнергии B_0 можно считать нормальным.
5. Результаты, полученные в данной статье, планируется использовать для решения задачи определения оптимальной площади сечения контактной сети, а также для аппаратного контроля потерь электроэнергии на электрифицируемом участке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Марквардт К. Г. Электроснабжение электрифицированных железных дорог. – М.: Транспорт, 1982. – 582 с.
2. Мамошин Р. Р. Электроснабжение электрифицированных железных дорог // Р. Р. Мамошин, А. Н. Зимакова. – М.: Транспорт, 1980. – 296 с.
3. Бардушко В. Д. Анализ и параметрический синтез систем тягового электроснабжения. Диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук, Иркутск: 2001. – С. 133 – 154.

Поступила в редакцию 27.07.2007.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПУЛЬСАЦИОННЫЕ ПОТЕРИ МОЩНОСТИ В СИЛОВЫХ ТЯГОВЫХ ЦЕПЯХ ЭПС ПОСТОЯННОГО ТОКА

Викладені результати досліджень, що вказують на споживання неактивної (реактивної) потужності електрорухомим складом постійного струму. Показано, що це споживання приводить до додаткових втрат електроенергії у тягових колах ЕРС.

Изложены результаты исследований, указывающие на потребление неактивной (реактивной) мощности электроподвижным составом постоянного тока. Показано, что это потребление приводит к дополнительным потерям электроэнергии в тяговых цепях ЭПС.

Results of researches are stated in article specifying on consumption of inactive jet capacity by the electric rolling stock of a direct current. It is shown, that this consumption brings to additional loss of electric power.

Разработка энергосберегающих технологий, а также режимов работы существующих систем была и остается актуальной проблемой во всех отраслях промышленности и производства, тем более в современных условиях Украины. Система электрического транспорта постоянного тока не исключение в этом вопросе. Действительно, существующее на сегодня убеждение о том, что электроподвижной состав (ЭПС) постоянного тока потребляет только активную энергию, является ошибкой, поскольку данный ЭПС является динамической (параметрической) нагрузкой, то есть нестационарным во времени потребителем электроэнергии. В результате напряжение на токоприемнике и тяговый ток являются случайными процессами, обусловленными технологическими факторами. С другой стороны, система электрической тяги постоянного тока «тяговые подстанции с фильтроустройствами – контактная сеть – электровагоны» представляют собой совокупность реактивных сопротивлений разного характера и сравнительно небольшого активного сопротивления. Таким образом, в потребляемой электровагоном мощности возникает неактивная составляющая, которая вызывает дополнительные потери энергии в его силовой цепи и поэтому необходимо оценить уровень этих потерь.

На сегодняшний день самым перспективным подходом к определению реактивной мощности, в том числе и в нестационарных системах, является концепция С. Фризе [1]. Согласно ей, любой изменяющийся ток $i(t)$ в любой момент времени может быть представлен в виде суммы двух составляющих – активного тока $i_a(t)$, который совпадает по фазе и форме с приложенным напряжением, и реактивного тока $i_p(t)$

$$i(t) = i_a(t) + i_p(t), \quad (1)$$

где $i_a(t) = \frac{P}{U^2} u(t)$, – составляющая тока, пропорциональная функции напряжения $u(t)$; P – активная мощность, потребляемая нагрузкой (ЭПС) за время T ; U – действующее значение напряжения $u(t)$ за время T . В результате получаем следующие соотношения:

$$\frac{1}{T} \int_0^T i(t) u(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T i_a(t) u(t) dt = P, \quad (2)$$

поскольку

$$\frac{1}{T} \int_0^T i_p(t) u(t) dt = 0. \quad (3)$$

Из последней формулы следует, что исключение из состава полного тока $i(t)$ его реактивной составляющей не приводит к изменению потребляемой в системе активной мощности, так как полезную работу совершает лишь активный ток, а реактивный бесполезно пульсирует между источником и потребителем. Такое разделение тока на составляющие – математическая абстракция, однако оно связано с вполне определенными причинами – наличием в силовой цепи накопителей электромагнитной энергии – и поэтому позволяет оценить уровень дополнительных потерь в системе от протекания реактивного тока.

При таком разделении тока ЭПС (далее нагрузки) на составляющие реактивная мощность Фризе (которая вызывает дополнительные потери в силовых цепях) $Q_\Phi = \sqrt{S^2 - P^2}$ (S – полная мощность) равна произведению дейст-

вующего значения U напряжения $u(t)$ на действующее значение I_p тока $i_p(t)$: $Q_\Phi = UI_p$.

Для квадрата действующего значения I тока $i(t)$ справедливо выражение

$$I^2 = I_a^2 + I_p^2 = \frac{P^2}{U^2} + \frac{Q_\Phi^2}{U^2},$$

где $I_a = P/U$ – действующее значение тока $i_a(t)$.

Из последней формулы следует, что компенсация реактивной мощности Фризе (уменьшение Q_Φ) при неизменных P и U аналогична минимизации действующего значения тока I генератора, которая осуществляется посредством подключения параллельно нагрузке компенсатора с током $i_k(t) = -i_p(t)$. При этом компенсатор согласно выражению (3), не будет потреблять активную мощность.

В неидеализированных цепях, где в качестве источника используется генератор напряжения конечной мощности, компенсация Q_Φ приводит к минимизации потерь при передаче энергии от генератора к нагрузке, которые пропорциональны I^2 .

Обменная мощность $Q_{об}$ определяется на основе разделения мгновенной мощности $p(t) = u(t) \cdot i(t)$ на составляющие:

$$p(t) = p_0(t) + p_n(t),$$

где $p_0(t)$, $p_n(t)$ – соответственно мгновенная мощность преобразования электромагнитной энергии в другие виды и мгновенная мощность накопления. При таком разделении

$$Q_{об} = \frac{W_{об}^+}{T} = \frac{1}{T} \int_0^{t^+} p_n(t) dt,$$

где $W_{об}^+$ – энергия, запасенная в реактивных элементах цепи за интервал времени t^+ , то есть когда $p(t) \geq 0$ и энергия передается из генератора в нагрузку.

Накопленная на интервале t^+ энергия $W_{об}^+$ в течение интервала времени $t^- = T - t^+$, когда $p(t) < 0$, частично рассеивается в активных элементах цепи и возвращается в генератор. Следовательно,

$$Q_{об} = \frac{W_{об}^+}{T} = -P^- + \frac{1}{T} \int_0^{t^-} p_0(t) dt, \quad (4)$$

где $P^- = \frac{1}{T} \int_{t^+}^{t^-} p(t) dt$.

Из выражения (4) следует, что компенсация

$Q_{об}$ устраняет возврат энергии из нагрузки в генератор ($Q_{об} = 0$ при $t^- = 0$).

Поскольку природа реактивной мощности двойственна, то есть, это мера недоиспользования мощности источника (Q_Φ) за счет повышенных потерь и мера обменных процессов ($Q_{об}$), то компенсация первой – это минимизация активных потерь в нагрузке и сети, а второй – устранение возврата энергии из нагрузки в генератор.

Очевидно, что при $Q_\Phi = 0$ обменная мощность также равна нулю, однако равенство нулю $Q_{об}$ не влечет за собой равенство нулю Q . Это еще раз подтверждает то, что в цепях с несинусоидальными, а тем более случайными, токами и напряжениями классические выражения реактивной мощности не применимы. Реактивная мощность в системах с такими по характеру электрическими величинами может возникать и при отсутствии обменной мощности, т. е. если будет всегда $p(t) \geq 0$.

Мощности $Q_{об}$ и Q_Φ , как характеристики эффективности работы системы генератор-потребитель, не взаимозаменяемы. Реактивная мощность Фризе характеризует величину дополнительных потерь при передаче энергии, обменная мощность – интенсивность обмена электромагнитной энергией между генератором и потребителем.

На рис. 1 представлены графики мгновенных активного $I_a(t)$ и реактивного $I_p(t)$ токов электровоза ВЛ8 для одной из поездок. Эти составляющие были выделены из тягового тока электровоза при помощи выражения (1). Активный ток повторяет форму напряжения на токоприемнике $U(t)$, т. е. при таком характере изменения тягового тока ($I(t) = I_a(t)$) для данной поездки коэффициент мощности равнялся бы единице.

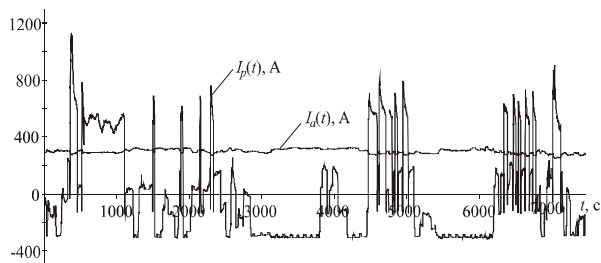


Рис. 1

Определим составляющие потерь электроэнергии в силовой цепи электровоза. Поскольку активное сопротивление нестационарного элемента системы электропотребления (ЭПС) в общем случае зависит от времени (изменяется слу-

чайно), то активные потери в этом элементе за время T от полного тока равны

$$\Delta P = \frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) R(t) dt.$$

Для определения составляющих потерь от протекания реактивной мощности представим ток электропровода в виде суммы активной и реактивной составляющих:

$$i(t) = \frac{p_a(t)}{u(t)} + \frac{q(t)}{u(t)},$$

где $p_a(t)$ и $q(t)$ – соответственно мгновенная активная и реактивная мощности потребителя. В результате потери активной мощности от реактивной составляющей тока определяются как

$$\Delta P_p = \frac{1}{T} \int_0^T i_p^2(t) R(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{q^2(t)}{u^2(t)} R(t) dt.$$

С другой стороны эти потери мощности можно найти через эквивалентное значение реактивной мощности (мощности Фризе) как [2]

$$\Delta P_p = \frac{Q_\Phi^2}{U^2} R,$$

где $R = \frac{1}{T} \int_0^T R(t) dt$ – эквивалентное сопротивление нестационарного потребителя (силовых цепей электропровода) за время T .

Таким образом, потери мощности в системе от реактивного тока являются дополнительными, а потери от активного тока – необходимыми. Мощность $Q_\Phi = 0$, если ток будет пропорционален напряжению на протяжении всего времени потребления T мощности. Для этого необходимой является компенсация мощности Q_Φ , с помощью компенсирующего устройства.

По аналогии с видами потерь мощности в тяговых двигателях пульсирующего тока (по В. Скобелеву) все виды потерь мощности в силовых тяговых цепях ЭПС можно подразделить на потери, имеющие место при протекании неизменного тока и потери, обусловленные колебаниями, т.е. пульсациями тока, названные добавочными пульсационными потерями. Причем, по нашему мнению, в тяговых цепях следует различать микропульсации (относительно высокочастотные), обусловленные формой выпрямленного тока и макропульсации (низкочастотные), обусловленные колебаниями технологической нагрузки. Первые дополнительные пульсационные потери

детально проанализированы В. Скобелевым, мы же в данной работе определяем вторые пульсационные потери. Физически эти потери обусловлены передачей по силовым цепям ЭПС реактивной энергии, то есть, упомянутой выше реактивной составляющей полного тока единицы ЭПС.

В результате расчетов для ряда поездок электропровода ВЛ8 было установлено, что потери активной электроэнергии в силовой цепи в среднем находятся в пределах 6...11 % энергии, затраченной электропроводом за поездку в сумме на тягу и работу вспомогательных цепей. Причем, большая доля этих потерь вызвана протеканием в цепи неактивной составляющей потребляемого тока. Например, полный расход энергии электропровода за одну из поездок составил 3296 кВт·ч, а ее потери в силовой цепи составили 270 кВт·ч, что составляет 8,2 % от общего расхода. Потеря активной энергии в силовой цепи от протекания реактивного тока составила 186 кВт·ч, т. е. 69 % всех потерь. Соответственно, потеря энергии от полезного (активного) тока составила 31 % от всей энергии за поездку. Эти потери в первую очередь возникают в активных сопротивлениях тяговых двигателей, потери же в стали (от гистерезиса и от вихревых токов) тяговых двигателей менее существенны, поскольку спектры напряжения на двигателях в основном содержат низкие частоты. Аналогично потерям в активных сопротивлениях силовой цепи электропровода происходят и потери энергии в контактной сети.

Таким образом, возникает задача уменьшения неактивной составляющей тягового тока, и как следствие, снижение уровня потерь активной мощности в силовых цепях ЭПС постоянного тока. Для этого необходимо применение ряда мероприятий, одним из которых является компенсация реактивной составляющей полного тока ЭПС с помощью компенсирующего устройства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тонкаль В. Е. Компенсация неактивных составляющих полной мощности в цепях несинусоидального тока и напряжения. Техническая Электродинамика / В. Е. Тонкаль, В. Я. Жуйков, С. П. Денисюк. 1989, № 5. – С. 26–29.
2. Денисюк С. П. Оцінка складових втрат електроенергії в системах електроживлення з нелінійними нестационарними перетворювачами електроенергії. Пр. інст-ту електродинаміки НАН України. Електротехніка. – К., 1999. – С. 60.
3. Рогальський Б. С. Економічні еквіваленти реактивної потужності та їх використання / Б. С. Рогальський, О. М. Нанака. Вісник ВПІ, 2005, № 6. – С. 126–129.

Поступила в редколлегию 07.06.2007.

ЕКСПЛУАТАЦІЙНА НАДІЙНІСТЬ КОНТАКТНИХ З'ЄДНАНЬ ЕЛЕКТРОПНЕВМАТИЧНИХ КОНТАКТОРІВ ТА КОНТАКТОРІВ ЕКГ-8Ж ЕЛЕКТРОВОЗІВ ЗМІННОГО СТРУМУ

В роботі розглянуті види відмов, які виникають у процесі експлуатації електропневматичних контакторів ПК-96-101. Наведено результати вимірювань контактної опору та температури нагрівання контактних з'єднань електровозів змінного струму. Розглянуто особливості електричної ерозії контактів з різних композиційних матеріалів після натурних випробувань.

В работе рассмотрены виды отказов, которые возникают в процессе эксплуатации электропневматических контакторов ПК-96-101. Приведены результаты измерений контактного сопротивления и температуры нагревания контактных соединений электровозов переменного тока. Рассмотрены особенности электрической эрозии контактов из разных композиционных материалов после натурных испытаний.

The types of refusals which arise up in the process of exploitation of electropneumatic contactors PC-96-101 are considered. Measuring of contact resistance and heating temperature of contact connections of alternating current electric locomotives are resulted. The features of electric erosion of contacts from different composition materials after the models tests are considered.

На електрорухомому складі залізничного транспорту України широко застосовують комутаційні апарати різних типів та призначення. Проблема надійності електричних апаратів є однією з найважливіших, вирішення якої дозволило б підвищити рівень безвідмовної роботи та безпеку руху. Забезпечення надійності охоплює етапи конструювання апаратів, виготовлення, практичного використання і передбачає закладення необхідного рівня якості матеріалів.

Особливо це стосується контакторів головного електричного контролера ЕКГ-8Ж та електропневматичних контакторів серії ПК-96-101 (рис. 1), які встановлені на електровозах змінного струму ВЛ80Т. На відміну від інших електропневматичних контакторів контактори ПК-96-101 мають дві пари силових контактів: головні і розривні (як і у контакторів з дугогашенням ЕКГ-8Ж). В якості матеріалів контактів використовують: для головних контактів – СОК-15 (КМК-А10-М) з напайкою розмірами 16×25×3 мм; для розривних контактів – МВ-70 з напайками розмірами 16×30×6 мм. Матеріали напайок виготовляють згідно з ГОСТ 3884-77, який «...розповсюджується на комутуючі контакт-деталі, що виготовлені методом твердофазного спікання, призначені для застосування в комутаційних апаратах для замикання і розмикання електричних кіл напругою до 1000 В», що не відповідає умовам експлуатації контакторів.

Контактор складається з вузлів рухомого та нерухомого контактів, пневматичного приводу 3, дугогасної камери 5 та блок-контактів 4 (див.

рис. 1). Всі вузли та деталі змонтовані на ізолюваному металічному стрижні 6. Вузол нерухомого контакту складається з кронштейну 7, дугогасної котушки 8 та головного 1 і розривного 2 контактів. Кронштейн рухомого контакту 9 шарнірно з'єднаний з важелем 10, який несе головний та розривний рухомі контакти. Важіль 10 через ізоляційну тягу 11 з'єднаний з пневмоприводом 3.

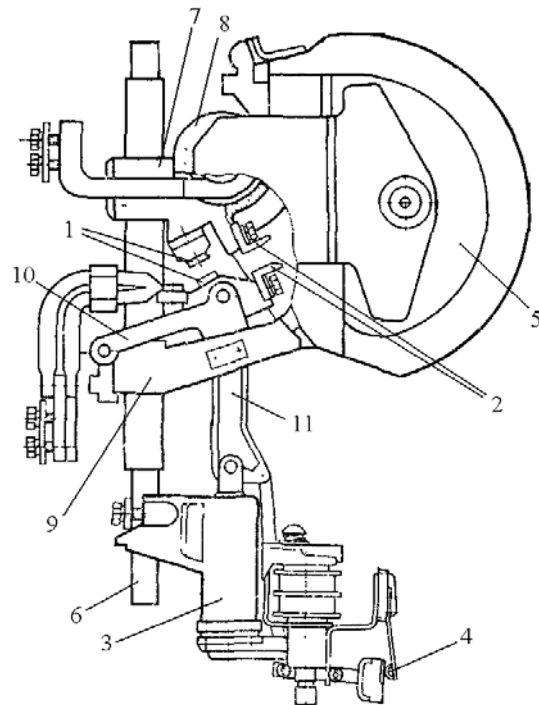


Рис. 1. Електропневматичний контактор ПК-96

Кінематична схема електропневматичного контактора аналогічна до контакторів з дугогашенням ЕКГ і влаштована таким чином, що при розмиканні першими розмикаються головні контакти, а при замиканні навпаки: першими замикаються розривні контакти, а за ними головні. Отже основною функцією головних контактів є пропускання струму, а розривні призначені для розриву електричної дуги.

Аналіз несправностей вузлів та агрегатів електровозів змінного струму по залізницях України показує, що найбільша кількість відмов, до 50 %, припадає на електрообладнання. При тому від 10 до 45 % приходить на незадовільний стан контактних з'єднань електроапаратури. На огляд і ремонт останньої витрачаються великі трудові та матеріальні ресурси.

Основна причина відмов – це неякісний ремонт, головним фактором здійснення якого, є відсутність запасних частин для силових контакторів, викликаний дефіцитом контактних елементів та матеріалів, зокрема, міді та срібла.

Розглядаючи причини виходу з ладу електропневматичних контакторів ПК-96-101 можна виділити чотири групи: вихід з ладу контакт-деталей – 47 %; несправність важільної системи – 24 %; несправності пневмоприводу – 24 %; порушення в роботі дугогасної системи – 5 % (рис. 2).



Рис. 2. Розподіл несправних вузлів ПК-96

Виходячи з вище зазначеного, найбільший вплив на безвідмовну роботу апарату здійснює стан контактного з'єднання, а надійна робота контакт-деталей (напайок) визначає термін експлуатації всього контактора. В свою чергу контакт-деталі бракують через зменшення товщини напайки в робочій зоні – 60 %; через відпадання напайок – 10 % та погіршення контактної поверхні (оплавлення – 8 %; порушення профілю – 12 %; утворення раковин – 10 %) (рис. 3).

Враховуючи вищевикладене, актуальною постає задача вибору електропровідного мате-

ріалу, як альтернативи мідно-вольфрамовому та срібному сплаву, для його використання в якості напайок на силові контакти контакторів ЕКГ-8Ж та електропневматичних контакторів ПК-96-101 (як найбільш навантажених струмом) електровозів змінного струму.



Рис. 3. Причини бракування контактів

Для підбору контактного матеріалу, який більш надійно може працювати в заданих умовах, нами було обрано для порівняння шість типів матеріалів українських і російських виробників для розривних контактів та чотири типи матеріалу для головних контактів контакторів ЕКГ-8Ж та електропневматичних контакторів ПК-96-101 електровозів змінного струму.

Напайки на розривні контакти:

- матеріал КМК-Б25, виробництва ПП «Власов», м. Запоріжжя (з просочуванням № 5, без просочування № 6);
- композиційний матеріал (псевдосплав) МДК-3 (АТ «Геконт», м. Вінниця (№ 9));
- матеріал КМК-Б25, виробництва «Електроконтакт», м. Кінешма, Росія (№ 3);
- матеріал МВ-70, («Інтер-Контакт-Пріор», м. Київ (№ 4));
- композиційний матеріал Диском С16104, виробництва ТзОВ ІНТЦ «Диском», м. Чебоксари, Росія (№ 10).

Напайки на головні контакти:

- матеріал КМК-А10-М, виробництва ДП «Аргентум», м. Львів (№ 1);
- композиційний матеріал (псевдосплав) МДК, (АТ «Геконт», м. Вінниця (№ 8));
- матеріал КМК-А10-М, виробництва «Електроконтакт», м. Кінешма, Росія (№ 2);
- композиційний матеріал Диском С16104, (ТзОВ ІНТЦ «Диском», м. Чебоксари, (№ 11)).

Для зручності в порівнянні матеріали напайок пронумеровані. Структура та деякі властивості цих матеріалів наведено в [1].

Перед проведенням експлуатаційних випробувань необхідно визначити основні показники,

які характеризують контакт, а саме: контактний опір та температуру нагрівання контактного з'єднання. Якщо ці величини більше допустимих, то експлуатація контактних напайок з таких матеріалів недопустима, оскільки може викликати відмову контакторного елемента в цілому.

Якщо проаналізувати отримані залежності (рис. 4), то найбільше помітно, що перехідний опір головних контактів приблизно на порядок менший від опору розривних контактів. Основним чинником цього є те, що контактна площа головних контактів більша, особливо на початкових етапах експлуатації контактів. Питомий опір матеріалів, з яких виконані напайки на головні контакти, в декілька разів менше ніж матеріалів для розривних контактів [1], що також впливає на величину контактного опору. Аналогічне явище спостерігається і при вимірюванні контактного опору силових контактів електропневматичних контакторів (рис. 5). Нумерація кривих відповідає вище прийнятій.

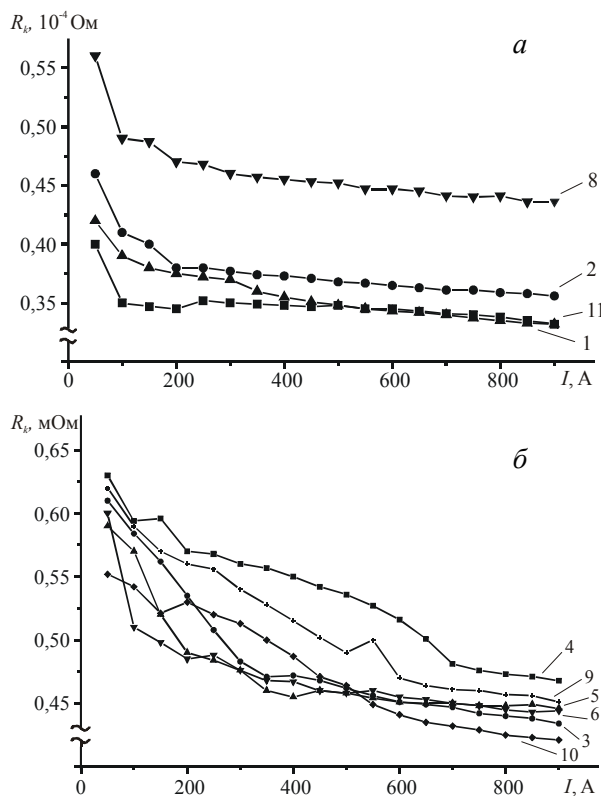


Рис. 4. Залежності контактного опору від струму через контакти контакторів з дуго гашенням ЕКГ-8Ж: а – головні; б – розривні

Порівнявши величини контактних опорів електропневматичних контакторів та контакторів ЕКГ одразу помітно, що у ПК опори в 2...2,5 рази менші (особливо на головних контактах). Це пояснюється більшим контактним натиском ПК-96-101, який становить 15 кгс і більше, в

той час, як на головних контактах ЕКГ він дорівнює 13 кгс.

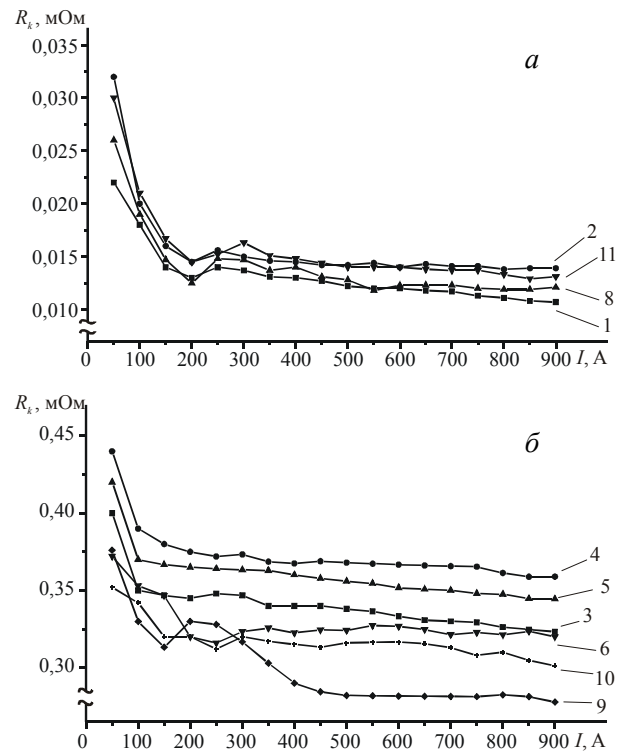


Рис. 5. Залежності контактного опору від струму через контакти електропневматичних контакторів ПК-96-101: а – головні; б – розривні

Одною з найважливіших характеристик матеріалу контактів є теплопровідність. Чим вища теплопровідність, тим більший струм зможуть пропускати контакти з даного матеріалу і відповідно контактне з'єднання буде володіти меншим контактним опором. Але з іншого боку матеріал має задовольняти умовам температурної стійкості. Значне перегрівання над температурою навколишнього середовища призводить до виходу з ладу контактора, тим більше, що температура в високовольтній камері в літній період може сягати 50...60 °С.

Нами було проведено вимірювання температури контактів при збільшенні струму через них (рис. 6). Температура вимірювалась в найбільш нагрітій точці контакту – точці дотику.

Перегрівання контактів над навколишнім середовищем задовольняє вимогам [2]. Таке незначне нагрівання контактів обумовлено відносно низьким перехідним опором контакту і інтенсивним тепловідводом (геометричні розміри контакту на порядок більші від розмірів напайки).

В процесі експлуатації контактів ЕКГ та ПК на електровозах змінного струму серії ВЛ80^Т було виявлено, що в найбільш важких умовах працюють контактори ЕКГ. Якщо струмові навантаження у контакторів майже однакові, то з

точки зору кількості спрацьовувань виникає дуже велика різниця.

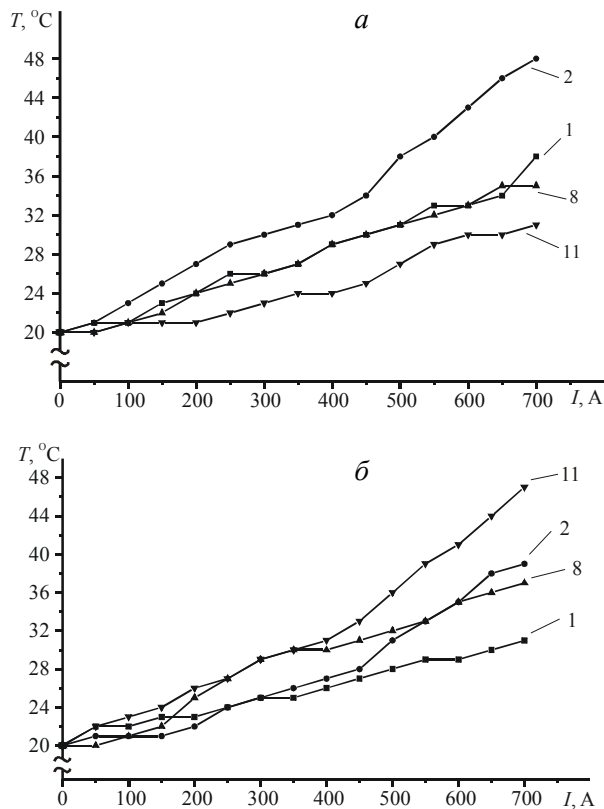


Рис. 6. Залежності температури в точці дотику головних контактів від струму через них:
а – контакт ЕКГ; б – контакт ПК

Контактора з дугогашенням ЕКГ інтенсивно працюють впродовж руху електровоза. Найшвидше зношуються розривні контакти, оскільки

вони піддаються дії електричної дуги, яка викликає виникнення на робочій поверхні напайок тріщин, оплавлень, підгарів, раковин. Головні контакти зношуються менш інтенсивно, оскільки переважає механічний знос (близько 0,3...0,5 мм на 100 тис. км. і більше).

Для електропневматичних контакторів також переважає механічне зношування над електричним. Головні контакти зношуються приблизно на 0,1-0,2 мм на 50000 км. Розривні контакти дещо інтенсивніше, оскільки піддаються дії електричної дуги 0,2...0,5 мм на 50000 км. Таке повільне зношування напайок на контакти ПК викликано перш за все умовами експлуатації. Контактори вмикаються на нульовій позиції головного контролера і в подальшому залишаються увімкненими, якщо увімкнені моторнасос охолодження трансформатора, моторвентилятори, які охолоджують випрямні установки, роз'єднувачі вентилів 81-84, вимикачі двигунів ОД1-ОД4 і котушки ЕПК (при відсутності екстреного гальмування) [4].

Користуючись реалізаціями зносу, було одержано пробіги l контактів до параметричної відмови (тобто їх ресурси). Під останньою було прийнято повне зношення напайки контакту до товщини 3 мм, для всіх матеріалів за виключенням МДК (№ 9), для яких повне зношення приймалося до 5 мм, через те, що напайки з цього матеріалу поставлялись лише товщиною в 3 мм. Ці пробіги є випадковими величинами, результати статистичної обробки якої для кожного матеріалу наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Параметри статистичних розподілень пробігів до параметричної відмови

Матеріал контактів	Математичне очікування, \bar{l} , км	Середньоквадратичне відхилення, σ_l , км	Асиметрія, A_s	Екссес, E_x
СоюзІнвест (№ 3)	64951,69	16352,63	1,42	1,19
Інтер-Контакт-Пріор (№ 4)	62558,44	20418,54	0,12	0,76
Власов з прос. (№ 5)	71924,96	12494,56	-1,21	1,64
Власов без прос. (№ 6)	66569,77	18895,8	0,12	0,43
МДК (№ 9)	59634,73	10782,72	0,01	-1,39
Диском (№ 10)	27636,88	7417,88	-0,39	-1,29

Як відомо, електроерозійна стійкість контактів в основному визначається матеріалом контактів та параметрами електричної дуги. Стендові випробування базових контактів контакторів з дугогашенням контролера ЕКГ-8Ж

показали, що середній термін горіння дуги на контактах складає ~ 8 мс. Середній термін гасіння дуги при вимиканні струмів 1500 А дорівнює 6,5...7 мс, а максимальний термін досягає 14 мс. Випробування на зносостійкість

при $I=1500$ А, 30 вимиканнях у хвилину та швидкості розходження контактів 0,8–0,9 м/с свідчать, що після 2500 вимикань знос розривних контактів складає $\sim 0,35$ мм. А повне зношення базових напайок цих контактів спостерігається після $(5,8\dots 6,2)\cdot 10^3$ циклів «увімкнуто-вимкнуто» у контакторів без повітряного вдування і $(2,2\dots 2,6)\cdot 10^3$ циклів у контакторів з повітряним вдуванням, що є недостатнім для існуючих умов експлуатації.

В Інституті проблем матеріалознавства імені І. Н. Францевича, НАН України було проведено порівняльні дослідження особливостей руйнування робочих шарів контактів, виготовлених з різних матеріалів: дисперсностійкого $\text{Cu}-(\text{Cr}_2\text{O}_3, \text{Cr}_3\text{C}_2)$, шаруватого парофазного конденсату $\text{Cu}-\text{Mo}-\text{Zr}-\text{Y}$, і традиційного електроконтактного композиційного матеріалу (КМ) $\text{W}-\text{Ni}-\text{Cu}$. Виявлено наявність різних по характеру зон механічного і ерозійного зносу робочих шарів і зміну їх розмірних співвідношень для вивчених матеріалів.

Відповідно до особливостей теплової дії в цих зонах реалізуються різні механізми електричної ерозії, що призводять до руйнування матеріалу контактів. Розширення області дії дугового розряду з формуванням розплаву пов'язане із збільшенням ролі електричної ерозії в рідкій фазі. Цей механізм приводить до утворення і витискування розплаву на периферію, внаслідок чого спостерігається «бахрома» за геометричними розмірами контактів з КМ виробництва «ДИСКОМ».

Формування розплаву в системі $\text{Cu}-\text{Mo}-\text{O}$, пониження його температури плавлення в результаті утворення CuMoO_4 і евтектики зберігає цей розплав у області дії дугового розряду, з порами і раковинами у кратерів у робочому

шарі шаруватого контакту. Ослаблені порами і раковинами межі між напайками і контактотримачами, а також ослаблені сегрегаціями домішок межі між макрошарами в самій пластині парофазного конденсату, містять додаткові небезпечні перетини, що приводять до руйнування.

Контакти, виготовлені методами порошкової металургії з матеріалів в системі $\text{Cu}-\text{Ni}-\text{W}$, при комутації струму виявляють повільно протікаючі процеси ерозії в парогазовій фазі: випаровуються ділянки міді з прикордонних об'ємів, які піддаються окисленню, визначаючи морфологію і чорно-коричневий відтінок кольору поверхні робочого шару, так і активні процеси руйнування в твердій і рідкій фазах.

Порівняльне дослідження особливостей руйнування електричних контактів з нових матеріалів і традиційних електроконтактних КМ в системі $\text{Cu}-\text{Ni}-\text{W}$ свідчить про перевагу останнього, його здатність чинити опір як механічним, так і тепловим навантаженням, характерним для експлуатації даних комутаційних апаратів.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баб'як М. О. Дослідження структури та деяких властивостей контактних матеріалів контакторів електровозів змінного струму / М. О. Баб'як, О. А. Тетерко, Р. В. Мінакова // Електротехніка і електромеханіка. – 2005. – С. 93–96.
2. Захарченко Д. Д. Тяговые электрические аппараты. – М.: Транспорт, 1991. – 247 с.
3. Электровоз ВЛ80^Т. Руководство по эксплуатации. – М.: Транспорт. 1977. – 568 с.

Надійшла до редколегії 07.06.2007 р.

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

Для рассмотрения вопросов по обеспечению условий плавности движения и оптимизации работы железнодорожного пути предложено ввести понятия систем качественной оценки работоспособности и развернутой диагностики.

Для розгляду питань по забезпеченню умов плавності руху і оптимізації роботи залізничної колії запропоновано ввести поняття систем якісної оцінки працездатності і розгорненої діагностики.

For consideration of questions on providing of terms of smoothness of motion and optimization of work of railway way it is suggested to enter the concepts of the systems of high-quality estimation of capacity and unfolded diagnostics.

Качество железнодорожного пути в описательном его понятии – свойство, делающее его работоспособным в заданных условиях эксплуатации железнодорожной линии.

Качество пути определяется проектом и его выполнением. Следовательно, можно говорить о качестве проектирования, изготовления, укладки и содержания. Важнейшая цель повышения качества заключается в доведении технической деятельности до такого уровня, которое исключало бы все отступления от норм. Поэтому, прежде всего, необходима разработка системы однозначных критериев оценки качества.

Разнообразные качественные показатели, характеризующие состояния конструкции железнодорожного пути делятся на две группы: численные и альтернативные. Причем многие численные характеристики поддаются альтернативной оценке, как, например, геометрические параметры железнодорожного пути, который может рассматриваться как система двух рельсовых нитей, оцениваемых по положению в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Для создания такой методики необходимо систематизировать существующие показатели, при необходимости добавить новые и разработать соответствующую систему диагностики. Это даст возможность оптимизировать нормы на наработку верхнего строения пути. Такая оптимизация позволит, во-первых, назначить соответствующий ремонт до накопления в верхнем строении пути таких деформаций, которые не удастся устранить с относительно малыми затратами, и, во-вторых, обеспечить возможно минимальное число таких ремонтов в течение периода эксплуатации конструкции железнодорожного пути (между сплошными сменами).

Единая стройная методика оценки работоспособности железнодорожного пути на сети дорог должна базироваться на системе мониторинга всех элементов, составляющих его конструкцию. Такая система мониторинга должна создаваться как комплекс различных методов диагностики и режимных наблюдений, учитывающий многообразие инженерно-геологических и техногенных условий, причины и типы деформаций каждого элемента конструкции пути и их взаимосвязь. Создание такой системы мониторинга позволит объединить все диагностические средства в одно целое, что даст возможность оценить эффективность их использования и определить направления по их развитию и усовершенствованию, а также установить их совокупность для конкретных условий. Комплексное, продуманное и согласованное использование средств диагностики позволит получать реальную информацию о железнодорожном пути, при этом она будет систематизированной, а не отрывочной, каковой она является.

Рассмотрим необходимость, возможность и направления разработки единой стройной методики оценки работоспособности железнодорожного пути и развернутой диагностики железнодорожного пути.

Возникновение упругих деформаций в любой нагруженной конструкции неизбежно, также неизбежны и обусловленные этими деформациями перемещения отдельных точек конструкции. Рассмотрим происходящие в конструкции железнодорожного пути изменения, вызванные приложением нагрузки к рельсам. Такие элементы как песчаная подушка, балластный слой, прокладки, подкладки и деревянные шпалы будут испытывать как перемеще-

ния, так и деформации, рельсы и железобетонные шпалы - преимущественно перемещения, а земляное полотно - только деформацию. Совокупность деформации и перемещения элементов, составляющих конструкцию железнодорожного пути, либо их частей и представляет собою деформативность железнодорожного пути.

Необходимость создания единой стройной методики оценки работоспособности железнодорожного пути, основанной на оценке деформативности пути, обусловлена следующими предпосылками:

1. Если рассматривать конструкцию железнодорожного пути как целостную систему, состоящую из отдельных элементов (рельсов, креплений, шпал, балласта, земляного полотна), подверженных изнашиванию в процессе эксплуатации, то на существующем этапе нет единой стройной методики оценки работоспособности такой системы.

2. До сих пор отсутствует рекомендация об оптимальной жесткости пути с точки зрения продления его срока эксплуатации.

3. Конструкция рельсошпальной решетки бесстыкового пути предусматривает укладку по длине пути однотипных элементов с одинаковыми характеристиками. Такие элементы как рельсовые плети и железобетонные шпалы соответствуют этим требованиям, а крепления не отвечают им. В работе крепления немаловажное значение играют материал и толщина прокладок, так как именно они характеризуют жесткость крепления. Согласно [1] жесткость прокладок ПРЦП-4, ПНЦП 31-1, может изменяться на 8 %, ПРП-2 из полиуретана на 533%, а ПРП-2 из полиэтилена на 200%, а несовпадение толщины может колебаться в пределах 3 мм, что также вносит разброс в жесткость крепления. Таким образом, жесткость однотипных креплений с прокладками соответствующими техническим требованиям, расположенных на соседних шпалах может значительно различаться, что сводит на минимум все усилия по обеспечению равножесткости бесстыковой конструкции железнодорожного пути даже при использовании подготовленного подшпального основания и однотипных конструкций железобетонных шпал и рельсовых плетей. Что еще раз доказывает необходимость нормирования деформативности пути.

4. Если железнодорожный путь с железобетонными шпалами уложен на неподготовленное подшпальное основание (при этом модуль деформации грунта $E_{гр} \leq 20$ МПа, а модуль

деформации щебня $E_{щ} = 100$ МПа), то крепления не выполняют полностью свою функцию и деформация конструкции пути происходит за счет деформации земляного полотна. Так, при неподготовленном земляном полотне, доля прогибов земляного полотна составляет 86...96 %, рельсошпальной решетки – 2...4 %, балластного слоя – 2...10 %. А при подготовленном земляном полотне ($E_{гр} \geq 50$ МПа, $E_{щ} = 100$ МПа), доля прогибов земляного полотна составляет 52...78 %, рельсошпальной решетки – 11...23 %, балластного слоя – 11...25 %. При меньших значениях модулей деформации щебня будет уменьшаться доля деформаций земляного полотна за счет увеличения доли балластного слоя, а доля рельсошпальной решетки останется такой же. В работе [2] на примере конструкции железнодорожного пути первой категории, было показано, как при различных характеристиках балластного слоя и земляного полотна изменяется доля прогибов рельсошпальной решетки. Таким образом, чтобы эффективно использовать крепления необходимо для каждого существующего типа крепления установить его оптимальный режим работы, то есть интервал значений модуля упругости подшпального основания. А разработка требований к жесткости крепления в зависимости от модуля упругости подшпального основания даст возможность качественно разрабатывать их конструкцию.

5. При подготовленном земляном полотне и больших значениях модулей деформации слоя щебня или щебня и стабилизирующего слоя, а также эффективно используя жесткость крепления, долю прогибов земляного полотна, можно уменьшить до 5 %. Это, во-первых, продлит срок службы земляного полотна и сократит расходы по его содержанию и ремонту, и, во-вторых, задача по определению и обеспечению оптимальной жесткости бесстыкового пути будет решаться только за счет использования усовершенствованных или вновь разработанных упругих элементов конструкции.

6. Следующим аспектом, требующим ввода дополнительного критерия оценки пути, то есть ввода оценки деформативности пути является назначение комплексно-оздоровительных ремонтов. Изменение геометрии параметров рельсовой колеи (ширина колеи, положение по уровню и в плане, просадки рельсовых нитей) и конструкции пути в целом (величина плеча балластной призмы и обочина, откосы балласта и земляного полотна) напрямую связаны с из-

менением состояния каждого элемента конструкции железнодорожного пути (гнилость шпал, загрязненность балластного слоя, состояние креплений, состояния земполотна). Поэтому нельзя рассматривать изменения одних параметров без учета других. Комплексно-оздоровительный ремонт проводят для обеспечения равноупругости подшпального основания и выполняют работы по сплошной выправке и рихтовке пути, очистке загрязненного балласта в местах выплесков, замене негодных элементов верхнего строения пути. Критериями назначения комплексно-оздоровительного ремонта являются количество отступлений и количество непригодных шпал и креплений. Так для назначения комплексно-оздоровительного ремонта для I, II и III категорий пути необходимо, чтобы на участке было 20 шт. (пог.м)/км второй степени и 3 шт. (пог.м)/км отступлений третьей и большей степени. Но на одну и ту же степень отступления приходится разное количество неисправностей: отступления по уровню и в плане, просадки, перекосы, а также их сочетания. Поэтому без информации о состоянии элементов конструкции пути планирование участков работ по восстановлению равноупругости железнодорожного пути не может быть оптимальным. Что также доказывает необходимость нормирования деформативности пути и установления взаимосвязи с существующими критериями оценки.

Существует только один интегральный параметр, используемый в расчетах, который характеризует деформативность конструкции железнодорожного пути – модуль упругости подрельсового основания в вертикальной плоскости. Ранее автором были предложены методика расчета его значений с учетом разнообразности элементов составляющих конструкцию пути и методика качественной оценки деформативности железнодорожного пути [2, 3]. Модуль упругости подрельсового основания можно представить как диагональ параллелепипеда. По сути, модуль упругости подрельсового основания в вертикальной плоскости – это вертикальная проекция диагонали параллелепипеда, модуль упругости подрельсового основания в горизонтальной (поперечной) плоскости – горизонтальная проекция, то же в продольной плоскости – продольная составляющая. Поэтому, ограничивая только одну составляющую (модуль упругости подрельсового основания в вертикальной плоскости) невозможно судить о модуле упругости подрельсового основания и как следствие о состоянии пути, так как неиз-

бежны деформации и перемещения элементов конструкции пути в поперечной или продольной плоскостях. Продольная составляющая модуля упругости подрельсового основания ограничена работой конструкции пути. Поэтому ограничение двух составляющих (вертикальной и горизонтальной) позволяет достоверно оценить данный параметр.

Свидетельствует ли данный факт о необходимости нормирования модуля упругости в горизонтальной плоскости? Оценка геометрических параметров железнодорожного пути, рассматриваемого как система двух рельсовых нитей, производится по положению в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Поэтому априори нормирование модуля упругости в горизонтальной плоскости также оправдано. Кроме того, горизонтальный модуль упругости подрельсового основания существенно влияет на устойчивость конструкции в целом, рост интенсивности бокового износа рельсов, рост повреждаемости рельсов в зимний период.

Можно ли решить поставленные задачи не вводя новый критерий оценки модуля упругости подрельсового основания в горизонтальной плоскости? Это возможно только при соблюдении следующих позиций:

1. Нормировать горизонтальную жесткость элементов.
2. Учесть влияния состояния элементов пути на формирование модуля упругости.
3. Учесть влияние геометрии рельсовой колеи на формирование модуля упругости.
4. При этом необходимо разделить модуль упругости подрельсового основания на модуль упругости подшпального основания и рельсошпальной решетки.

Что касается последнего пункта, то в результате такого разделения получим следующие преимущества: учтем особенность работы элементов из «сыпучих» материалов со свободными боковыми поверхностями, то есть балластного слоя и земляного полотна, и максимально используем ресурс скрепления в формировании модуля упругости подрельсового основания.

Рассмотрим выполнение первой позиции. Горизонтальная жесткость земляного полотна. Известно, что грунты представляют собой трехфазную пористую структуру, состоящую из частиц грунта, воды, воздуха и пара. При воздействии вибродинамической нагрузки в грунте происходит механическое разрушение между частицами, изменение порового про-

странства и изменение температуры всех фаз грунта. Это вызывает перераспределение частиц грунта, нарушает баланс влаги и пара. Измерения вертикальных перемещений характеризуют только осадку, то есть уплотнение пассивной твердой фазы грунта, но не позволяют оценить горизонтальные перемещения, которые являются основным показателем развития деформаций. Существуют разные способы диагностики несущей способности грунтов, в том числе и с определением изменения порового давления, который позволяет достоверно судить о стабильности грунтов, как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях. Но введение требований к грунтам, укладываемых в конструкцию пути по значениям модуля деформации E , плотности ρ , коэффициента пористости ε и влажности ω грунта могут гарантировать стабильность грунтов, как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях.

Поэтому требования по перечисленным критериям (E , ρ , ε , ω) к земляному полотну и балласту при устройстве и содержании позволяют оценивать деформативность подшпального основания в процессе эксплуатации только по его модулю упругости в вертикальной плоскости.

В подшпальном основании земляное полотно имеет наибольший срок эксплуатации. При стабильном земляном полотне, во время проведения очистки щебня необходимо слой балласта возвращать к тем параметрам, которые были заложены при его устройстве. Технологии производства работ определяют степень уплотнения балластного слоя, что в свою очередь, определяет период стабилизации отремонтированного пути, а также влияют на скорости обращения поездов после выполнения ремонтно-путевых работ. Использование динамического стабилизатора на заключительном этапе отделочных работ не позволяет добиться качественного уплотнения балластного слоя. Требуемая степень уплотнения балласта после ремонтно-путевых работ с глубокой очисткой щебня 20-21 % [4]. При этом период стабилизации равен нулю. Фактическая степень уплотнения балласта при ремонтах 10-14 %, при этом период стабилизации 1,0-1,5 млн. т бр. Поэтому существует необходимость в технологии послойного уплотнения балластного слоя. Толщина слоя, подлежащая уплотнению по строительным нормам должна составлять 15-20 см. С учетом того, что максимальная толщина балластного слоя на дорогах Украины для I категории пути составляет 40 см, то необходимо про-

водить уплотнение балластного слоя 2 раза. Технологическая цепочка такого уплотнения: работа щебнеочистительной машины – проход динамического стабилизатора – выгрузка нового щебня – подъемка пути – проход динамического стабилизатора.

Не последнее место занимает вопрос об использовании геоматериалов в конструкции железнодорожного пути для ее усиления или стабилизации. Существуют следующие виды геоматериалов: тканый, нетканый, вязанный, сетка, решетка, мембрана. Все они обладают различными функциями и свойствами, и их применение может способствовать как усилению и стабилизации конструкции железнодорожного пути, так и ее ослаблению.

Предпочитают укладку георешетки в качестве армирующего элемента в балластном слое. При этом модуль упругости подрельсового основания в вертикальной плоскости увеличивается в 1,23...2,16 раз, в зависимости от типа решетки и количества ее слоев. Но использование этого эффективного способа приводит к тому, что при засорении балластного слоя, дабы не повредить георешетку очищают только щебень находящийся на 5 см выше решетки. Поэтому минимально 10 см щебня (при укладке одного слоя решетки) и максимально 40 см щебня (при двух слоев) остаются не очищенными. В результате под очищенным щебнем образуется слой, аккумулирующий грязь и влагу и, создающий благоприятные условия для вымывания (перемещения) частиц грунта, тем самым, приближая момент появления деформаций земляного полотна. Если же укладывать геотекстиль, то при слабом подшпальном основании под действием нагрузки он или деформируется или рвется. Поэтому существует необходимость в разработке технологии укладки георешетки с геотекстилем или геотекстиля со стабилизирующим слоем в подбалластном или в верхнем слое земляного полотна, используя не только армирующие, но и разделительные свойства геоматериалов.

Горизонтальная жесткость рельсошпальной решетки (при установленных критериях подшпального основания) в основном определяется горизонтальной жесткостью скрепления. Поэтому для оценки деформативности рельсошпальной решетки достаточно разработать требования к вертикальной и горизонтальной жесткости скрепления в зависимости от модуля упругости подшпального основания.

Диагностика деформативности железнодорожного пути должна базироваться на существ-

вующих способах измерения. Так как основным параметром для оценки деформативности служит прогиб рельса или других элементов, то для диагностики данной величины возможно использование путеизмерительного вагона и нагрузочного диагностического комплекса. Но данные, получаемые после прохода указанных средств представляют собой качественную оценку деформативности пути в целом, так как могут указать наличие или отсутствие отклонения от принятого для данной конструкции пути исправного состояния, но не могут определить конкретную причину, вызвавшую неисправность, и элемент, который подлежит ремонту. Стационарный модульный вагон позволяет проанализировать вертикальную и горизонтальную жесткость пути, оценить вклад каждого элемента и наличие люфтов в формировании деформативности конструкции пути. Поэтому для регулярных наблюдений можно использовать передвижные средства диагностики (путеизмерительные вагоны и тележки, нагрузочные устройства и георадарные комплексы), а при сплошных сменах использовать стационарные средства (модульное устройство, тензодатчики, месдозы, датчики порового давления, тепловизоры), в зависимости от конкретных условий ремонтируемого участка.

Выше изложенное приводит к следующим заключениям:

1. Для достоверной оценки состояния конструкции железнодорожного пути и его изменения необходимо ввести качественную оценку деформативности железнодорожного пути.

2. Для обеспечения качества проектирования, изготовления, укладки и содержания железнодорожного пути необходимо систематизировать существующие показатели его оценки и привести их в соответствие с оценкой деформативности конструкции.

3. Для оптимизации нормы на наработку

верхнего строения пути необходимо провести исследования и установить зависимость между деформативностью и работоспособностью железнодорожного пути.

4. Для повышения безопасности движения поездов и снижения эксплуатационных потерь необходимо разработать систему развернутой диагностики железнодорожного пути, включающей мониторинг всех элементов конструкции пути.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Яковлев В. О. Практичні рекомендації щодо проведення вхідного контролю якості матеріалів верхньої будови колії / В. О. Яковлев, К. В. Мойсеєнко, В. В. Говоруха // Нормативне виробничо-практичне видання, затверджене від 30.01.2003 р. № ЦП-7/72. – Д., 2003. – 196 с.
2. Методика расчета характеристик стабилизирующего слоя / Бондаренко И. А. // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. імені акад. В. Лазаряна. – Вип. 14. – Д., 2007. – С. 76-80.
3. К вопросу определения модуля упругости пути в вертикальной плоскости / Бондаренко И. А. // Транспортні системи і технології, вип. 5, – К.: КУЕТТ, 2004. – С. 16-27.
4. Гапеенко Ю. В. Комплексные технологии уплотнения балластного слоя при ремонтах пути / Современные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации железнодорожного пути. Тр. III-й науч.-техн. конфер. – М., 2006. – С. 185-186.

Надійшла до редколегії 30.05.07.

ПОСТРОЕНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЭВОЛЬВЕНТНОЙ МОДЕЛИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПЕРЕУСТРОЙСТВА ПЛАНА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ЛИНИИ

Розглянута побудова моделей для існуючого і проектного положень плану залізничної колії в методи евольвент і оптимізація проектного рішення.

Рассмотрено построение моделей для существующего и проектного положений плана железнодорожно-го пути в методе эвольвент и оптимизация проектного решения.

Construction of models for existing and design positions of the plan of a railway in a method of evolvents and optimization of the design decision is considered.

Эвольвентная модель, при которой сдвиг определяется как разность между проектной и существующей эвольвентой, является одной из самых распространенных. В то же время имеется ряд нерешенных проблем при построении эвольвентной модели, особенно для проектного варианта при сложном плане линии.

Как известно, эвольвента является интегралом от угла поворота, а угол поворота – интегралом от кривизны. Это позволило почти столет назад создать достаточно простую методику расчета, при которой интегрирование заменялось суммированием. Необходимость в универсальном подходе к разным способам съемки, а особенно появление новых способов съемки [1] и их уравнивание [2], приводят к необходимости определения координат отдельных точек пути, при этом расстояние между отдельными точками, как правило, не является постоянной величиной. Это не позволяет заменять интегрирование суммированием. Кривизна отдельных точек существующего пути может определяться либо традиционным недостаточно точным способом, при котором считается, что три соседних точки лежат на круговой кривой, либо путем построения сплайновой модели существующего пути [3].

По значениям кривизны отдельных точек методами численного интегрирования определяются углы и эвольвенты для существующей кривой.

При определении проектных параметров и соответствующих им эвольвент необходимо обеспечить вписывание проектного решения в исходные прямые и нулевой сдвиг в конце участка. Для однорадиусных кривых эта задача решается просто, но для сложных участков плана построение проектной эвольвенты вызывает определенные трудности.

В учебнике [4] проф. Гавриленков А. В. предложил математическую модель для построения проектных эвольвент в виде системы уравнений. В этом случае уравнение эвольвенты для прямой $Y = a_0 + a_1 k$; для круговой кривой – $Y = c_0 + c_1 k + c_2 k^2$; для переходной кривой – $Y = b_0 + b_1 k + b_2 k^2 + b_3 k^3$.

Количество уравнений модели при N радиусах составляет (7N-4). Так система уравнений для двухрадиусной кривой

$$\left\{ \begin{array}{l} 0 = b_{10} + b_{11}k_1 + b_{12}k_1^2 + b_{13}k_1^3 \\ 0 = b_{11} + 2b_{12}k_1 + 3b_{13}k_1^2 \\ 0 = 2b_{12} + 6b_{13}k_1 \\ b_{10} + b_{11}k_2 + b_{12}k_2^2 + b_{13}k_2^3 = c_{10} + c_{11}k_2 + c_{12}k_2^2 \\ b_{11} + 2b_{12}k_2 + 3b_{13}k_2^2 = c_{11} + 2c_{12}k_2 \\ 2b_{12} + 6b_{13}k_2 = 2c_{12} \\ c_{10} + c_{11}k_3 + c_{12}k_3^2 = b_{20} + b_{21}k_3 + b_{22}k_3^2 + b_{23}k_3^3 \\ c_{11}k_3 + 2c_{12}k_3 = b_{21} + 2b_{22}k_3 + 3b_{23}k_3^2 \\ 2c_{12} = 2b_{22} + 6b_{23}k_3 \\ b_{20} + b_{21}k_4 + b_{22}k_4^2 + b_{23}k_4^3 = c_{20} + c_{21}k_4 + c_{22}k_4^2 \\ b_{21} + 2b_{22}k_4 + 3b_{23}k_4^2 = c_{21} + 2c_{22}k_4 \\ 2b_{22} + 6b_{23}k_4 = 2c_{22} \\ c_{20} + c_{21}k_5 + c_{22}k_5^2 = b_{30} + b_{31}k_5 + b_{32}k_5^2 + b_{33}k_5^3 \\ c_{21} + 2c_{22}k_5 = b_{31} + 2b_{32}k_5 + 3b_{33}k_5^2 \\ 2c_{22} = 2b_{32} + 6b_{33}k_5 \\ b_{30} + b_{31}k_6 + b_{32}k_6^2 + b_{33}k_6^3 = a_{20} + a_{21}k_6 \\ b_{31} + 2b_{32}k_6 + 3b_{33}k_6^2 = a_{21} \\ 2b_{32} + 6b_{33}k_6 = 0 \end{array} \right.$$

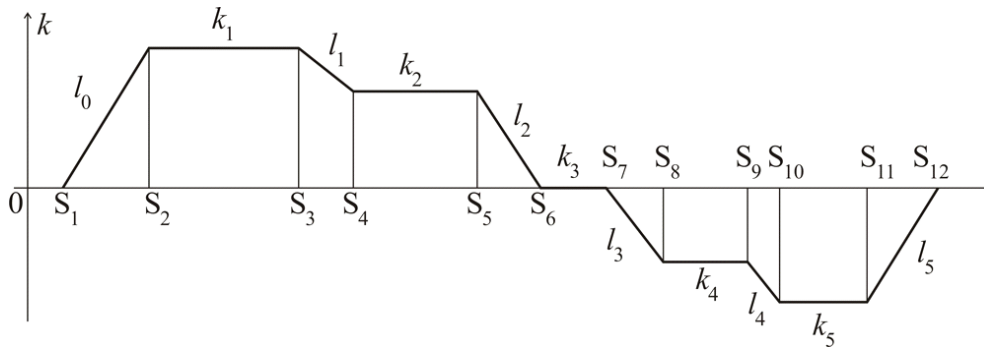


Рис. 1

При увеличении количества радиусов модель вызывает достаточно сложные и громоздкие вычисления, кроме того, в данной модели не обеспечивается вписывание проектного варианта в те же прямые.

На основе анализа линейной модели А. В. Гавриленкова автору удалось получить рекуррентную эвольвентную модель плана [5], описывающую участки, содержащие сколь угодно прямых и кривых разных направлений (рис. 1). Модель позволяет определять эвольвенту в отдельных точках круговой и переходной кривой при любом их количестве по достаточно простым рекуррентным формулам:

$$\begin{aligned} \text{Экк}_{n+1} &= \text{Экк}_n + \\ &+ \frac{1}{2} \left[(s - S_n - l_n)(s - S_n) + \frac{l_n^3}{3} \right] (k_{n+1} - k_n), \\ \text{Энк}_n &= \text{Экк}_n + \frac{(s - S_n)^3}{6l_n} (k_{n+1} - k_n), \end{aligned}$$

где n – номер прямой или круговой кривой; s – расстояние от начальной точки, k – кривизна отдельных элементов; S – ординаты отдельных точек; l – длины переходных кривых.

Результаты расчетов по этой модели проверялись путем сравнения с традиционными расчетами, а также с расчетами по программам О. А. Андрианова, В. Б. Бредюка, В. А. Бучкина.

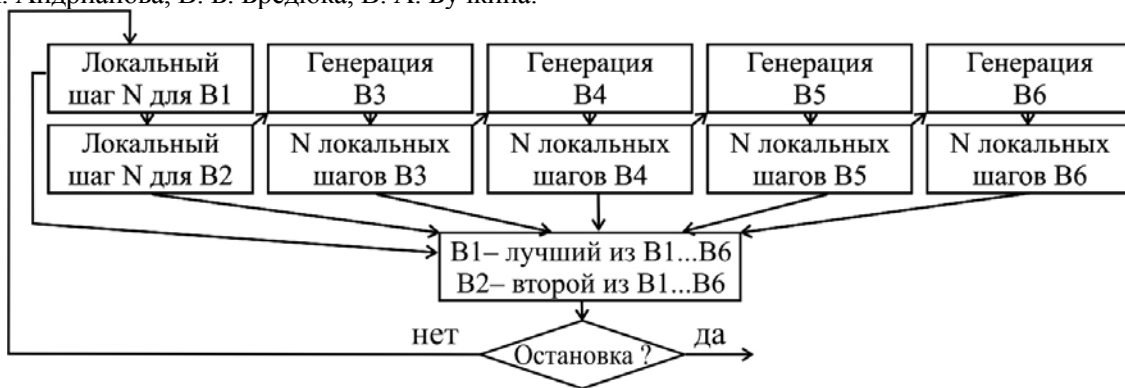


Рис. 2

Любой вариант проектного решения может быть однозначно описан вектором Π , который состоит из длин всех переходных и круговых кривых, радиусов круговых кривых, длин прямых. Вектор Π проектируется на допустимую область, т. е. обеспечивается: нахождение всех его составляющих в заданных диапазонах; равенство углов поворота проектного и существующего положений; сдвиг в конце, равный заданному.

Наибольший интерес при проектировании представляет нахождение такого вектора Π , при котором будет наименьшим заданный проектировщиком критерий оптимизации. В качестве критерия в разных программах используются разные подходы, поэтому автор предлагает на выбор проектировщика три варианта критерия: минимум суммы модулей сдвигов; квадратов сдвигов или затрат на выполнение работ.

Анализ задачи оптимизации вектора Π показывает, что она в большинстве случаев носит многоэкстремальный характер. Поэтому для ее решения целесообразно использовать методы глобальной оптимизации. Поскольку в данной задаче присутствует явно нелинейный характер, а многие из ограничений и критериев могут оцениваться только алгоритмически, целесообразно применить для решения задачи глобальный случайный поиск [6] (рис. 2).

В этом случае поиск ведется по двум базовым вариантам $B1$ и $B2$, которые делают очередной шаг локального поиска N . После этого разными алгоритмами генерируется еще 4 варианта, каждый из которых может сделать N шагов локального поиска. Если на каком-то шаге поиска критерий сгенерированного варианта окажется худшим, чем у всей системы на соответствующем шаге, поиск для этого варианта прерывается. Из шести полученных вариантов оставляют только два и поиск продолжается.

Каждый шаг локального случайного поиска выполняется по следующему алгоритму (рис. 3).

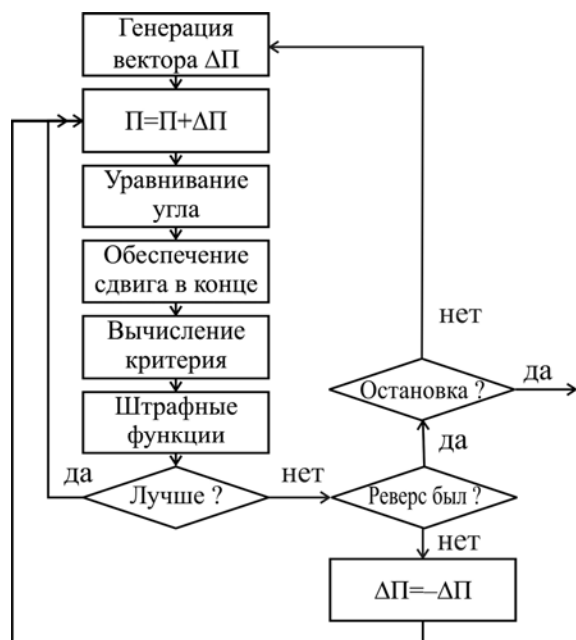


Рис. 3

Одним из нескольких способов генерируется вектор изменения параметров $\Delta \vec{I}$. Способ генерации выбирается случайно, вероятность выбора того или иного способа меняется в зависимости от его эффективности.

В результате получаем новый вектор проектных параметров Π . Для этого вектора выполняется процедура проектирования на допустимую область и определяется значение критерия. Ограничения на пикетаж и сдвиги в отдельных точках реализуются через штрафные функции.

Если значение критерия улучшилось, то продолжаем спуск в том же направлении, т. е. с тем же вектором изменения параметров. Если значение критерия ухудшилось, то вначале делается попытка реверса, т. е. изменения знаков в векторе изменения параметров на противополо-

жные. Если реверс уже применялся, то генерируется новый вектор.

Самым сложным для оптимизации методами случайного поиска является определение правила остановки. Поскольку шаг изменения параметров предусмотрен адаптирующимся, то одно из правил остановки – уменьшение шага до наперед заданной величины.

Описанный подход использован в программе автора [7], которая используется во всех дистанциях пути Укрзалізниці и в ряде проектных организаций Украины и России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Корженевич И. П. Новые способы съемки железнодорожных кривых // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. імені акад. В. Лазаряна. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, – 2006. – № 12. – С. 64–68.
2. Корженевич И. П. Комбинированный способ съемки плана железнодорожной линии // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, – 2007. – № 14. – С. 81–85.
3. Корженевич И. П. Математическая модель плана существующего железнодорожного пути // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, – 2007. – № 15. – С. 48–51.
4. Изыскания и проектирование железных дорог / И. В. Турбин, А. В. Гавриленков, И. И. Кантор и др.; Под ред. И. В. Турбина. – М.: Транспорт, 1989. – 479 с.
5. Корженевич И. П. Рекуррентная математическая модель плана железнодорожного пути // Ресурсосберегающие технологии в транспортном и гидротехническом строительстве: Межвуз. сб. науч. тр. – Д. – 1996. – Вып. 2. – С. 63–64.
6. Корженевич И. П. Алгоритм оптимизации трассы, основанный на принципах случайного поиска // Рукопись представлена Днепроп. ин-том инж. жел.-дор. трансп. Деп. в ЦНИИТЭИ, № 2035-82. Реферат опубликован в РЖ ВИНТИ «Железнодорожный транспорт», 1983, – № 2, реф. 2Г5-83. – Д. – 1982. – 9 с.
7. Корженевич И. П. Программа расчетов переустройства (выправки) плана одного железнодорожного пути – Желдорплан // Автоматизированные технологии изысканий и проектирования. – Минск, 2006. – № 3. – С. 13–16.

Поступила в редколлегию 29.03.2007.

ВТРАТИ ЧАСУ РУХУ ПОЇЗДІВ НА ДІЛЯНКАХ ОБМЕЖЕННЯ ШВИДКОСТІ

Встановлені аналітичні залежності між втратами часу руху та швидкістю, що обмежує рух поїздів.

Определение аналитической зависимости между потерями времени движения и скоростью, которая ограничивает движение поездов.

The analytical dependence of the time loss from the speed which limits train movement has been defined.

Вступ

Одним з важливих показників, які характеризують роботу залізничного транспорту, є графік руху поїздів. Однак досягти 100 % виконання його у всіх видах сполучення ще не вдалося. Основною причиною затримок є наявність попереджень, вплив «вікон». Так, у 2006 році затримки від різних господарств Укрзалізниці склали близько 900 год, третина з яких припадає на колійне господарство [1]. Детальний розподіл затримок поїздів показано на рис. 1.

Обмеження швидкостей на залізницях – досить розповсюджене явище. Деякі обмеження, наприклад, як через модернізацію або капітальний ремонт (несвоєчасне проведення ремонтів), враховуються при складанні графіку руху поїздів, інші ж виникають раптово і призводять до

збоїв в русі поїздів. Так, у 2006 році по Укрзалізниці було 162 834 випадків неграфікових зупинок поїздів з додатковими витратами на тягу поїздів 5,43 тис. туп енергоресурсів орієнтовною вартістю 7,4 млн грн [2] (рис. 2).

При розв'язуванні різних задач, що пов'язані з рухом поїздів, приходится визначати час руху, швидкості руху та інші експлуатаційні показники. Як правило, ці показники визначаються без урахування короткотривалих обмежень швидкостей руху, які з'являються в процесі експлуатації залізниць і також впливають на режим руху поїзда. Ігнорування наявності короткотривалих обмежень швидкості може призвести до прийняття неправильного рішення при проектуванні реконструкції залізниці.

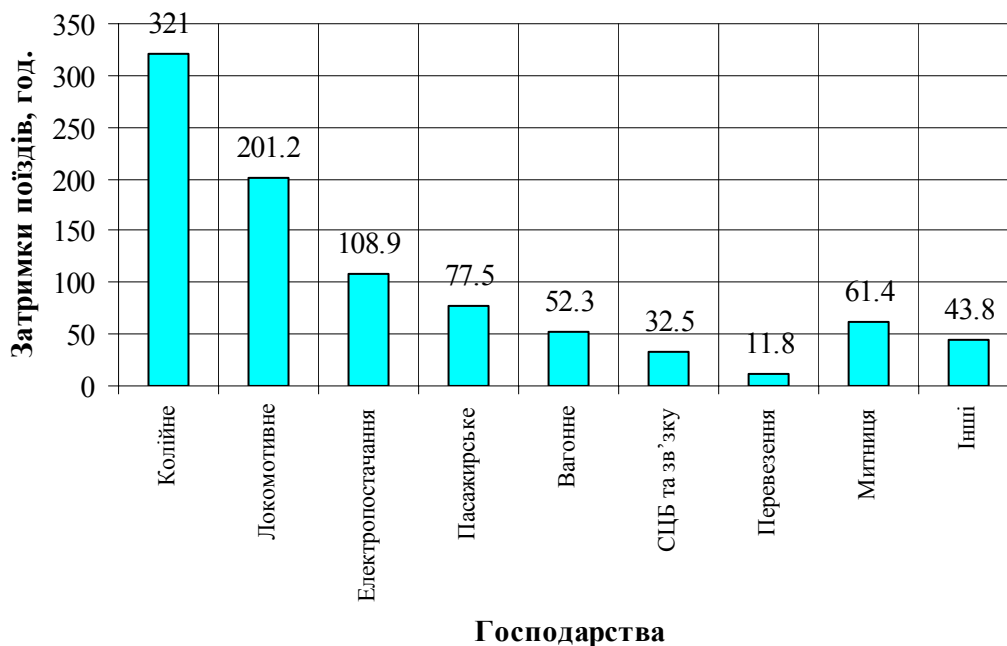


Рис. 1. Затримки поїздів у 2006 році по Укрзалізниці

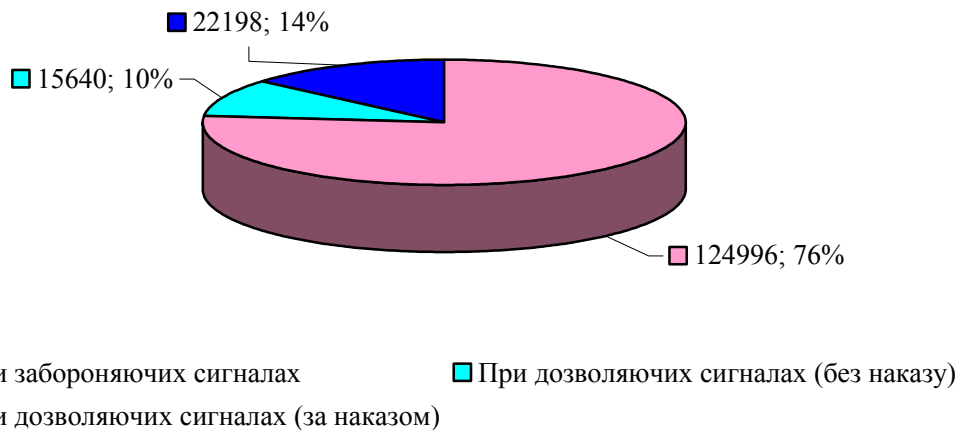


Рис. 2. Неграфікові зупинки поїздів (одиниці й відсотки) по Укрзалізниці за 2006 рік

Нині на залізницях України експлуатується 1300 км головної колії, що потребують термінової модернізації. Поставлено завдання оновити 1375 км головних колій, що вдвічі більше, ніж обсяг робіт минулого року.

Планом модернізації основних засобів у колійному господарстві на 2007 рік передбачено виконання робіт на загальну суму 1 млрд 600 млн грн. З них 125 млн грн. буде спрямовано на ремонт колійних машин, 750 млн грн. піде на закупівлю нової колійної техніки. Оздоровлення колійного господарства дасть можливість збільшити пропускну спроможність залізниць, підвищити швидкість та безпеку руху. Сьогодні середня хода швидкість пасажирських поїздів складає майже 90 км/год. У 2008 р. після виконання робіт з модернізації та оновлення колії середня швидкість становитиме 100 км/год [3].

Постановка задачі

Поява попереджень з обмеження швидкості руху поїздів на тих чи інших ділянках залізниці залежить від багатьох факторів: пропущеного тоннажу, вантажонапруженості, осьових навантажень, поздовжнього профілю тощо.

Втрати часу руху поїздів при виникненні обмежень залежать від плану і профілю залізниці, встановлених максимальних швидкостей руху і рівня обмежень швидкостей та тривалості їх дії, а також від розташування ділянок, на яких вони діють.

Щоб досягти встановленого рівня швидкості, необхідно виявити ділянки, на яких усунення обмежень швидкості руху поїздів призведе до найбільшого ефекту, величина якого залежить від темпів зростання швидкості руху, зменшення часу руху та зниження витрат енергії.

У даній роботі на прикладі Придніпровської залізниці було розглянуто вказану проблему. Для

її вирішення запропоновано методику щодо визначення для будь-якої ділянки залізниці, що обмежує швидкість, діапазону змін часу руху поїздів.

Методика дослідження

Дослідження щодо поставленої задачі виконувалися за допомогою тягово-експлуатаційної моделі, що розроблена на кафедрі «Проектування і будівництво доріг» ДПТУ. Така модель дозволила визначити час руху поїзда по заданій ділянці, допустимі швидкості руху поїздів в залежності від плану лінії, параметрів поздовжнього профілю, характеристик рухомого складу, обмежень швидкості руху на станціях та інших бар'єрних місцях; а також витрати, що пов'язані з рухом поїздів (вантажного й пасажирського).

До розрахунку приймалися наступні вихідні дані: рух вантажних поїздів середньою масою 3 600...4 600 т (згідно з Наказом «Про нормативи графіка руху вантажних поїздів на 2006-2007 рр.»), тип локомотива – ВЛ8, максимальна швидкість – 90 км/год. Довжина ділянки обмеження – 1 000 м та рівень швидкості, що обмежує рух поїздів – 25 км/год і 40 км/год (що складають по Придніпровській залізниці майже 59 % серед постійних і 44 % серед тривалих та є найбільш несприятливими). Також розглядався рух пасажирських поїздів з локомотивом ЧС-7 масою 1 000 т. Моделювалась ситуація, коли виникає одночасно одне чи декілька обмежень, розташованих як скупчених, так і розосереджені по довжині ділянки.

Чисельна оцінка втрат часу руху поїздів на кожному перегоні отримана на основі тягових розрахунків. Ділянки з обмеженням швидкості розглядалися як випадкові – за місцем їх розташування на поздовжньому профілі. Застосування такої методики дозволило виявити найбільш несприятливі ділянки за величиною енергетичних витрат.

Поява обмежень швидкості руху впливає не лише на енергетичні витрати, але й на значення ходової швидкості руху. Так, при дослідженні було виявлено такі ділянки, на яких поїзд може розігнатися до значення швидкості V_{\max} і рухатися з нею певну відстань (в залежності від параметрів поздовжнього профілю), але виникнення обмеження може призвести до того, що після його проходження поїзд не зможе досягти встановленої швидкості V_{\max} (рис. 3, а). Але зустрічаються й такі ділянки, на яких наявність обмеження не заважає поїзду знову виходити на задану швидкість V_{\max} (рис. 3, б).

Загальний вигляд ділянок, що досліджувалися, наведений на рис. 4.

На рис. 4 показано, що ділянка обмеження розташована на двох ухилах поздовжнього профілю (підйом і спуск) з різними значеннями ухилу i_1 і i_2 , що й приймалось до розрахунку. Таким чином, розглядалися різні комбінації як i_1 і i_2 , так і L_1 та L_2 , в тому числі такі, коли ділянка довжиною $L_{\text{обм}}$ знаходиться на одному ухилі. Значення ухилів поздовжнього профілю приймалися від 0 до 8 ‰.

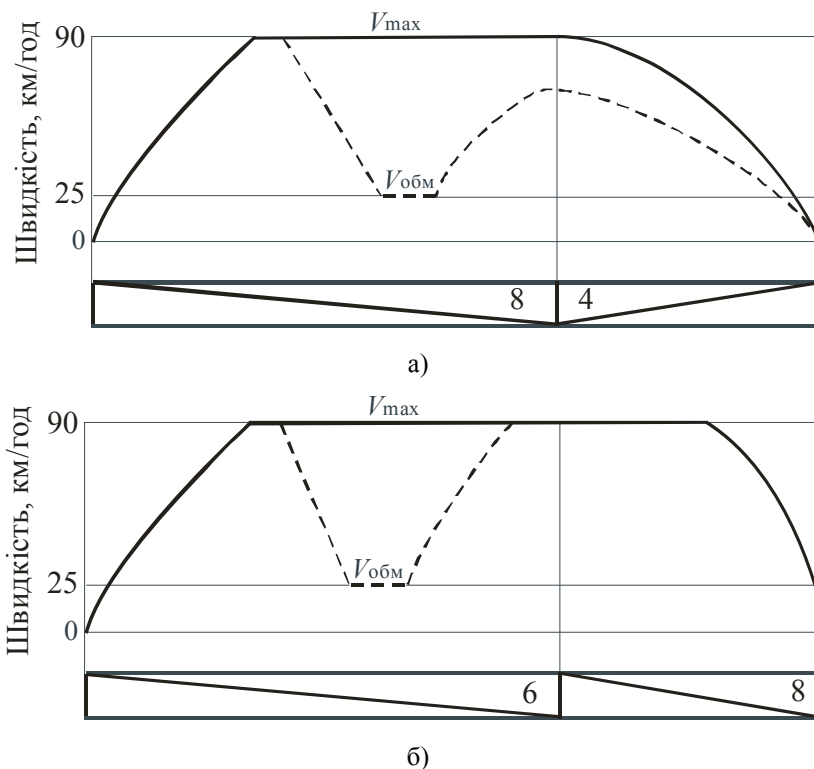


Рис. 3. Вплив розташування ділянки обмеження на поздовжньому профілі на швидкість руху: а) – після ділянки обмеження розташований підйом; б) – після ділянки обмеження розташований спуск)

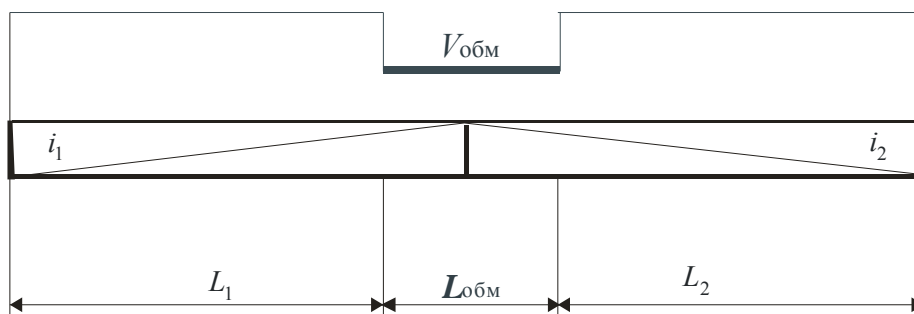


Рис. 4. Фрагмент поздовжнього профілю, що досліджувався

В результаті виконаних розрахунків і аналізу отриманих даних було виявлено такі ділянки, на яких виникнення обмеження швидкості є найбільш несприятливим за втратами часу ру-

ху, витратами електроенергії та за швидкістю руху. Окремі результати щодо втрат часу руху (для вантажних поїздів) наведено у табл. 1.

Найбільш несприятливі ділянки, на яких виникають обмеження швидкості руху поїздів за втратами часу руху

Ухил поздовжнього профілю, ‰			Втрати часу руху хв., на 100 км, ‰	
перед обмеженням	безпосередньо на обмеженні	після обмеження	$V_{обм} = 25$ км/ГОД	$V_{обм} = 40$ км/ГОД
Ділянка повністю розташована на спуску				
-8	-8	-8	6,7	3,9
-6	-6	-6	6,7	3,9
-4	-4	-4	6,3	2,9
-2	-2	-2	5,5	2,5
Ділянка обмеження розташована на спуску, а за нею – підйом				
-6	-6	0	5,0	2,5
-6	-6	4	6,3	3,7
-6	-6	8	5,9	3,5
-6	-2	4	7,5	4,9
-2	-6	6	5,6	3,3
Ділянка обмеження розташована на підйомі				
-8	6	6	5,0	2,0
-6	6	2	5,3	2,1
-4	2	6	5,3	2,1
Ділянка обмеження знаходиться на зломі профілю				
-8	-8/-2	-2	8,0	3,9
-4	-4/0	0	7,5	4,9
2	2/8	8	6,7	2,5
-2	-2/6	6	6,0	3,0
-6	-6/2	2	5,9	3,5
0	0/4	4	5,0	2,0

Як видно з табл. 1, до найбільших втрат часу руху призводять обмеження, що виникають на спуску (2,5...6,7 ‰) та на переломах поздовжнього профілю (2,0...8,0 ‰).

У табл. 2 наведено приклади найбільш несприятливих за енергетичними витратами ділянок. З табл. 2 видно, що найбільш несприятливі за енергетичними витратами є ділянки, на яких поїзд рухається на спуск. Зростання механічної роботи локомотива у такому випадку складають 17,2...19,5 ‰ при виникненні обмеження з рівнем швидкості 25 км/год та 13,9...16,4 ‰ при обмеженні з допустимою швидкістю 40 км/год в залежності від значення ухилу поздовжнього профілю. При цьому, чим більш пологий спуск, тим більше зростає механічна робота. Очевидно, це пов'язано з режимом руху поїзда. Поїзд, рухаючись на спуск в тяговому режимі досягає значення встановленої швидкості, а потім рухається в режимі регульовального гальмування. Якщо ж при цьому виникає обмеження, то зниження швидкості до $V_{обм}$ призводить до того, що після його проходження поїз-

ду знову необхідно рухатися в тяговому режимі для досягнення встановленої швидкості. Це призводить до зростання механічної роботи локомотива і, відповідно, до додаткових витрат електроенергії.

Як було зазначено вище, зустрічаються такі ділянки, на яких виникнення попередження призводить до того, що поїзд не може знову вийти на встановлену швидкість, з якою рухався до появи обмеження. В табл. 3 наведено окремі дані щодо зменшення швидкості при виникненні обмеження відносно встановленої швидкості. Найбільше зменшення швидкості спостерігається при русі поїзда на підйом (15,9...41,1 ‰) та на зломах поздовжнього профілю (15,3...40,9 ‰). Ці значення залежать від ухилу поздовжнього профілю та рівня швидкості, що обмежує рух поїздів. Так, наприклад, при русі на підйом з ухилом поздовжнього профілю 6 ‰, виникнення обмеження з рівнем допустимої швидкості 40 км/год зумовлює зниження швидкості на 15,9 ‰, а при допустимій швидкості 25 км/год – на 24,3 ‰.

Таблиця 2

Найбільш несприятливі ділянки, на яких виникають обмеження швидкості руху поїздів за енергетичними показниками

Ухил поздовжнього профілю, ‰			Зростання механічної роботи локомотива т км, на 100 км, %	
перед обмеженням	безпосередньо на обмеженні	після обмеження	$V_{обм} = 25$ км/ГОД	$V_{обм} = 40$ км/ГОД
Ділянка повністю розташована на спуску				
-8	-8	-8	17,2	13,9
-6	-6	-6	17,5	14,5
-4	-4	-4	18,1	15,3
-2	-2	-2	19,5	16,4
Ділянка обмеження розташована на спуску, а за нею – підйом				
-6	-6	0	11,2	9,3
-6	-6	4	9,9	8,1
-6	-6	8	7,3	6,0
-6	-2	4	8,6	7,2
-2	-6	6	6,6	5,5
Ділянка обмеження розташована на зломі профілю				
-4	-4/0	0	8,6	7,1
-6	-6/2	2	9,9	8,5
-8	-8/-2	-2	14,2	11,8

Таблиця 3

Найбільш несприятливі ділянки, на яких виникають обмеження швидкості руху поїздів за встановленою швидкістю

Ухил поздовжнього профілю, ‰			Зменшення встановленої швидкості при виникненні обмеження, %	
перед обмеженням	безпосередньо на обмеженні	після обмеження	$V_{обм} = 25$ км/ГОД	$V_{обм} = 40$ км/ГОД
Ділянка обмеження розташована на підйомі				
0	6	6	24,3	15,9
-4	6	6	39,1	23,2
-8	6	6	41,1	41,1
-4	2	6	37,5	33,0
-6	6	2	26,7	26,7
Ділянка обмеження розташована на спуску, а за нею – підйом				
-6	-6	0	10,0	–
-6	-6	4	10,0	7,8
-6	-6	8	11,1	8,9
-6	-2	4	22,2	21,1
-2	-6	6	21,1	17,8
Ділянка обмеження розташована на зломі профілю				
-2	-2/6	6	36,9	36,1
-4	-4/0	0	18,9	18,9
-6	-6/2	2	26,7	26,7
0	0/4	4	15,3	15,3
2	2/8	8	40,9	36,4

Як показали розрахунки, на час руху впливає не лише рівень швидкості обмеження, його довжина та параметри поздовжнього профілю і плану лінії, але й рівень встановленої швидкості на ділянці, де виникло обмеження. При цьому очікуваний час руху поїзда (хв.) по будь-якій ділянці пропонується визначати за наступним виразом:

$$t_{\text{руху}}^{\text{очік.}} = \sum_{i=1}^n (t_{\text{розрах.}} + t_{\text{розрах.}} \cdot a_i), \quad (1)$$

де n – кількість перегонів на заданій ділянці з різним рівнем встановленої швидкості руху;

$t_{\text{розрах.}}$ – час руху поїзда, що визначається тяговими розрахунками при максимально допустимій швидкості, хв;

a_i – коефіцієнт, що враховує виникнення обмеження на ділянці з певним значенням встановленої швидкості руху, рівень швидкості, що обмежує рух поїздів, а також кількість обмежень та їх довжину.

Коефіцієнт a_i було визначено для обмежень з рівнем допустимої швидкості 25, 40 і 50 км/год. У табл. 4 наведено значення коефіцієнта a_i при

виникненні одного, двох та трьох обмежень при русі пасажирського поїзда на будь-якій ділянці довжиною 100 км з рівнем швидкості 40 км/год та довжиною обмеження 1 км.

При складанні графіку руху поїздів по кожній ділянці закладається так званий диспетчерський резерв, але інколи його значення досить велике та не має достатнього обґрунтування і є резервом для підвищення швидкості руху поїздів. Це пов'язано з тим, що на різних напрямках залізниці характеристики ділянок відрізняються і використання однакового підходу до кожної з них не є раціональним. Викладена методика дозволяє виділяти ділянки з однаковими умовами і враховувати різні значення коефіцієнту a_i при встановленні диспетчерського резерву.

Слід відмітити наступне. Якщо розрахунки виконуються для ділянки довжиною 20...30 км, то параметри поздовжнього профілю суттєво впливають на час руху. Якщо ділянка більшої довжини, то можна використовувати усереднені показники (як пропонується в табл. 4), оскільки у такому випадку вплив від поздовжнього профілю буде менш виразним.

Таблиця 4

Значення коефіцієнту a_i

Встановлена швидкість руху, км/год	Кількість обмежень		
	1	2	3
60	0,019	0,057	0,151
80	0,038	0,076	0,167
100	0,057	0,094	0,189
120	0,065	0,132	0,197

Дуже важливим при підвищенні швидкості руху поїздів є наступний момент. Якщо до графіку руху поїздів закладались тривалі обмеження на рік, то при усуненні причин, що викликали це обмеження, корективи до графіку руху не вносяться. Це викликає необґрунтоване зростання часу руху та зменшення швидкості за рахунок простою поїздів при виконанні графіку руху, а також до додаткових експлуатаційних витрат.

На рис. 5 наведено приклад зростання часу руху при діючих обмеженнях на ділянках з різним рівнем встановленої швидкості. Так, наприклад, при рівні швидкості 80 км/год виникнення одного обмеження призводить до зростання часу руху на 6 %, двох – на 13 % а при виникненні трьох обмежень вже на 20 %.

Таким же чином можна визначати середню швидкість руху для будь-якої заданої ділянки залізниці. З рис. 6 видно, що виникнення більшої кількості обмежень суттєво зменшує середню швидкість руху при будь-якому рівні встановленої швидкості. По-друге, чим вище рівень встановленої швидкості, тим більш суттєвий вплив виникнення обмеження на середню швидкість руху. Так, наприклад, якщо обмеження виникає на ділянці з встановленою швидкістю 80 км/год, то середня швидкість руху зменшиться майже на 5 %, а при встановленій швидкості 120 км/год – майже на 7 %.

За нормами, що діють сьогодні на Придніпровській залізниці, було підраховано економію в річних експлуатаційних витратах на кожні 10 пар поїздів, що проходять по заданій ділянці.

Вартість 1 поїздо-хвилини визначалася за формулою [4]:

$$B_{п-хв} = e_{рен}^л + e_{рен}^в + e_{кап.в}^л + e_{кап.в}^в + e_{інш}, \quad (2)$$

де $e_{рен}^л$ – реноваційні відрахування по локомотиву, грн; $e_{рен}^в$ – реноваційні відрахування по ваго-

нам, грн; $e_{кап.в}^л$ – приведені капітальні вкладення по локомотиву, грн; $e_{кап.в}^в$ – приведені капітальні вкладення по вагонам, грн; $e_{інш}$ – інші експлуатаційні витрати (включають: вартість електроенергії, оплату праці локомотивних бригад, витрати на ремонт локомотива та вагонів), грн.

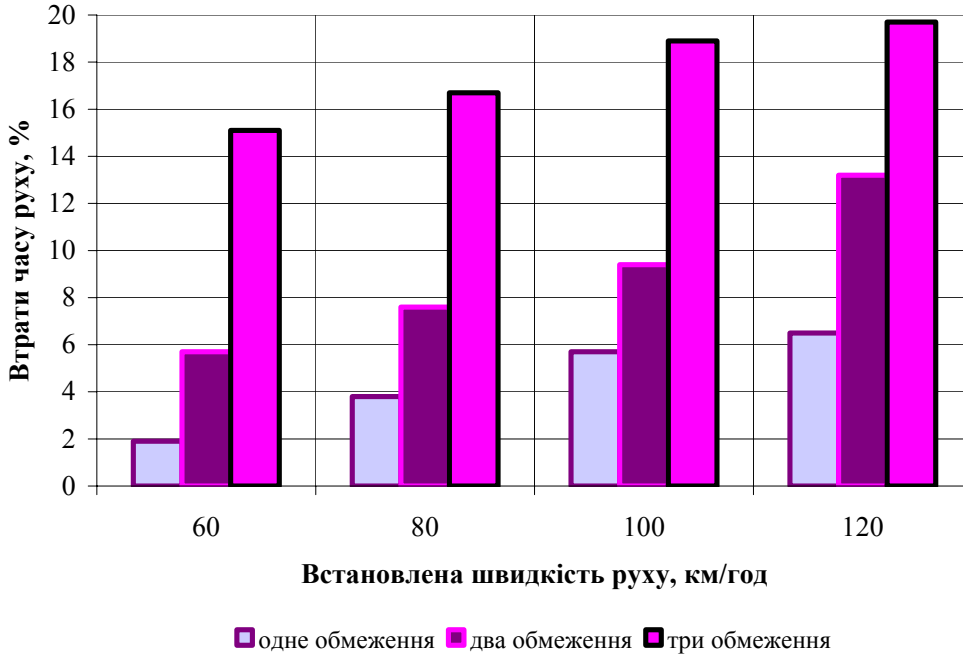


Рис. 5. Зв'язок між втратами часу руху та встановленою швидкістю і кількістю обмежень, що виникли ($V_{обм} = 40$ км/год, $L_{обм} = 1$ км)

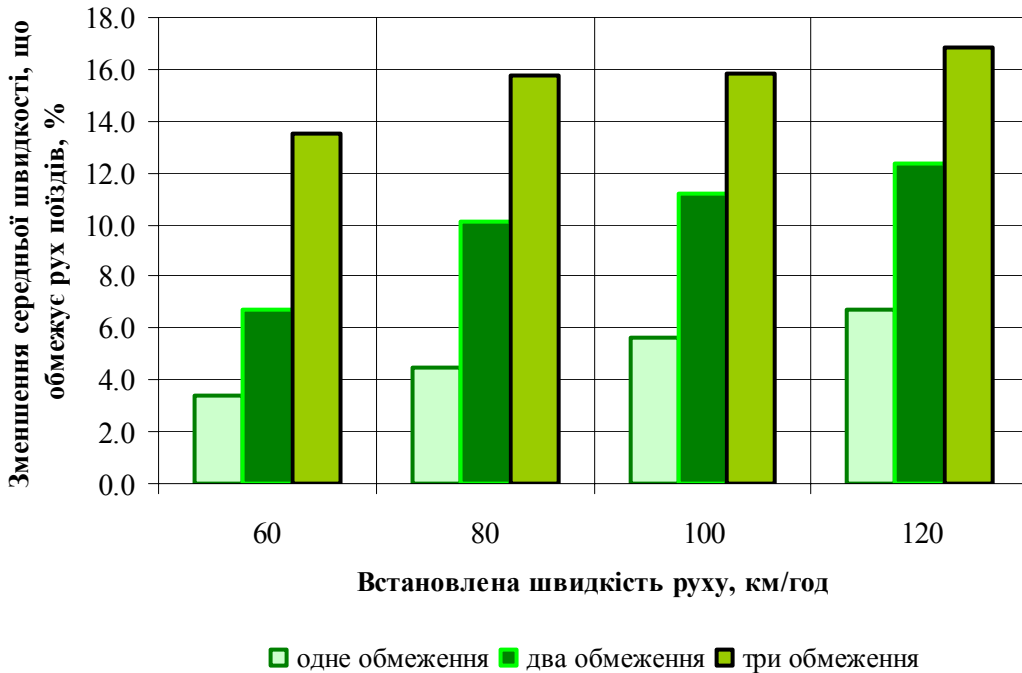


Рис. 6. Зв'язок між зменшенням середньої швидкості та встановленою швидкістю і кількістю обмежень ($V_{обм} = 40$ км/год, $L_{обм} = 1$ км)

За формулою (2) визначено, що вартість 1 поїздо-хвилини коливається у межах від 8 до 11 грн (в залежності від типу та стану локомотивного і вагонного парків). Тоді для двоколісної ділянки залізниці ($n_k = 2$), по якій проходять 10 пар вантажних поїздів за добу річна економія в експлуатаційних витратах буде визначатися за наступним виразом:

$$E_{10 \text{ пар/рік}} = B_{n-\text{хв}} \cdot n_k \cdot n_{\text{п}} \cdot n_{\text{дн}} \quad (3)$$

і складе близько 59...78 тис. грн/рік, а для однокільної ділянки – 30...39 тис. грн.

Таким чином, при усуненні обмеження на подібній ділянці, що призводить до втрат часу руху, наприклад, близько 5 хвилин річна економія в експлуатаційних витратах складе 300...400 тис. грн.

Висновки

1. При виникненні обмеження швидкості руху найбільш несприятливими за втратами часу руху є наступні ділянки:

– до, після та по обмеженню поїзд рухається на спуск. Виникнення обмеження з рівнем допустимої швидкості 25 км/год зумовлює зростання часу руху на 5,5...6,7 % в залежності від ухилу поздовжнього профілю(для діапазону даних, що розглядалися);

– коли до обмеження і безпосередньо на обмеженні поїзд рухається на спуск, а після обмеження – на підйом. У такому випадку виникнення попередження зі швидкістю, що обмежує

рух поїздів 25 км/год призводить до втрат часу руху на 5,0...7,5 %;

– коли перша половина обмеження розташована на спуску, а друга половина – на підйомі. Виникнення обмеження з таким самим рівнем як вказано вище зумовлює зростання часу руху на 5,0...5,3 %.

2. Значення коефіцієнту a_i можна визначати для окремих випадків та враховувати при складанні графіку руху при встановленні диспетчерського резерву.

3. Наявність обмежень швидкості руху поїздів впливає на пропускну спроможність ділянки, витрати електроенергії, а також викликають додаткові експлуатаційні витрати. Скорочення часу руху одного вантажного поїзду на 1 хв знижує експлуатаційні витрати майже на 6...8 тис. грн за рік.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Олейник В. Графіком по ... дефіциту / Магістраль, № 2 (1180), 17-23 січня 2007 р. – С. 3.
2. Аналіз використання паливно-енергетичних ресурсів та роботи по енергозбереженню на залізничному транспорті України за 2006 рік – Укрзалізниця, К., 2007 – С. 79.
3. Рагулін П. В. Щоб не фальшивила колійна «мелодія» / Магістраль, № 10 (1188), 14 – 20 лютого 2007 р. – С. 7;
4. Иоаннисян А. И. Улучшение трассы существующих железных дорог – М.: Транспорт – 19720 – С. 41–43.

Надійшла до редколегії 30.05.07.

ПОДИНОКИЙ ВИХІД РЕЙОК – ВАЖЛИВИЙ ФАКТОР ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ СТРОКУ РЕМОНТУ КОЛІЇ

Приведені результати статистичних (теоретичних) досліджень прогнозування поодинокого виходу рейок, удосконалена методика їх визначення із врахуванням експлуатаційних факторів: кривизни колії, середніх осьових навантажень рухомого складу, вантажонапруженості лінії та інші.

В данной статье приведены результаты статистических (теоретических) исследований прогнозирования одиночного изъятия рельсов, усовершенствована методика их определения с учетом следующих эксплуатационных факторов: кривизна пути, среднеосевых нагрузок подвижного состава, грузонапряженности линии и другие.

The results of statistical researches of rails' single output prognostication are adduced; the method of their determination is improved with consideration of operating factors: track curvatures, middle axial loading of rolling stock, load stress of line and other.

Вступ

В умовах реструктуризації залізничного транспорту аналіз фактичного стану рейкового господарства та планування ремонтів за фактичним станом колії є актуальною проблемою. Чинні норми періодичності модернізації і капітального ремонту колії залежать від основного фактору – пропущеного тоннажу, а також додаткових критеріїв, в тому числі і поодинокого виходу рейок, який враховує фактичний стан колії. Вирішення питання щодо прогнозування поодинокого виходу рейок проводились багатьма вченими [1-5]. В наших дослідженнях удосконалена методика їх визначення, враховано комплекс факторів, які формують динамічну навантаженість рейок. В дослідженнях аналізувався вихід сучасних рейок вітчизняного виробництва, якість рейкової сталі яких змінилась в порівнянні з 80-90 р. минулого століття.

Основною метою даного дослідження є отримання експериментальних залежностей інтенсивності потоку відмов, що дозволить забезпечити економічно-раціональну роботу рейок в різних умовах експлуатації. Досягнення поставленої мети здійснюється за допомогою теорії імовірності та математичної статистики.

Формування масивів вихідних даних дослідження

Інтенсивності потоків відмов рейок встановлюються на основі масових спостережень за їх роботою в різних умовах експлуатації. Нами був проведений статистичний експеримент, для якого на залізницях вибрані дослідні ділянки по головних напрямках, що групувались по визна-

ченими характеристикам. А саме окремо розглядалися ділянки різні по конструкції (ланкова та безстикова колія) і по якості рейкової сталі (рейки типу Р65 із термозміцненням і без нього). Загальні показники проведеного експерименту наступні:

- обсяг експерименту – загальна довжина дослідних ділянок $L = 1649,5$ км;
- кількість ділянок – 42 ділянки;
- мінімальна довжина ділянки – 20 км, визначена на основі [6], вплив коротких ділянок знижується коефіцієнтом K_e запропонованим [5].
- термін проведення експерименту - протягом 5 років;
- загальна кількість відмов рейок на дослідних ділянках – 1693 шт.

Основні характеристики дослідних ділянок приведені в табл. 1.

По вибраними дослідним ділянкам зібрано статистику відмов рейок. Її можна поділити на три групи, в залежності від фізики виникнення кожного дефекту: контактно-втомлені, поступові і інші дефекти. Група контактно-втомлених дефектів складає 78 % усіх відмов, при цьому в статистичну базу взято дефекти таких рисунків: 11, 21, 24, 30Г [7]. Для кожної рейки, знятої з колії, фіксувались наступні параметри: місце розташування, причини зняття з колії (вид дефекту), завод виготовлення і рік прокату, рік вкладання в колію, пропущений тоннаж, вертикальний та боковий знос, профіль та план лінії, вантажонапруженість, тип рейки, конструкція колії, термічна обробка, та ін.

Основні характеристики дослідних ділянок колії

Пор. № дослідної ділянки	Конструкція верхньої будови колії	Довжина ділянки км	Середнє навантаження на ось т / вісь	Вантажонапруженість ділянки млн т км бруто / км в рік
1	Безстикова	59	20,2	25
2	Безстикова	33	20,6	36
3	Безстикова	37	19,7	49
4	Безстикова	25	19,1	24
5	Безстикова	85,5	18,9	33
6	Безстикова	115	19,4	27,5
7	Безстикова	62	19,2	27
8	Безстикова	82	15,8	17,5
9	Безстикова	72	16,4	10
10	Безстикова	59	11	24
11	Безстикова	33	11,9	23
12	Безстикова	23,5	12,8	38
13	Безстикова	27	10,6	15
14	Безстикова	88	12,8	27
15	Безстикова	24	12	21
16	Безстикова	153	11,9	20
17	Безстикова	82	15,2	19,3
18	Безстикова	4	20,1	59
19	Безстикова	43	19	55
20	Безстикова	23	18	70
21	Безстикова	31	18,4	69
22	Безстикова	22,5	18,4	74
23	Безстикова	20	19	66
24	Безстикова	68	20,5	63,3
25	Безстикова	7	13,1	29,5
26	Безстикова	44	14,2	32
27	Безстикова	23	13,9	54,7
28	Безстикова	31	12,9	46
29	Безстикова	28	14,8	38,5
30	Безстикова	19	13	38,5
31	Безстикова	23	12,6	31,2
32	Ланкова	15	16,4	10,2
33	Ланкова	15	18,9	33
34	Ланкова	20	19,1	24,3
35	Ланкова	12	19,7	49
36	Ланкова	25,5	12,8	38
37	Ланкова	11	20,1	59,28
38	Ланкова	8,5	18,4	75
39	Ланкова	17	19	66
40	Ланкова	8	20	63
41	Ланкова	18	13	39
42	Ланкова	53	12,6	31

Для кожного елемента дослідної ділянки сформована інформація в електронному виді по наступних характеристиках:

- вантажонапруженість, що визначена за звітами служби колії;
- середнє осьове навантаження, що визначене за формою ЦО-4;
- характеристики плану та профілю, за детальним повздовжнім профілем;
- пропущений тоннаж після останньої модернізації, визначається з рейко-шпалобаластних карт, а також строк останньої модернізації;
- швидкість руху і режим ведення поїздів, визначені тяговими розрахунками.

Методика і результати розрахунку

Знаходження інтегральних кривих поодинокого виходу рейок проводиться для дефектів контактнo-втомленого походження. Насамперед раніше було проаналізовано, за допомогою однофакторного та двофакторного дисперсійного аналізу, вплив таких експлуатаційних факторів на вихід рейок, як пропущений тоннаж, вантажонапруженість, план лінії, осьове навантаження, швидкість руху поїздів, режим ведення. Треба відзначити, що вплив даних факторів є суттєвим, хоча найбільш впливовим фактором виявився пропущений тоннаж. В даній статті приводяться результати для деяких факторів, які включено в інтегральні криві поодинокого виходу рейок.

Інтенсивність потоку відмов рейок λ_{ijkn} , шт/км млнт (за контактнo-втомленими дефектами) визначається по формулі

$$\lambda_{ijkn} = \frac{N_{ijkn}}{L_{ijkn} \cdot \Delta T_k} \quad (1)$$

де N_{ijkn} – кількість рейок, що замінені на дослідній ділянці, шт; L_{ijkn} – довжина дослідної ділянки, км; ΔT_k – пропущений тоннаж за період спостережень, млн т.

Для того щоб отримати фактичні значення інтенсивності потоку відмов створено чотирьохвимірні масиви. Кожне значення масиву N_{ijkn} визначено в результаті сортування масиву даних рейок, що відмовили. Значення масиву L_{ijkn} отримані в результаті аналізу кожної ланки на дослідних ділянках. Границі комірок встановлені рівнями кожного фактора. Аналізуючи середнє осьове навантаження від рухомого складу на передбачених для дослідження діля-

нках було прийняте рішення виділити наступні рівні осьового навантаження P_i :

$$\begin{aligned} P_1 &< 13,5 \text{ м} \\ 13,5 \text{ м} &\leq P_2 \leq 18,5 \text{ м} \\ P_3 &> 18,5 \text{ м} \end{aligned}$$

Вплив кривизни колії починає відзначатись на вихід елементів верхньої будови колії при $R < 1000$ м. Але за останніми дослідженнями в кривих радіусом від 1000 м до 2000 м спостерігаються залишкові деформації в порівнянні з прямою. Тому для оцінки впливу плану лінії на вихід рейок ділянки підрозділяємо на чотири рівні з радіусами R_j .

$$\begin{aligned} R_1 &< 650 \text{ м} \\ 650 \text{ м} &\leq R_2 \leq 1000 \text{ м} \\ 1000 \text{ м} &< R_3 \leq 2000 \text{ м} \\ R_4 &> 2000 \text{ м і пряма} \end{aligned}$$

Аналізуючи середнє значення максимального пропущеного тоннажу, тобто пропущеного тоннажу перед заміною елементів верхньої будови колії прийнято рішення для рейок призначити наступні рівні.

$$\begin{aligned} T_1 &< 400 \text{ млн т} \\ 400 \text{ млн т} &\leq T_2 \leq 550 \text{ млн т} \\ T_3 &> 550 \text{ млн т} \end{aligned}$$

Вантажонапруженість розподіляємо на три рівні

$$\begin{aligned} \Gamma_1 &< 40 \text{ млн ткм брутто/км в рік} \\ 40 \leq \Gamma_2 &\leq 60 \text{ млн ткм брутто/км в рік} \\ \Gamma_3 &> 60 \text{ млн ткм брутто/км в рік} \end{aligned}$$

Підрахування інтенсивності потоку відмов рейок здійснювалось з допомогою математичної системи матричного моделювання MATLAB 6.5, в якій було розроблено самостійну програму з графічним інтерфейсом. Дана програма забезпечує формування масивів даних, ввід границь досліджуваних факторів, статистичну обробку даних і вивід результатів поодинокого виходу рейок на кожній дослідній ділянці.

Розрахункові значення інтенсивності потоку відмов рейок приведені для середніх значень експлуатаційних умов, які отриманні шляхом усереднення даних, що попадають у відповідну комірку інтенсивності. На основі цих даних будуються апроксимуючі криві для близьких

експлуатаційних умов. Апроксимація даних здійснюється степеневою функцією виду

$$\lambda = A_i T^{B_i} \text{ або } \lambda = A_i R^{B_i} \quad (2)$$

де A, B – коефіцієнти апроксимації для розрахункових (фактичних) значень інтенсивності потоку відмов; T – пропущений тоннаж; R – радіус кривої.

Результати розрахунків приведені у вигляді графіків на рис. 1–5. Точність апроксимації визначається квадратом змішаної кореляції R -квадрат. В табл. 2, приведені коефіцієнти апроксимації A, B і значення R -квадрат. Ці дані точно описуються степеневою залежністю, про що свідчить дуже близьке до одиниці значення R -квадрат.

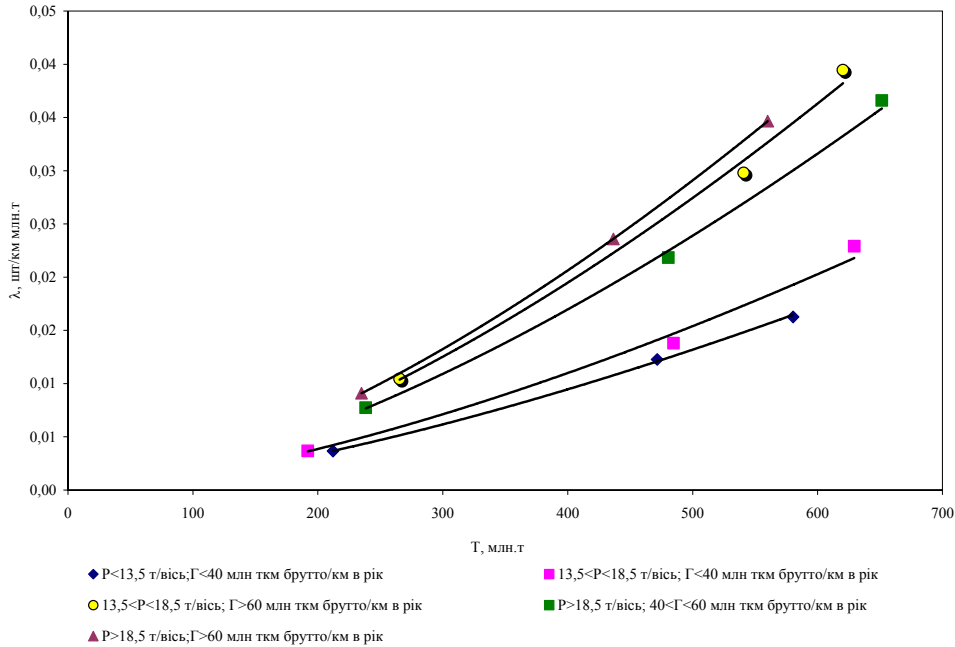


Рис. 1. Експериментальні дані і криві апроксимації одиночного виходу рейок в прямих ділянках безстикової колії в залежності від пропущеного тоннажу для різних експлуатаційних умов

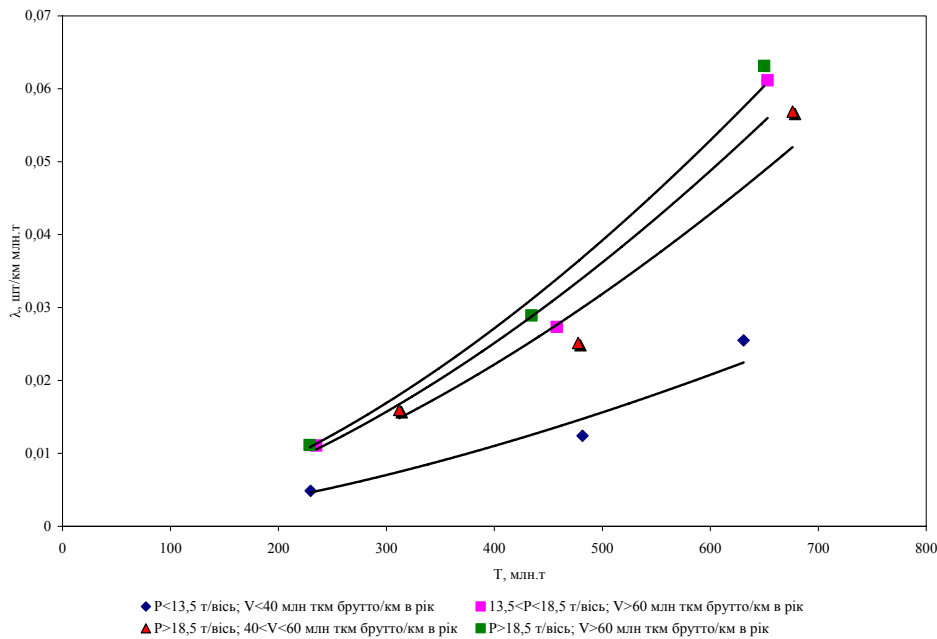


Рис. 2. Експериментальні дані і криві апроксимації одиночного виходу рейок в прямих ділянках ланкової колії в залежності від пропущеного тоннажу для різних експлуатаційних умов

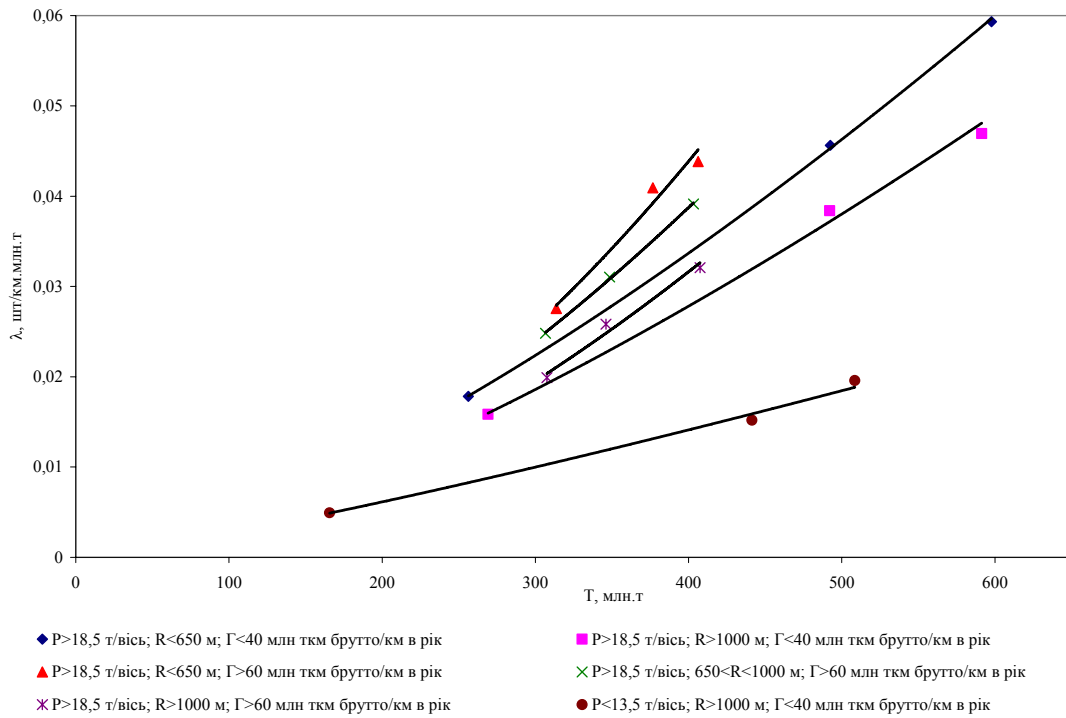


Рис. 3. Експериментальні дані і криві апроксимації одиночного виходу рейок в кривих ділянках безстикової колії в залежності від пропущеного тоннажу для різних експлуатаційних умов

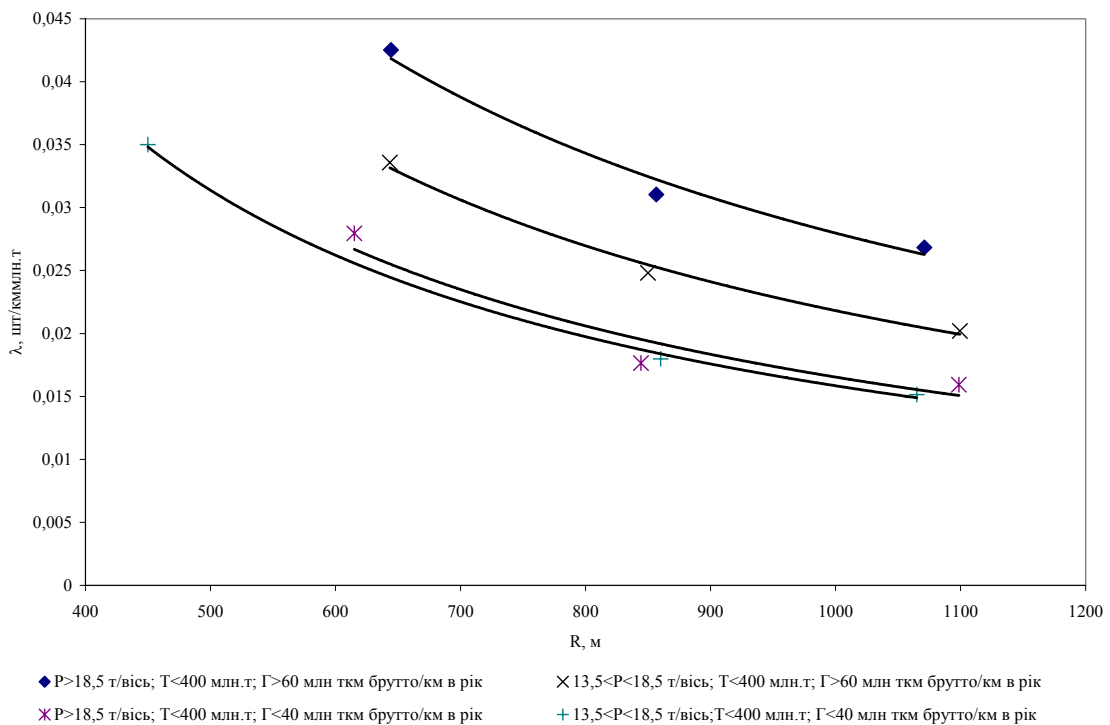


Рис. 4. Експериментальні дані і криві апроксимації одиночного виходу рейок в кривих ділянках безстикової колії в залежності від радіусу для різних експлуатаційних умов

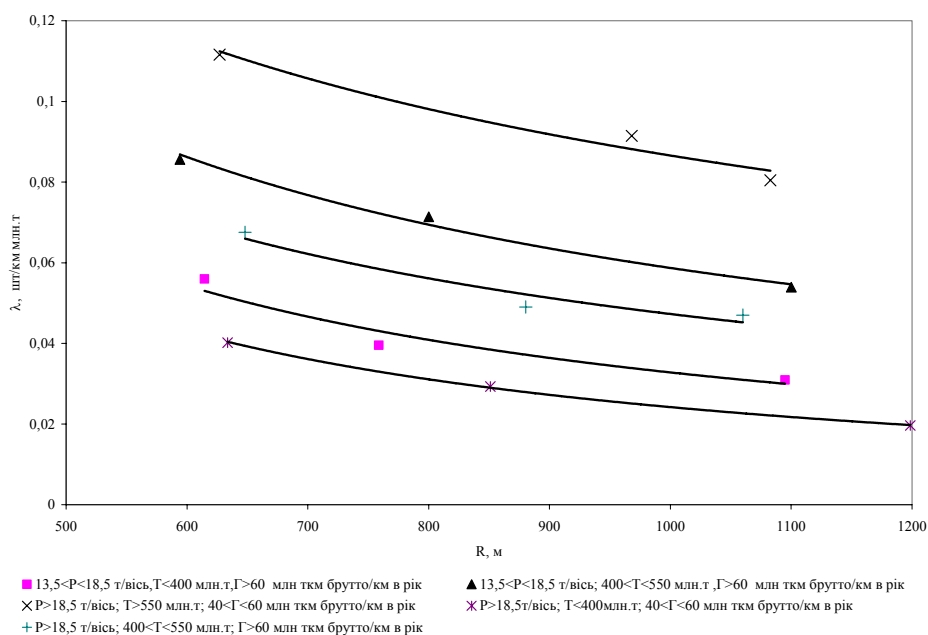


Рис. 5. Експериментальні дані і криві апроксимації одиночного виходу рейок в кривих ділянках ланкової колії в залежності від радіусу для різних експлуатаційних умов

Таблиця 2

Коефіцієнти апроксимації для розрахункових (фактичних) значень інтенсивності потоку відмов при середніх експлуатаційних характеристиках

Характеристики ділянки	Середні експлуатаційні характеристики	Коефіцієнти апроксимації		R-квадрат
		A	B	
1	2	3	4	5
Безстикова конструкція колії, прямі ділянки	$P > 18,5$ т/вісь $\Gamma > 60$ млн ткм бруто / км в рік	$2,025 \cdot 10^{-6}$	1,5404	1
	$13,5 \leq P \leq 18,5$ т/вісь $\Gamma > 60$ млн ткм бруто / км в рік	$1,097 \cdot 10^{-6}$	1,5353	0,9975
	$P > 18,5$ т/вісь $40 \leq \Gamma \leq 60$ млн ткм бруто / км в рік	$1,735 \cdot 10^{-6}$	1,5335	0,9989
	$13,5 \leq P \leq 18,5$ т/вісь $\Gamma < 40$ млн ткм бруто / км в рік	$1,297 \cdot 10^{-6}$	1,5096	0,9963
	$P < 13,5$ т/вісь $\Gamma < 40$ млн ткм бруто / км в рік	$1,275 \cdot 10^{-6}$	1,4874	0,9997
	Ланкова конструкція колії, прямі ділянки	$P > 18,5$ т/вісь $\Gamma > 60$ млн ткм бруто / км в рік	$1,41 \cdot 10^{-6}$	1,6366
$13,5 \leq P \leq 18,5$ т/вісь $\Gamma > 60$ млн ткм бруто / км в рік		$1,405 \cdot 10^{-6}$	1,6343	0,9806
$P > 18,5$ т/вісь $40 \leq \Gamma \leq 60$ млн ткм бруто / км в рік		$1,334 \cdot 10^{-6}$	1,6221	0,9522
$P < 13,5$ т/вісь $\Gamma < 40$ млн ткм бруто / км в рік		$0,943 \cdot 10^{-6}$	1,5632	0,9655
Безстикова конструкція колії, криві ділянки		$P > 18,5$ т/вісь, $R < 650$ м $\Gamma > 60$ млн ткм бруто / км в рік	$0,6 \cdot 10^{-6}$	1,8588
	$P > 18,5$ т/вісь, $650 \leq R \leq 1000$ м $\Gamma > 60$ млн ткм бруто / км в рік	$1,9 \cdot 10^{-6}$	1,6606	0,9992
	$P > 18,5$ т/вісь, $R > 1000$ м $\Gamma > 60$ млн ткм бруто / км в рік	$1,39 \cdot 10^{-6}$	1,6743	0,9791
	$P > 18,5$ т/вісь, $R < 650$ м $\Gamma < 40$ млн ткм бруто / км в рік	$6,7 \cdot 10^{-6}$	1,4231	0,9999
	$P > 18,5$ т/вісь, $R > 1000$ м $\Gamma < 40$ млн ткм бруто / км в рік	$6,3 \cdot 10^{-6}$	1,4001	0,9975
	$P < 13,5$ т/вісь, $R > 1000$ м $\Gamma < 40$ млн ткм бруто / км в рік	$1,063 \cdot 10^{-5}$	1,2003	0,9968

1	2	3	4	5
Безстикова конструкція колії, криві ділянки	$P > 18,5$ т/вісь, $T < 400$ млн т	15,626	-0,9157	0,98
	$\Gamma > 60$ млн ткм брутто / км в рік			
	$13,5 \leq P \leq 18,5$ т/вісь, $T < 400$ млн т	15,417	-0,9497	0,9926
	$\Gamma > 60$ млн ткм брутто / км в рік			
	$P > 18,5$ т/вісь, $T < 400$ млн т	14,844	-0,9843	0,9134
Ланкова конструкція колії, криві ділянки	$\Gamma < 40$ млн ткм брутто / км в рік			
	$13,5 \leq P \leq 18,5$ т/вісь, $T < 400$ млн т	14,331	-0,9854	0,998
	$\Gamma < 40$ млн ткм брутто / км в рік			
	$P > 18,5$ т/вісь, $T > 550$ млн т	4,124	-0,5593	0,9589
	$40 \leq \Gamma \leq 60$ млн ткм брутто / км в рік			
	$13,5 \leq P \leq 18,5$ т/вісь,			
	$400 \leq T \leq 550$ млн т	10,603	-0,7523	0,9893
	$\Gamma > 60$ млн ткм брутто / км в рік			
	$P > 18,5$ т/вісь, $400 \leq T \leq 550$ млн т	9,5081	-0,7678	0,9259
	$\Gamma > 60$ млн ткм брутто / км в рік			
$13,5 \leq P \leq 18,5$ т/вісь,				
$T < 400$ млн т	29,862	-0,9864	0,9372	
$\Gamma > 60$ млн ткм брутто / км в рік				
$P > 18,5$ т/вісь, $T < 400$ млн т	56,472	-1,1227	0,9994	
$40 \leq \Gamma \leq 60$ млн ткм брутто / км в рік				

На основі отриманих експериментальних даних виходу рейок в колії можна отримати загальні рівняння інтенсивності потоку відмов рейок. Ці рівняння визначаються окремо:

1. Для прямих ділянок колії. Розглядається два варіанти функціональної залежності:

а. лінійна залежність

$$\lambda^1 = a_0 + a_1 \cdot P + a_2 \cdot T + a_3 \cdot \Gamma, \quad (3)$$

де λ – очікуваний вихід рейок, шт/км млн т; P – осьові навантаження, т/вісь; Γ – вантажонапруженість, млн т км брутто/км за рік; T – пропущений тоннаж, млн т; a_0, a_1, a_2, a_3 – постійні коефіцієнти; степеневая залежність

$$\lambda^{\text{ст}} = (a_0 + a_1 \cdot P + a_2 \cdot \Gamma) T^{(b_0 + b_1 \cdot P + b_2 \cdot \Gamma)} \quad (4)$$

де b_0, b_1, b_2, b_3 – постійні коефіцієнти.

За результатами розрахунків встановлено, що сума квадратів різниць між вихідними даними і обчисленими за вище приведеними рівняннями, отриманими апроксимацією, для степеневі залежності менше, ніж для прямої. Тому в подальших розрахунках прийнято степеневу залежність.

2. Для кривих ділянок колії приймається тільки степеневая залежність, але розглядаються два варіанти степеневі функції:

– в першому варіанті пропущений тоннаж виступає в ролі степеневі функції:

$$\lambda_{\text{кр}}^T = (a_0 + a_1 \cdot P + a_2 \cdot \Gamma + a_3 \cdot R) \times T^{(b_0 + b_1 \cdot P + b_2 \cdot \Gamma + b_3 \cdot R)}; \quad (5)$$

– в другому варіанті в ролі степеневі функції виступає радіус кривих:

$$\lambda_{\text{кр}}^R = \frac{(a_0 + a_1 \cdot P + a_2 \cdot \Gamma + a_3 \cdot T)}{R^{(b_0 + b_1 \cdot P + b_2 \cdot \Gamma + b_3 \cdot R)}}. \quad (6)$$

Для визначення невідомих постійних коефіцієнтів в запропонованих вище математичних моделях використовується метод найменших квадратів. Формуються блоки лінійних рівнянь для кожної запропонованої моделі відмов рейок.

Для прямих (степеневі залежності) система рівнянь наступна:

$$\begin{cases} a_0 + a_1 \cdot \bar{P}_1 + a_2 \cdot \bar{\Gamma}_1 = A_1 \\ a_0 + a_1 \cdot \bar{P}_2 + a_2 \cdot \bar{\Gamma}_2 = A_2 \\ a_0 + a_1 \cdot \bar{P}_3 + a_2 \cdot \bar{\Gamma}_3 = A_3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} b_0 + b_1 \cdot \bar{P}_1 + b_2 \cdot \bar{\Gamma}_1 = B_1 \\ b_0 + b_1 \cdot \bar{P}_2 + b_2 \cdot \bar{\Gamma}_2 = B_2 \\ b_0 + b_1 \cdot \bar{P}_3 + b_2 \cdot \bar{\Gamma}_3 = B_3 \end{cases}$$

Для кривих (степеневі залежності по тоннажу) система рівнянь наступна:

$$\begin{cases} a_0 + a_1 \cdot \bar{P}_1 + a_2 \cdot \bar{\Gamma}_1 + a_3 \cdot \bar{R}_1 = A_1 \\ a_0 + a_1 \cdot \bar{P}_2 + a_2 \cdot \bar{\Gamma}_2 + a_3 \cdot \bar{R}_2 = A_2 \\ a_0 + a_1 \cdot \bar{P}_3 + a_2 \cdot \bar{\Gamma}_3 + a_3 \cdot \bar{R}_3 = A_3 \\ a_0 + a_1 \cdot \bar{P}_4 + a_2 \cdot \bar{\Gamma}_4 + a_3 \cdot \bar{R}_4 = A_4 \end{cases}$$

$$\begin{cases} b_0 + b_1 \cdot \bar{P}_1 + b_2 \cdot \bar{\Gamma}_1 + b_3 \bar{R}_1 = B_1 \\ b_0 + b_1 \cdot \bar{P}_2 + b_2 \cdot \bar{\Gamma}_2 + b_3 \bar{R}_2 = B_2 \\ b_0 + b_1 \cdot \bar{P}_3 + b_2 \cdot \bar{\Gamma}_3 + b_3 \bar{R}_3 = B_3 \\ b_0 + b_1 \cdot \bar{P}_4 + b_2 \cdot \bar{\Gamma}_4 + b_3 \bar{R}_4 = B_4 \end{cases} \quad \begin{cases} b_0 + b_1 \cdot \bar{P}_1 + b_2 \cdot \bar{\Gamma}_1 + b_3 \cdot \bar{T}_1 = B_1 \\ b_0 + b_1 \cdot \bar{P}_2 + b_2 \cdot \bar{\Gamma}_2 + b_3 \cdot \bar{T}_2 = B_2 \\ b_0 + b_1 \cdot \bar{P}_3 + b_2 \cdot \bar{\Gamma}_3 + b_3 \cdot \bar{T}_3 = B_3 \\ b_0 + b_1 \cdot \bar{P}_4 + b_2 \cdot \bar{\Gamma}_4 + b_3 \cdot \bar{T}_4 = B_4 \end{cases}$$

Для кривих (степеневі залежності по радіусу) система рівнянь наступна:

$$\begin{cases} a_0 + a_1 \cdot P_1 + a_2 \cdot \Gamma_1 + a_3 \cdot T_1 = A_1 \\ a_0 + a_1 \cdot P_2 + a_2 \cdot \Gamma_2 + a_3 \cdot T_2 = A_2 \\ a_0 + a_1 \cdot P_3 + a_2 \cdot \Gamma_3 + a_3 \cdot T_3 = A_3 \\ a_0 + a_1 \cdot P_4 + a_2 \cdot \Gamma_4 + a_3 \cdot T_4 = A_4 \end{cases}$$

Постійні коефіцієнти $a_0, a_1, a_2, a_3, b_0, b_1, b_2, b_3$ обчислені в програмі MAPLE 9. Результати розрахунку для прямих і кривих ділянок колії в залежності від конструкції приведені в табл. 3. Дані результати основані на дефектах контактно-втомленого походження для рейок Р65 термозміцнених.

Таблиця 3

Коефіцієнти апроксимації загальних рівнянь інтенсивності потоку відмов рейок

Коефіцієнти апроксимації	Прямі ділянки		Криві ділянки			
	Ланкова колія	Безстикова колія	Ланкова колія		Безстикова колія	
	Степенева залежність		Степенева залежність (R)	Степенева залежність (T)	Степенева залежність (R)	Степенева залежність (T)
a_0	$0,1959 \cdot 10^{-5}$	$0,1045 \cdot 10^{-6}$	13,555	$0,1182 \cdot 10^{-4}$	11,4938	$0,988 \cdot 10^{-5}$
a_1	$0,579 \cdot 10^{-7}$	$0,572 \cdot 10^{-7}$	0,1201	$0,581 \cdot 10^{-7}$	0,1128	$0,578 \cdot 10^{-7}$
a_2	–	–	0,02011	$0,5501 \cdot 10^{-7}$	0,0195809	$0,538 \cdot 10^{-7}$
a_3	$0,545 \cdot 10^{-8}$	$0,535 \cdot 10^{-8}$	0,00162	$-0,491 \cdot 10^{-8}$	0,0015847	$-0,489 \cdot 10^{-8}$
b_0	1,203	1,191	1,3015	1,21154	1,2935	1,20223
b_1	$0,682 \cdot 10^{-2}$	$0,678 \cdot 10^{-2}$	-0,00921	$0,697 \cdot 10^{-2}$	-0,0082232	$0,685 \cdot 10^{-2}$
b_2	$0,545 \cdot 10^{-3}$	$0,530 \cdot 10^{-3}$	-0,000856	$0,553 \cdot 10^{-3}$	-0,000825	$0,536 \cdot 10^{-3}$
b_3	–	–	-0,0005148	$-0,562 \cdot 10^{-5}$	-0,0004387	$-0,556 \cdot 10^{-5}$

Інтеграл залежностей по пропущеному тоннажу дає сумарний поодинокий вихід рейок за період експлуатації в залежності від вантажонапруженості ділянки, плану лінії та осьового навантаження. В статті приведено на рис. 6, 7 приклади

таких залежностей для кривої $R = 600$ м і $\Gamma = 35$ млн ткм. бруто / км в рік на ділянці безстикової колії та прямої ділянки при цих же умовах.

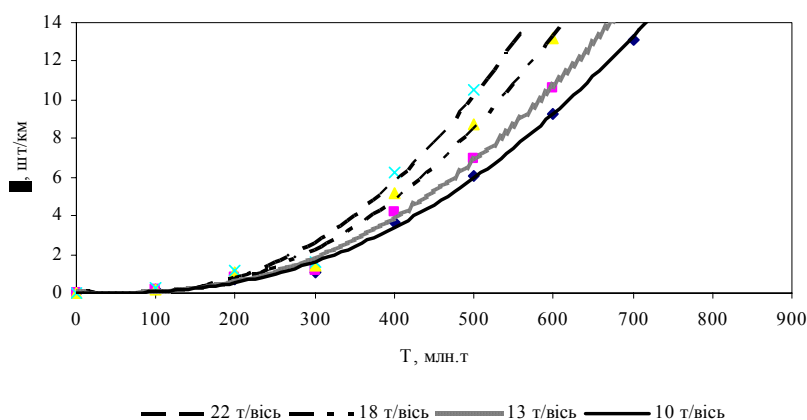


Рис. 6. Сумарний вихід рейок в кривій $R = 600$ м безстикової колії в залежності від пропущеного тоннажу для різних осьових навантажень

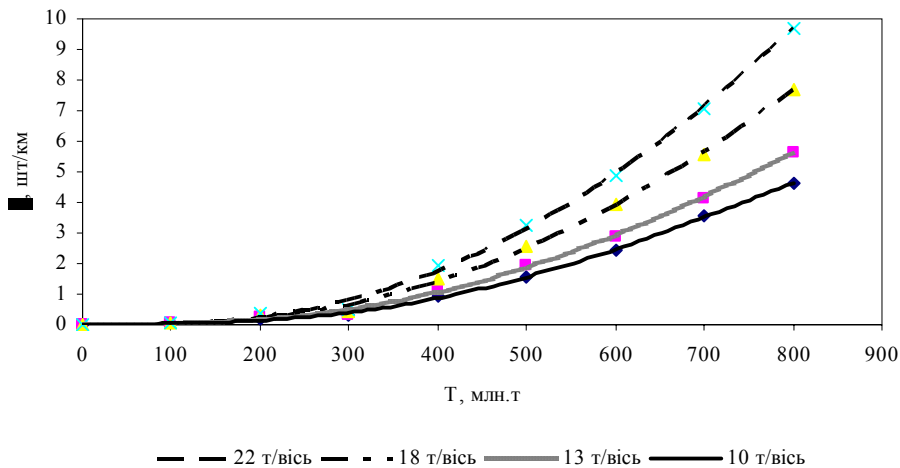


Рис. 7. Сумарний вихід рейок в прямих ділянках безстикової колії в залежності від пропущеного тоннажу для різних осевих навантажень

Висновки

В результаті апроксимації експериментальних даних отримано аналітичні рівняння поодинокого виходу рейок в залежності від пропущеного тоннажу, вантажнапруженості, плану лінії, осевого навантаження. Результати дослідження можуть бути використані при розв'язку багатьох задач колійного господарства, такі як планування періодичності ремонтів; раціональність використання рейкового ресурсу в залежності від взаємозв'язку таких, наприклад, експлуатаційних факторів як швидкість і осеве навантаження; економічні задачі при встановленні допустимих величин інтенсивності відмов та ін.

В подальшому намічено врахувати вплив додаткових факторів, таких як швидкість руху поїздів на ділянці і режими їх ведення.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Карпущенко Н. И. Планирование ремонтов железнодорожного пути по состоянию. // Г. К. Щепотин Повышение надежности и эффективности железнодорожного пути. / Под ред. Н. И. Карпущенко. Межв. сб. науч. тр. - Новосибирск, 1991, - 122 с.
2. Лысюк В. С. Основы методики расчета отказов и межремонтного ресурса железнодорожного

пути по повреждениям рельсов // ВНИИЖТ. - М., 1983. - 57 с. Деп. ЦНИИТЭИ МПС 25.02.83, № 2120 жд-Д83 // Анот. в ж. Железнодорожный транспорт, № 6, 1983.

3. Певзнер В. О. Совершенствовать планирование путевых работ. // Путь и путевое хозяйство, 1993, № 9, - С. 10-12.
4. Абдурашитов А. Ю. Закономерности образования контактно-усталостных дефектов. // Путь и путевое хозяйство, 2002, № 11, - С. 16-20.
5. Рыбкин В. В. Математическая модель отказов рельсов по усталостным дефектам // А. М Патласов. Вопросы взаимодействия пути и подвижного состава. Труды ДИИТ. - Д., 1990. - С. 52-58.
6. Тарнопольский Г. И. Влияние объема и длительности эксплуатационных испытаний на точность оценки железнодорожных рельсов // В. Н. Шкляр. Железнодорожный путь на грузонапряженных участках. Труды НИИЖТ, Вып. 173. - Новосибирск, 1976, - С. 47-51.
7. Рибкін В. В. Визначення законів розподілу інтенсивностей відмов рейок // О. М. Баль. Проблемы механики железнодорожного транспорта: Динамика, прочность и безопасность движения подвижного состава. XI Международная конференция. Тезисы докладов. - Д.: Изд-во ПКС, 2004, - С. 200.

Надійшла до редколегії 19.06.2007.

ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНИХ ШВИДКОСТЕЙ РУХУ ПОЇЗДІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ДІЛЯНКИ

Запропонований метод встановлення раціональних швидкостей руху з урахуванням зміни стану об'єктів у часі за допомогою моделювання процесу експлуатації залізничної ділянки як набору об'єктів шляхом використання функцій множини.

Предложен метод установления рациональных скоростей движения с учетом изменения состояния объектов во времени с помощью моделирования процесса эксплуатации железнодорожного участка как набора объектов путем использования функций множества.

The method of an establishment of rational speeds of movement in view of change of a condition of objects in time by means of modeling process of operation of a railway as set of objects by use of functions of set is offered.

Питання усунення постійнодіючих і тривалих обмежень швидкості руху є актуальними для багатьох ділянок Укрзалізниці. В ряді випадках вони можуть бути розглянуті як оптимізаційні задачі. Сформульована таким чином проблема вибору послідовності реконструкції ділянки з метою встановлення максимально допустимих швидкостей руху мала рішення в ряді наукових робіт, наприклад [1, 2]. На сьогоднішній день потребує розв'язання задача у більш широкій постановці – визначення рівня раціональних швидкостей для всіх об'єктів, що складають ділянку, з розгляданням необхідності їх реконструкції і урахуванням зміни стану в часі в процесі експлуатації.

Для вирішення такої задачі ділянку залізничної колії будемо представляти як множену об'єктів $\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_i, \dots, \omega_n\}$. Окремий i -й об'єкт ω_i – це конструкція залізничної колії, рівень швидкості по якій, обмежується одним конкретним фактором, наприклад, стрілочний перевід, ділянка хворого земляного полотна тощо. При такому визначенні об'єкти ω_i можуть бути розташованими як окремо один від іншого, так і накладатися один на інший. Кожен об'єкт ω_i характеризується місцем розташування L_i (пикетажна прив'язка початку та кінця об'єкта), встановленою швидкістю руху $V_{0i} \in [V_{\min i}; V_{\max i}]$, де $V_{\min i}$ і $V_{\max i}$ – відповідно мінімальна і максимальна можливі швидкості руху по об'єкту. Для деяких об'єктів може бути необхідність встановлення обмеження й на мінімальну швидкість, наприклад, при русі в кри-

вих ділянках колії з точки зору не перевищення від'ємного непогашеного прискорення.

При вирішенні задачі встановлення на об'єкті ω_i іншої швидкості руху $V_{n,i}$ у деяких випадках можлива ситуація $V_{n,i} > V_{\max i}$, але тоді на перебудову об'єкта потрібні капіталовкладення K_i

$$K_i = f(V_{n,i} - V_{\max i}). \quad (1)$$

Звичайно, такі зміни стану об'єкта можливі не завжди і, як правило, носять диференційний характер

$$K_i = K_{0i} + \Delta K = f(V_{n,i} = V_{\max i} + \Delta V)$$

$$\forall \Delta K < \Delta K_{\min}, \Delta V = 0.$$

Таким чином, на встановлення відповідних швидкостей $V^* = \{V_{n,1}, V_{n,2}, \dots, V_{n,i}, \dots, V_{n,n}\}$ на всіх об'єктах ділянки треба вирішити задачу

$$V^* \rightarrow \begin{cases} \Delta t(V^*) \geq \Delta T \\ K(V^*) \rightarrow \min \end{cases}, \quad (2)$$

де $\Delta t(V^*)$ – зміна часу руху по ділянці при встановленні швидкостей руху V^* ; ΔT – заплановане скорочення часу руху після реконструкції ділянки.

Вирішення схожої задачі розглянуто в [2]. В цій роботі ставилася задача визначення множини об'єктів $\Omega^* \subseteq \Omega$, які потребують перебудови для забезпечення необхідного скорочення часу руху з мінімальними витратами коштів

$$\Omega^* \subseteq \Omega \rightarrow \begin{cases} \Delta t(\Omega^*) \geq \Delta T \\ K(\Omega^*) \rightarrow \min \end{cases} \quad (3)$$

При цьому кожен об'єкт характеризувався двома станами – швидкістю руху до і після можливої перебудови і відповідно вартістю такої операції.

Якщо розглядати подальше утримання ділянки, що розглядається у відповідності до встановлених швидкостей руху, то слід враховувати погіршення стану об'єктів з часом. Звичайно, швидкість зміни стану об'єкта буде залежати від умов експлуатації

$$S_i = f(V_{ni}, \Gamma, \mathcal{C}_i),$$

де S_i – стан об'єкта ω_i ; Γ – вантажна напруженість на ділянці; \mathcal{C}_i – час експлуатації об'єкта.

Під станом об'єкта будемо розуміти імовірність безвідмовної роботи цього об'єкта в заданих умовах експлуатації. Звичайно зміна стану об'єкта буде відбуватися по-різному в залежності від умов експлуатації. На рис. 1 показана якісна залежність стану об'єкту від часу експлуатації для різних швидкостей руху при інших однакових умовах.

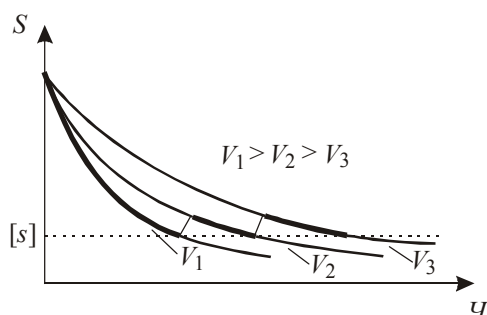


Рис. 1. Зміна стану об'єкта в часі для різних встановлених швидкостей руху

Подальшу експлуатацію об'єкта з прийнятими параметрами будемо вважати можливою, якщо імовірність його роботоспроможності не менше встановленого значення

$$S_i \geq [s].$$

Але стан об'єкта $S_i < [s]$, ще не означає, що об'єкт не можливо експлуатувати. В залежності від виду об'єкта може бути продовжена його подальша експлуатація, але з обмеженням швидкості руху. Характеристика технічного стану об'єкта, що експлуатується з поступовим обмеженням швидкості показана жирною лінією на рис. 1. Прикладом такого об'єкту може бути крива ділянка колії. Її геометричний стан (положення рейок в горизонтальній площині)

може з часом погіршуватися, але, при відповідному обмеженні швидкості, подальша експлуатація буде можлива.

Якщо в задачі, що вирішується, має місце обмеження

$$\Delta t(V^*) \geq \Delta T,$$

то стан об'єкта треба повернути у відповідність до встановленої швидкості. Після часу експлуатації $\mathcal{C}_i = f(S_i = [s])$ виникає потреба в коштах на ремонт (якщо об'єкт ремонтпридатний) або заміну (якщо об'єкт не відновлюється). Тоді характеристика його експлуатації буде змінюватись так, як показано на рис. 2.

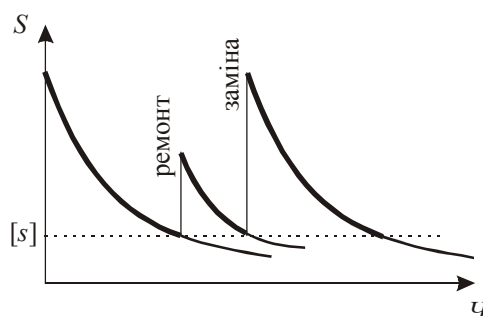


Рис. 2. Зміна стану об'єкта в часі за наявності ремонту і (або) заміни

Таким чином, якщо задача (3) вирішується за умови тривалої експлуатації ділянки залізниці, то формула (1) без урахування щорічних експлуатаційних витрат прийме вигляд

$$K_i(\omega_i) = \begin{cases} 0, V_{ni} \leq V_{0i} \\ K_i(V_{ni} - V_{0i}), V_{ni} > V_{0i} \end{cases} + \begin{cases} 0, S_i(\mathcal{C}_i) \geq [s] \\ K_i(V_{ni}) \cdot \eta(\mathcal{C}_i), S_i(\mathcal{C}_i) < [s] \end{cases} \quad (4)$$

де η – коефіцієнт дисконтування різночасових витрат.

Графічно задачу (2) можна представити у вигляді, показаному на рис. 3.

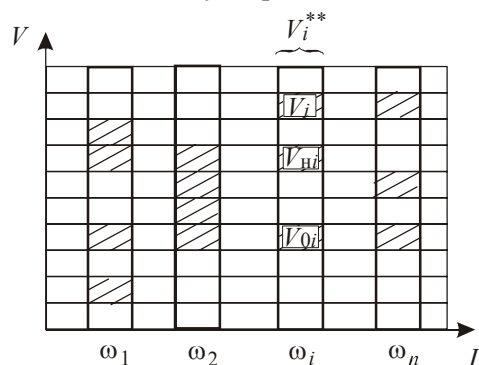


Рис. 3. Множини можливих швидкостей (умов експлуатації) для об'єктів

Кожен об'єкт $\omega_i \in \Omega$, може мати декілька умов експлуатації з різними швидкостями

$$V_i^{**} = \left\{ \begin{array}{l} V_{i,1}, V_{i,2}, \dots, V_{0i}, \dots \\ V_{ij}, \dots, V_{ni}, \dots, V_{in} \end{array} \right\}.$$

Кожній умові експлуатації V_{ij} буде відповідати скорочення часу руху відносно вихідної швидкості V_{0i}

$$\Delta t(V_{ij}) = t(V_{0i}) - t(V_{ij})$$

і затрати коштів $K_i(V_{ij})$ (див. формулу (4)) на утримання або перехід і утримання об'єкту до такої умови експлуатації.

Задача ускладнюється тим, що функція $\Delta t(V_{ij})$ може бути визначена тільки за результатами тягових розрахунків і не є адитивною, бо на її значення будуть впливати вибрані стани суміжних об'єктів. Докладно це питання було розглянуто в роботі [2] і запропоновано рішення задачі (3) для неадитивної функції скорочення часу руху з використанням методики оптимізації функцій множини, розробленої проф. А. А. Босовим [3]. Використаємо результати цих досліджень для вирішення задачі (2).

Для кожного об'єкта $\omega_i \in \Omega$ визначимо множину його можливих положень V_i^{**} , упорядковану по зростанню відношення $\frac{K_i(V_{ij})}{\Delta t_i(V_{ij})}$

$$V_i^{**} = \left\{ V_{ij} \in \{V_{ij}\} : \frac{K_i(V_{ij})}{\Delta t_i(V_{ij})} \right\},$$

де $\Delta t_i(V_{ij})$ розраховується як різниця між часом руху, визначеним за тяговими розрахунками для вихідного стану об'єктів Ω , і часом руху, що відповідає новій швидкості, встановленій для об'єкта ω_i

$$\Delta t_i(V_{ij}) = t(\Omega \leftarrow \forall V = V_0) - t(\Omega \leftarrow \forall V \setminus V_{ij} = V_0).$$

Якщо отримати підмножину $V' \subseteq V_i^{**}$, яка формується як набір упорядкованих об'єктів

$$V' = \left\{ V_{ij} \in \{V_{ij}\} : \frac{K_i(V_{ij})}{\Delta t_i(V_{ij})} \leq \mu \right\}, \quad (5)$$

де множник μ керує, на якому об'єкті необхідно зупинитися при формуванні множини V' , і визначається з нерівності

$$\sum_{V_{ij} \in V'(\mu)} \Delta t(V_{ij}) \geq \Delta T, \quad (6)$$

то отриманий набір швидкостей V' буде відповідати нерівності (6) і умові

$$\sum_{V_{ij} \in V'(\mu)} K(V_{ij}) = \min$$

серед всіх інших можливих варіантів [3].

Однак, специфіка задачі накладає на формування множини V' ряд певних обмежень. По-перше, швидкість повинна бути встановлена для кожного з об'єктів залізничної ділянки $\omega_i \in \Omega$, по-друге, для кожного з об'єктів може бути встановлено тільки одне значення швидкості

$$\exists V_{ij} \in V_i^{**}, V_{ij} \in V', V_i^{**} \setminus V_{ij} \notin V'. \quad (7)$$

Якщо сформувавши множину швидкостей, що треба встановити для об'єктів ділянки, з перших елементів можливих варіантів V_i^{**} кожного об'єкту, то умова (6) буде виконана, а отриманий стан ділянки буде відповідати мінімальним витратам

$$V^*(K = \min) = \left\{ V_{i1} \in V_i^{**}, \frac{\Delta t(V_{i1})}{K(V_{i1})} = \min \right\}.$$

Рішення задачі (2), відповідно до [1] повинно відповідати умові (5) та, враховуючи специфіку задачі, відповідати умові (7). Таким чином остаточне рішення задачі (2) може бути представлено у наступному вигляді

$$V^* = \left\{ V_{ij} \in \{V_{ij}\} : \frac{\Delta t(V_{ij})}{K(V_{ij})} - \frac{\Delta t(V_{i1})}{K(V_{i1})} \leq \mu \right\}$$

$$\sum_{V_{ij} \in V'(\mu)} \Delta t(V_{ij}) \geq \Delta T$$

$$\exists V_{ij} \in V_i^{**}, V_{ij} \in V^*$$

$$V_i^{**} \setminus V_{ij} \notin V^*,$$

$$V_i^{**} = \left\{ V_{ij} \in \{V_{ij}\} : \frac{\Delta t(V_{ij})}{K(V_{ij})} \right\}.$$

Множина V^* буде складатися зі швидкостей по кожному об'єкту ділянки і такий набір буде відповідати умові (2). Взагалі можна отримати всі можливі варіанти множини V^* , кожен з яких буде відповідати різному значенню часу руху по ділянці, але буде оптимальним з точки

зору співвідношення часу руху і витрат на реконструкцію та подальше утримання. Таким чином, результат розрахунків можна представити у вигляді графіку залежності часу руху (або його скорочення відносно існуючого стану) від витрат, на якому точки будуть відповідати наборам швидкостей, які треба встановити на ділянці, рис. 4.

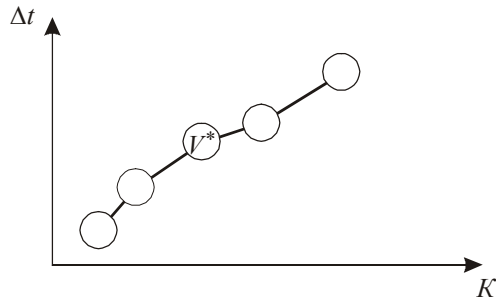


Рис. 4. Співвідношення Δt і K для можливих варіантів рішень V^*

Графік буде мати $\sum_{i=1}^n (m_i - 1)$ точок, де n – кількість об'єктів на ділянці; m_i – кількість можливих рівнів швидкості для i -го об'єкту. Загальна кількість можливих варіантів стану такої системи $\prod_{i=1}^n m_i$.

Запропонована методика дає змогу визначити рівні швидкостей, які можуть бути встановлені на об'єктах ділянки, що розглядається, такими, що будуть раціональними з точки зору накладених умов. Причому результат можна отримати у вигляді послідовності рішень і мати змогу вибору між варіантами з близькими характеристиками або керуючись менш важливими і неврахованими обмеженнями. Крім того, запропонована модель експлуатації залізничної ділянки може бути інструментом для розв'язання інших питань, що пов'язані з вирішенням оптимізаційних задач з урахуванням зміни стану у часі та відказу залізничних об'єктів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Игнатов Ж. А. Влияние распределения локальных ограничений на повышение скоростей движения пассажирских поездов / Ж. А. Игнатов, М. И. Карпов, А. А. Матвиенко // Меж. сб. науч. тр. – Д. 1989. – С. 63–66.
2. Курган М. Б. Розробка метода оптимальної перебудови ділянки залізниці для організації швидкісного руху поїздів // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д.: ДІТ, 2003. – Вип. 1. – С. 66–73.
3. Босов А. А. Применение функций множества в инженерных и экономических задачах / Транспорт / Зб. наук. праць ДІТу. Вип. 12. – Д., ДІТ, 2002. – С. 20–29.

Надійшла до редколегії 30.03.07.

ПРИМЕНЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ВЕКТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Запропонован метод диференціальних рівнянь в задачах векторної оптимізації.

Предположен метод дифференциальных уравнений в задачах векторной оптимизации.

Offered method of the differential equations in problem of the vector optimization.

Рассматривается задача векторной оптимизации в следующей постановке

$$\begin{pmatrix} F_1(x) \\ F_2(x) \end{pmatrix} \rightarrow \min \quad (1)$$

при условии, что $x \in X$, где

$$X = \{x \in R^n : h_i(x) \leq 0, i = \overline{1, m}\}. \quad (2)$$

Напомним, что решением задачи (1)-(2) является некоторое множество $X_* \subseteq X$, такое, что любые две точки из этого множества несравнимы между собой по Паретто, т. е. имеет место:

$$\left(\begin{matrix} F_1(x) \leq F_1(y) \\ F_2(x) \leq F_2(y) \end{matrix} \right) \text{ или } \left(\begin{matrix} F_1(x) \geq F_1(y) \\ F_2(x) \geq F_2(y) \end{matrix} \right),$$

где $x, y \in X_*$, причем среди неравенств имеется одно строгое.

Пусть $x_* \in X_*$, тогда найдется такое $\lambda \geq 0$, что будет иметь место (1):

$$\nabla F_1(x_*) + \lambda \cdot \nabla F_2(x_*) = 0 \quad (3)$$

т. е. данное x_* является некоторой функцией λ . Однако, в большинстве случаев решение уравнения (3) может быть получено только в приближенном случае. В данной работе предлагается метод дифференциальных уравнений для решения уравнения (3). Пусть функции F_1, F_2 дважды непрерывные и дифференцируемые, тогда имеет место дифференциальное уравнение:

$$\frac{dx_*}{d\lambda} = -(\nabla^2 F_1(x_*) + \lambda \cdot \nabla^2 F_2(x_*))^{-1} \cdot \nabla F_2(x_*), \quad (4)$$

где $\nabla^2 F_1(x_*), \nabla^2 F_2(x_*)$ - матрицы, элементы которой частные производные второго порядка:

$$\nabla^2 F_1(x_*) = \left(\frac{\partial^2 F_1}{\partial x_i \partial x_j} \right)_{i,j=\overline{1,n}};$$

$$\nabla^2 F_2(x_*) = \left(\frac{\partial^2 F_2}{\partial x_i \partial x_j} \right)_{i,j=\overline{1,n}}$$

относительно уравнения (4) будем предполагать, что матрицы $\nabla^2 F_1(x_*), \nabla^2 F_2(x_*)$ таковы, что при $\lambda \geq 0$ существует обратная матрица $(\nabla^2 F_1(x_*) + \lambda \cdot \nabla^2 F_2(x_*))^{-1}$, таким образом, используя уравнение (4) можно построить $x_*(\lambda)$ применяя тот или иной численный метод решения дифференциальных уравнений. Так, например, используя метод Эйлера, получим:

$$\begin{aligned} x_*(\lambda + \Delta\lambda) &= x_*(\lambda) - \\ & - (\nabla^2 F_1(x_*(\lambda)) + \lambda \cdot \nabla^2 F_2(x_*(\lambda)))^{-1} \times \\ & \times \nabla F_2(x_*(\lambda)) \cdot \Delta\lambda \quad (5) \end{aligned}$$

Пусть $\Gamma = \{x_*(\lambda) : \lambda \geq 0\}$, но может оказаться, что не все точки этого множества принадлежат множеству X , тогда положим $\tilde{\Gamma} = \Gamma \cap X$, однако может оказаться, что среди множества $\tilde{\Gamma}$ имеются точки, которые сравнимы по Парето. Если введем фильтр Паретто $FP(X)$ (2), который отбирает из множества X точки не сравнимые по Парето, используя этот фильтр, получаем $\Gamma_* = FP(\tilde{\Gamma})$. Относительно множества Γ_* , мы можем сказать, что любые две точки из этого множества несравнимы по Паретто и удовлетворяют условию (3), так как являются решением дифференциального уравнения (4). Для доказательства этого факта вы-

ведем дифференциальное уравнение (4) из уравнения (3).

Пусть $x_*(\lambda)$ является решением уравнения (3), тогда рассмотрим уравнение (3) при $\lambda + \Delta\lambda$ т. е.

$$\nabla F_1(x_*(\lambda) + \Delta x) + (\lambda + \Delta\lambda) \cdot \nabla F_2(x_*(\lambda) + \Delta x) = 0.$$

Разлагая в ряд $\nabla F_1, \nabla F_2$ в окрестности $x_*(\lambda)$ и удерживая слагаемые порядка малости $O(\Delta x, \Delta\lambda)$ получим:

$$\begin{aligned} (\nabla^2 F_1(x_*(\lambda)) + \lambda \cdot \nabla^2 F_2(x_*(\lambda))) \cdot \Delta x = \\ = -\nabla F_2(x_*(\lambda)) + O(\Delta x, \Delta\lambda). \end{aligned}$$

Поделив на $\Delta\lambda$ и устремив $\Delta\lambda$ к нулю, приходим к уравнению :

$$(\nabla^2 F_1(x_*(\lambda)) + \lambda \cdot \nabla^2 F_2(x_*(\lambda))) \cdot \frac{dx}{d\lambda} = -\nabla F_2(x_*(\lambda))$$

если матрица

$$\nabla^2 F_1(x_*(\lambda)) + \lambda \cdot \nabla^2 F_2(x_*(\lambda))$$

имеет определитель отличный от нуля, то получаем уравнение (4).

Изложенные теоретические положения рассматриваем на примере, когда функции F_1 и F_2 имеют вид:

$$F_1 = x_1^2 + 10 \cdot x_2^2; \quad F_2 = (x_1 - 3)^2 + (x_2 - 6)^2,$$

а множество $X \subset R_2$ представляет собой

$$\begin{aligned} X = \{x \in R_2 : h_1 = (x_1 - 8)^2 + (x_2 - 8)^2 - 64 \leq 0, \\ h_2 = x_1 + x_2 - 6 \leq 0\}. \end{aligned}$$

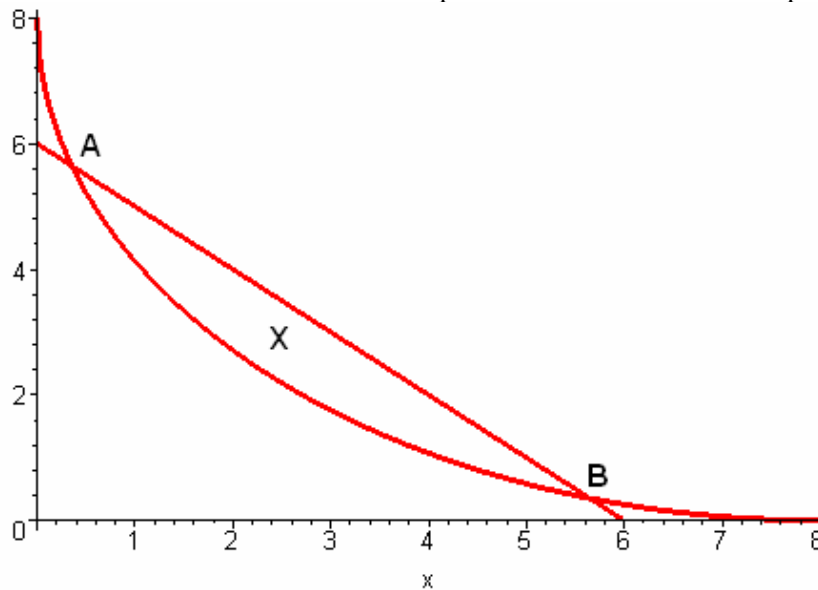


Рис. 1. Геометрическое представление множества X

Данное множество геометрически представлено на рис. 1.

Координаты точек А и В следующие:

$$\begin{cases} x_{1A} = 0.354; & x_{1B} = 5.646; \\ x_{2A} = 5.646; & x_{2B} = 0.364. \end{cases}$$

Представленный пример решим двумя способами:

- используя уравнение (3);
- решая дифференциальное уравнение (4).

Заготовим градиенты функций F_1 и F_2 , составляем систему уравнений, записав уравнение (3) в скалярной форме.

$$\begin{cases} 2 \cdot x_1 + \lambda \cdot 2 \cdot (x_1 - 3) = 0; \\ 20 \cdot x_2 + \lambda \cdot 2 \cdot (x_2 - 6) = 0, \end{cases}$$

откуда находим $x_1(\lambda)$ и $x_2(\lambda)$, которые будут равны:

$$x_1 = \frac{3 \cdot \lambda}{1 + \lambda}; \quad x_2 = \frac{6 \cdot \lambda}{10 + \lambda}. \quad (6)$$

Параметр λ изменяется от 0 до ∞ .

При $\lambda = 0$ имеем

$$x_1 = 0; \quad x_2 = 0,$$

а при $\lambda \rightarrow \infty$ получаем

$$x_1 = 3; \quad x_2 = 6.$$

На рис. 2 представлена кривая Γ рассчитанная с использованием параметрического представления (6). Очевидно, что точки кривой от 0 до С и от D до Е не принадлежат множеству X .

Взяв пересечение Γ с множеством X , получим кривую $\tilde{\Gamma}$, которая представляет собой кривую от точки С до точки D, что и является решением задачи данного примера.

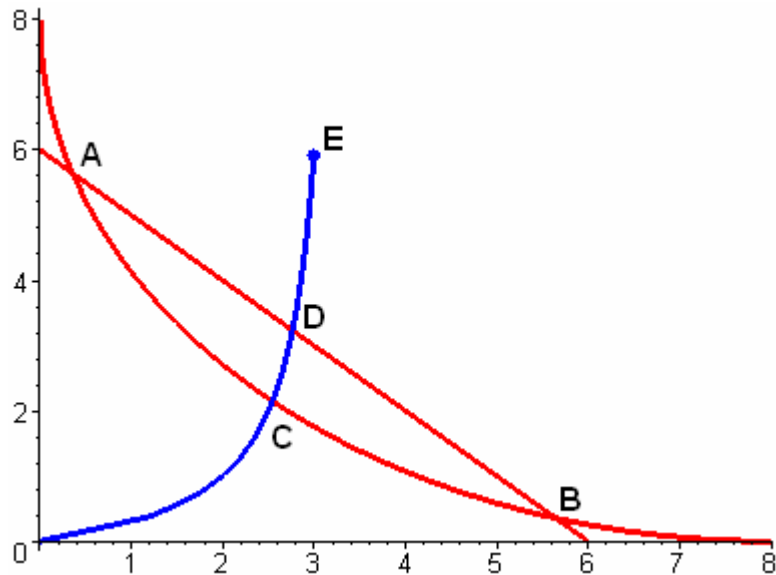


Рис. 2. Кривая $\Gamma = \{x(\lambda), \lambda \geq 0\}$

При построении кривой $\tilde{\Gamma}$ используем функцию

$$H(x) = \max\{h_1(x), h_2(x)\},$$

которая меньше или равна нулю, когда точка $x \in X$.

Применение данной функции заключается в

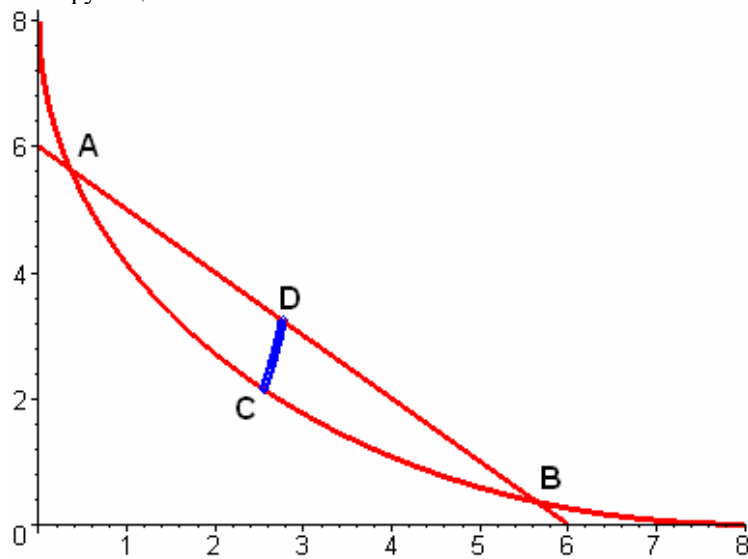


Рис. 3. Геометрическое представление пересечения $\Gamma \cap X$

Теперь рассмотрим решение данного примера с помощью дифференциальных уравнений. В данном примере матрицы из вторых частных производных будут следующими:

$$\nabla^2 F = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 20 \end{pmatrix}; \quad \nabla^2 F = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix},$$

а $(\nabla^2 F_1 + \lambda \cdot \nabla^2 F_2)^{-1}$ имеет вид

$$\begin{pmatrix} \frac{1}{2+2 \cdot \lambda} & 0 \\ 0 & \frac{1}{20+2 \cdot \lambda} \end{pmatrix},$$

тогда

том, что при построении кривой Γ по формулам (6), каждая точка с помощью H проверяется на принадлежность множеству X (рис. 3).

Таким образом на рис. 3 кривая CD является $\tilde{\Gamma} = \Gamma_*$ и тем самым решением задачи векторной оптимизации для рассмотренного примера.

$$\frac{dx}{d\lambda} = - \begin{pmatrix} \frac{1}{2+2\cdot\lambda} & 0 \\ 0 & \frac{1}{20+2\cdot\lambda} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 2\cdot(x_1-3) \\ 2\cdot(x_2-6) \end{pmatrix}, \quad \begin{cases} \frac{dx_1}{d\lambda} = -\frac{2\cdot(x_1-3)}{2+2\cdot\lambda} = -\frac{x_1-3}{1+\lambda}; \\ \frac{dx_2}{d\lambda} = -\frac{2\cdot(x_2-6)}{20+2\cdot\lambda} = -\frac{x_2-6}{10+\lambda}. \end{cases} \quad (7)$$

или в скалярной форме:

Решением системы (7) будем искать, используя метод Рунге-Кутты четвертого порядка. Программа реализующая данный подход в среде Maple представляет собой:

```
> eq:={diff(x1(t1),t1)=-((x1(t1)-3)/(1+t1)),diff(y1(t1),t1)=-
(y1(t1)-6)/(10+t1),x1(0)=0,y1(0)=0};
eq := { d/dt1 x1(t1) = - (x1(t1)-3)/(1+t1), d/dt1 y1(t1) = - (y1(t1)-6)/(10+t1), x1(0)=0, y1(0)=0 }
> deq:=dsolve(eq,numeric, method=rkf45,
output=procedurelist);
> X1:=array(1..1000,[ ]);Y1:=array(1..1000,[ ]);
X1 := array(1 .. 1000, [ ])
Y1 := array(1 .. 1000, [ ])
> k:=0:for t1 from 0 by 0.1 to 100 do
x11:=op(2,op(2,deq(t1))):y11:=op(2,op(3,deq(t1))):if
H(x11,y11)<=0 then k:=k+1:X1[k]:=x11:Y1[k]:=y11:end if:end do:
```

В этой программе параметр λ обозначим как t_1 , а решение системы дифференциальных уравнений оформлено в виде процедуры $deq(t_1)$, которая выдает x_1 и x_2 при конкретном значении t_1 .

На рис. 4 представлено точное решение в виде точек и приближенное в виде сплошной линии. Как следует из этого рисунка с точки зрения точности оба подхода эквивалентны. Естественно возникает вопрос, когда необходимо отдавать предпочтение тому или иному подходу.

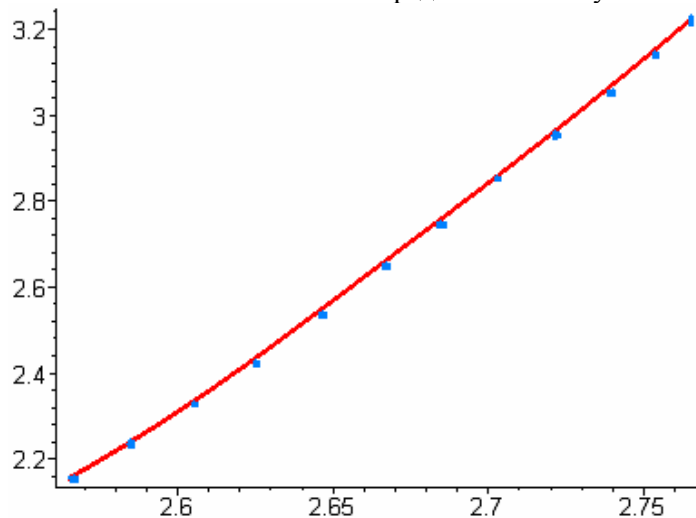


Рис. 4. Точное решение (точки) и приближенное – сплошная линия

Заметим, что при использовании дифференциальных уравнений можно избежать определения обратной матрицы $(\nabla^2 F_1 + \lambda \cdot \nabla^2 F_2)^{-1}$, а пользоваться уравнением

$$(\nabla^2 F_1 + \lambda \cdot \nabla^2 F_2) \cdot \frac{dx}{d\lambda} = -\nabla^2 F_2,$$

которое в нашем случае принимает вид:

$$\begin{pmatrix} \frac{1}{2+2\cdot\lambda} & 0 \\ 0 & \frac{1}{20+2\cdot\lambda} \end{pmatrix} \cdot \frac{dx}{d\lambda} = - \begin{pmatrix} 2\cdot(x_1-3) \\ 2\cdot(x_2-6) \end{pmatrix},$$

или в скалярной форме:

$$\begin{cases} (2 + 2 \cdot \lambda) \cdot \frac{dx_1}{d\lambda} = -2 \cdot (x_1 - 3); \\ (20 + 2 \cdot \lambda) \cdot \frac{dx_2}{d\lambda} = -2 \cdot (x_2 - 6). \end{cases}$$

Решением этой системы полностью совпадает с решением системы, когда производные разрешены с помощью обратной матрицы $(\nabla^2 F_1 + \lambda \cdot \nabla^2 F_2)^{-1}$, т. е. с системой (7).

Замечание. Применение метода дифференциальных уравнений представляет собой задачу

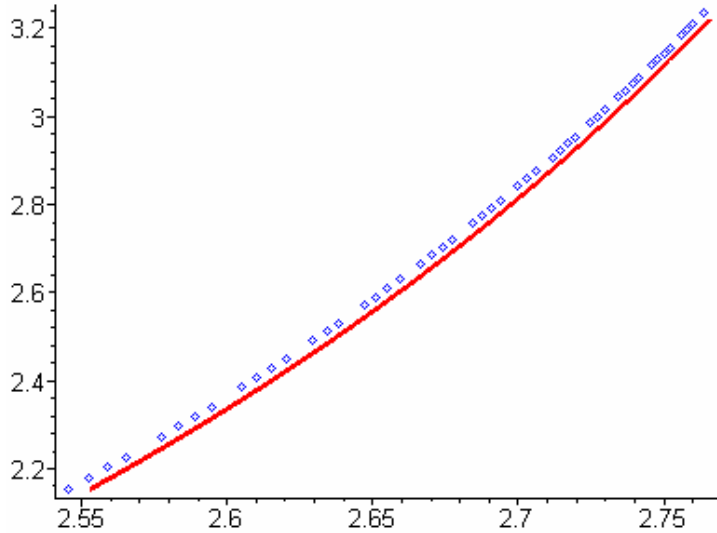


Рис. 5. Сплошная линия точное решение, точки – приближенное решение из-за ошибки в начальных условиях

В общем случае метод дифференциальных уравнений необходимо применять только, когда точное решение уравнения не может быть получено, но весьма осторожным надо быть при получении начальных условий.

Определение начальных условий задачи Каши при определении множества Парето

Задача Каши при определении множества Парето представляет собой:

$$(\nabla^2 F_1 + \lambda \cdot \nabla^2 F_2) \cdot \frac{dx}{d\lambda} = -\nabla^2 F_2 \quad (8)$$

с начальными условиями

$$x(\lambda_0) = x_0. \quad (9)$$

Однако, в общем случае решение уравнения (8) при начальных условиях существенно зависит от условий (9), которые как правило неизвестны.

Если кривая X_* является множеством Парето, то взяв любую точку $x_* \in X_*$ имеем

Коши. К этим уравнениям необходимо придать начальные условия, которые можно определить из уравнения $\nabla F_1 = 0$.

В общем случае решение данного уравнения получаем некоторым численным методом, т.е. с определенной погрешностью. Так, например, в нашем примере приближенное решение уравнения $\nabla F_1 = 0$ равно $x_1(0) = 0.05; x_2(0) = 0$.

На рис. 5 представлено отклонение приближенного решения от точного.

$$\frac{|\nabla F_1(x_*)|}{|\nabla F_2(x_*)|} = \lambda_* \quad (10)$$

а скалярное произведение $\langle \nabla F_1(x_*), \nabla F_2(x_*) \rangle \leq 0$. Причем $\cos \varphi_* = -1$, где φ_* угол между векторами $\nabla F_1(x_*)$ и $\nabla F_2(x_*)$.

В общем случае для произвольной точки x имеем

$$\cos \varphi = \frac{\langle \nabla F_1(x_*), \nabla F_2(x_*) \rangle}{|\nabla F_1(x_*)| \cdot |\nabla F_2(x_*)|} \quad (11)$$

и если $\cos \varphi_* \neq -1$, то данная точка не принадлежит X_* .

Введем вектор $U(x, \alpha) = -(\alpha \cdot \frac{\nabla F_1(x_*)}{|\nabla F_1(x_*)|} + (1 - \alpha) \cdot \frac{\nabla F_2(x_*)}{|\nabla F_2(x_*)|})$, где $0 \leq \alpha \leq 1$.

Новое значение x_H будем вычислять по формуле

$$x_H = x + t \cdot U(x, \alpha),$$

где t некоторый шаг.

Подставим в (11) x_H получим

$$\cos \varphi_H = \left\langle \frac{\nabla F_1(x+t \cdot U(x, \lambda))}{|\nabla F_1(x)|}, \frac{\nabla F_2(x+t \cdot U(x, \alpha))}{|\nabla F_2(x)|} \right\rangle$$

и определим α_* и t_* так, чтобы $\cos \varphi_H$ был бы минимальным.

```
> b0:=0:for t from 0.01 by 0.01 to 0.1 do x1:=1;x2:=10; b:=0:for
a from 0 by 0.001 to 1 do
c:=evalf(u12):z1:=evalf(u[1],5):z2:=evalf(u[2],5):x1:=x1-
t*z1:x2:=x1-t*z2:if (c<b and H(x1,x2)<=0) then
b:=c:x11:=x1:x22:=x2:a0:=a:end if:end do:if b<b0 then
b0:=b:x111:=x11:x222:=x22:a0:=a:end if:end
do:print(`alfa=` ,a0):print(`cos=` ,b0):print(`x1=` ,x111,`x2=` ,x22
2):
```

Поиск начальных условий задачи Коши.

Так, например, если $x_1=1, x_2=10$, то при $\lambda=1$, $\cos \varphi_H = -0,9999999990$ в качестве начальных значений необходимо взять $x_1 = 2,69497840$; $x_2 = 2,77917940$.

Если $\min_{\lambda, t} \cos \varphi_H = -1$, то $x_H \in X_*$, а ему соответствующее λ_0 определенное по соотношению (10).

Очевидно, если пересечение конуса с вершиной в точке x и образующими параллельно антиградиентам с множеством X_* не пусто, то всегда найдутся такие α_* и t_* , что $\cos \varphi_* = -1$.

Реализация данной задачи в среде Maple представляет собой:

Этому начальному условию соответствует $\lambda = 8,630650947$ и выполнив решение дифференциального уравнения получим часть множества X_* , когда λ изменяется до 100.

Данное решение представлено на рис. 6.

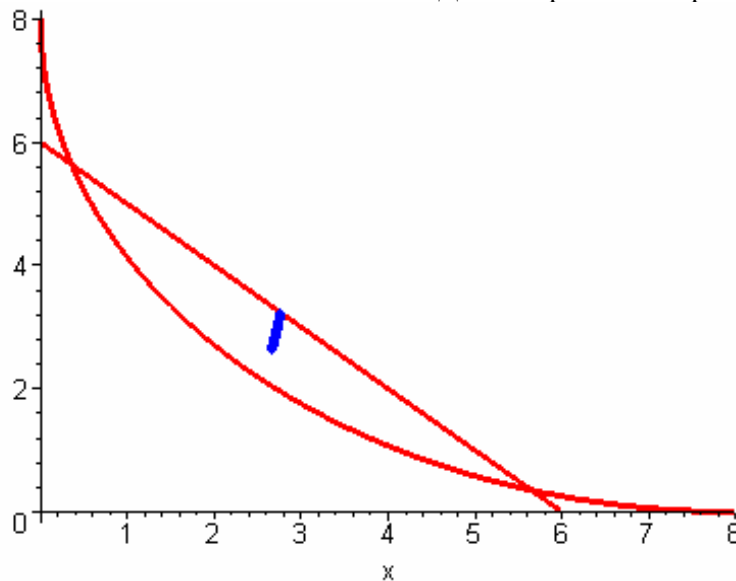


Рис. 6. Решение дифференциального уравнения (4) при полученных начальных условиях

Остальные значения множества X_* получаются, когда будем рассматривать $\lambda < 8,630650947$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Босов. А. А. Функции множества и их применения. – Днепропетровск: Изд. дом «Андрей», 2007. – 182 с.
2. Mattson C., Messac A. Pareto Frontier Based Concept Selection Under Uncertainty, with Visualization. Optimization and Engineering. Vol.6 № 1, March 2005, pp. 85-115.

Поступила в редакцию 27.07.2007.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ КОНТЕЙНЕРІВ НА МАРШРУТІ

В статті наведено методику визначення оптимальної кількості проміжних зупинок на контейнерному маршруті. Її суть полягає у пошуку екстремуму (в даному випадку - мінімуму) функції, яка описує сумарні витрати на просування вагонопотоку, тобто задача зводиться до оптимізації цільової функції – приведених витрат.

В статті представлено методику определения оптимального количества промежуточных остановок на контейнерном маршруте. Ее суть состоит в нахождении экстремума (в данном случае - минимума) функции, которая описывает издержки на продвижение вагонопотока, т. е. задача сводится к оптимизации целевой функции – приведенных издержек.

The article describes a way to determine the optimal number of stops en route. The main point of this method is the search for extremes (in this case - the minimum) of the function, which describes the total costs of movement of the car traffic volume, i. e. the problem boils down to the optimization of the criterion function – the costs.

Постановка проблеми. У міжнародній практиці транспортування вантажів все більшого значення набувають перевезення за інтермодальними схемами, найбільшого поширення серед яких дістали контейнерні. Основні контейнерні потоки проходять в трьох напрямках між портами Європи, Азії та США, а також зосереджуються в рамках європейського та азіатського регіонів. Обсяги перевезень у контейнерах продовжують стрімко наростати в усьому світі, темпи їх щорічного приросту становлять 9-10 % і за прогнозами збережуться і в найближчі роки.

Необхідно відмітити також значні темпи розвитку торгівлі в євразійському регіоні та рівень контейнеризації цих товаропотоків, що на даний момент становить близько 55 % і за прогнозами до 2010 року має зрости до 70 %. Враховуючи дані особливості розвитку євразійських перевезень Україна може розраховувати на залучення частини транзитного контейнерного потоку. Для цього необхідно розвивати можливості переробки контейнерів у портах, мережу контейнерних терміналів в найбільших містах України, спрощувати митні та інші формальності при контролі контейнерів на морському та сухопутному кордоні держави, особливо це стосується транзиту.

В Україні контейнерні перевезення токи залишаються не основними в структурі усіх вантажопотоків. Наприклад, по генеральних вантажам їхня питома вага не перевищує 10 %. Основною причиною такого положення є загальна структура торговельних потоків країн СНД, у якій переважають масові вантажі (наливні, навалювальні та інші). У той же час в

Україні позначилася і збереглася тенденція стабільного росту обсягів контейнерних перевезень.

За таких умов з метою залучення додаткових обсягів транзитних потоків, а також збільшення експортно-імпортних перевезень, перед Україною стоїть важливе завдання удосконалення логістичних систем перевезень, що дозволять підвищити рівень обслуговування споживачів, скоротити та раціоналізувати терміни доставки вантажів та необхідні матеріальні, фінансові та трудові витрати. Необхідні зміни і на залізничному транспорті для успішного його функціонування в умовах транспортного ринку.

Аналіз літературних джерел. З економічної точки зору формування поїздів різних категорій (маршрутні, наскрізні, дільничні та інші), що відрізняються за термінами доставки вантажів, є забезпеченням просування вагонопотоків із найменшими витратами та за найкоротший час. Це положення вступає в протиріччя із прийнятою на залізниці практикою.

Необхідно також відмітити, що перевізному процесу на залізничному транспорті, що жорстко регламентується графіком руху та планом формування поїздів, притаманна нерівномірність. Ця нерівномірність є одним із основних чинників, що впливає на терміни доставки вантажів. Накопичення составів до певних норм кількості вагонів, особливо при слабких, нерівномірних контейнеропотоках, потребує додаткового часу, що збільшує термін доставки та робить його непередбачуваним. Тому на залізничному транспорті розробляються нові підходи до визначення состава поїзда, що формується [1, 2].

Не знайшло належного висвітлення в науковій літературі [3-5] питання щодо можливості відправлення вантажів маршрутами з частковим розвантаженням та довантаженням на шляху їх переміщення без повного розформування поїзда.

Формулювання цілей статті. Розглянути організацію маршрутних відправок контейнерів та запропонувати методику їх удосконалення, основу на визначенні оптимальної кількості зупинок на маршруті для довантаження контейнерів на поїзд.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Важливим фактором при рішенні задачі підвищення ефективності контейнерних перевезень на залізничному транспорті являється їх маршрутизація. Особливо ефективною вона є при масових експортних перевезень контейнерів в морські порти, що дозволяє суттєво скоротити простій вагонів з контейнерами на технічних станціях та прискорити їх оборот. При організації повагонних відправлень зростають витрати часу під накопиченням, кількість переробок в дорозі, підвищується собівартість перевезень, збільшується кількість порушень терміну доставки.

Розвинута контейнерна транспортна система передбачає також курсування спеціальних прискорених або наскрізних контейнерних поїздів, що дозволяють знизити терміни доставки вантажів та залучити додаткові об'єми перевезень за рахунок підвищення конкурентоспроможності залізниці. Скорочення термінів доставки вантажів при перевезенні їх наскрізними контейнерними поїздами відбувається головним чином за рахунок того, що поїзд проходить без переробки сортувальні станції, на яких за діючим планом формування передбачене розформування поїздів. Економія вагоно-годин буде тим більше, чим більше станцій поїзд проїде без переробки. Виділення постійних коридорів для пропуску контейнерних поїздів дозволяє також створити умови для руху з максимальною дільничною швидкістю.

Особливістю контейнерних залізничних перевезень є можливість доповнення контейнерних поїздів чи маршрутних відправлень контейнерами того ж призначення на станціях перелому маси поїзда. Необхідно враховувати те, що у більшості випадків поїзди поповнюються у сортувальному парку, а це викликає значні витрати часу. Тому з метою запобігання затримок поїздів групи вагонів, що мають бути прицеплені, формують заздалегідь.

Збільшення кількості зупинок для поповнення поїзда контейнерами зменшує швидкість доставки та ефективність перевезень і відповідно підвищує їх собівартість. Тому за критерій ефективності організації маршруту контейнерних перевезень приймемо сумарні витрати на перевезення. Таким чином, суть методики визначення оптимальної кількості проміжних зупинок на маршруті полягатиме у пошуку мінімуму функції, яка описує сумарні витрати на просування вагонопотоку.

Витрати перевезення в загальному вигляді визначаються:

$$B = B_{\text{пл}} + B_{\text{лок}} + B_{\text{ш}}, \quad (1)$$

де $B_{\text{пл}}$ – витрати на платформи-годину робочого парку, задіяного в процесі просування контейнеропотоку, грн.; $B_{\text{лок}}$ – витрати на тягове обслуговування просування вагонопотоку, грн.; $B_{\text{ш}}$ – витрати, пов'язані із затримкою контейнеропотоку між кінцевими станціями, грн.

Оскільки кількість проміжних зупинок – ціле число, введемо показник частоти зупинок:

$$\delta = \frac{N}{L}, \quad (2)$$

де N – кількість проміжних станцій на маршруті; L – довжина залізничного маршруту, км.

Приймемо також:

$$\lambda_d = i \cdot \lambda_k, \quad 0 \leq i \leq 1, \quad (3)$$

де λ_k – середня інтенсивність потоку контейнерів між кінцевими станціями маршруту, конт/год;

λ_d – середня інтенсивність контейнеропотоку на одній проміжній станції, конт/год;

i – середня частка контейнерів на одній проміжній станції у загальному потоці контейнерів на маршруті.

Витрати на платформи-годину робочого парку описуються наступним чином:

$$B_{\text{пл}} = nTC_{\text{пр}}, \quad (4)$$

де n – кількість платформ у потязі, на кожній з яких установлюють по 2 контейнери;

T – термін доставки вантажу, год;

$C_{\text{пр}}$ – собівартість платформи-години, грн.

Термін доставки вантажу можна визначити за формулою:

$$T = \frac{L}{v_d} + t_{\text{обр}} N + t_d + t_{\text{нак}}^{\text{доб}} + t_{\text{пк}}, \quad (5)$$

де v_d – ділянкова швидкість, км/год;

$t_{обр}$ – витрати часу на обробку контейнерів на станціях, год;

t_d – додатковий час простою на технічних станціях маршруту, год;

$t_{нак}^{дов}$ – тривалість накопичення контейнерів на поїзд, враховуючи довантаження на проміжних станціях, год;

$t_{пк}$ – тривалість початково-кінцевих операцій, год.

$$t_{нак}^{дов} = \frac{2n}{\lambda_k(1+iN)}. \quad (6)$$

Витрати, пов'язані із затримкою контейнерів, що перевозяться між кінцевими станціями:

$$B_{ш} = \Pi_n n_k^n \gamma, \quad (7)$$

де Π_n – провізна плата за контейнер, грн;

n_k^n – кількість контейнерів, що перевозяться у поїзді між кінцевими станціями;

γ – частка від провізної плати, що сплачує залізниця вантажовласнику як штраф за прострочення доставки вантажу (ст. 116 Статуту залізниць України) [1].

$$n_k^n = \lambda_k t_{нак}^{дов}, \quad (8)$$

У розрахунках приймається:

$$\gamma = \begin{cases} 0, & \text{якщо } \frac{\Delta T}{24} \leq 1 \text{ доби;} \\ \frac{\Delta T}{24} - 0,1, & \text{якщо } 1 < \frac{\Delta T}{24} \leq 4 \text{ доби;} \\ 0,3, & \text{якщо } \frac{\Delta T}{24} > 4 \text{ доби.} \end{cases} \quad (9)$$

де ΔT – час затримки контейнерів, год.

$$\Delta T = t_{нак}^{дов} + t_{пр} N - t_{нак}, \quad (10)$$

де $t_{нак}$ – тривалість накопичення контейнерів на поїзд до повного состава без врахування можливості довантаження на проміжних зупинках, год.

$$t_{нак} = \frac{2n}{\lambda_k}. \quad (11)$$

Витрати на тягове обслуговування:

$$B_{лок} = L \left(\frac{C_{лг}}{v_d} + C_{лк} \right) \cdot (1 + \beta), \quad (12)$$

де $C_{лг}$ – собівартість локомотиво-годин, грн;

$C_{лк}$ – собівартість локомотиво-кілометра, грн;

β – коефіцієнт додаткового пробігу локомотива.

Таким чином, підставивши усі складові у формулу (1) та врахувавши умови (2) і (3), загальні витрати на перевезення матимуть вигляд:

$$B = nC_{пр} \left[\frac{L}{v_d} + t_{обр} \delta L + t_d + \frac{2n}{\lambda_k(1+i\delta L)} + t_{пк} \right] + B_{лок} + \frac{\Pi_n 2n\gamma}{(1+i\delta L)}. \quad (13)$$

Хоча мінімум цільової функції (13) можна знайти відомими аналітичними методами, для наочного відображення побудуємо графік залежності сумарних витрат від показника частоти зупинок (рис. 1). Для прикладу візьмемо такі вихідні дані: $\Pi_n = 1500$ грн, $n = 20$ платформ, $\lambda_k = 15$ конт/добу ($\lambda_k = 0,625$ конт/год), $i = 0,1$, $C_{пр} = 4$ грн., $v_d = 40$ км/год, $t_{обр} = 4$ год, $t_d = 3$ год, $t_{пк} = 10$ год, $L = 1000$ км, $B_{лок} = 4183,3$ грн.

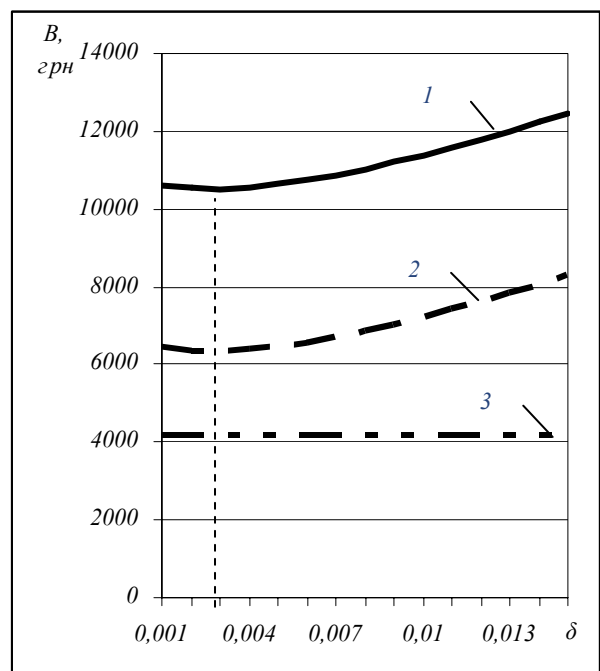


Рис. 1. Графік залежності сумарних витрат від показника частоти зупинок:

1 – B ; 2 – $B_{пл}$; 3 – $B_{лок}$

З графіка (див. рис. 1) видно, що мінімальне значення загальних витрат досягається при значенні показника частоти зупинок $\delta = 0,0026$.

Таким чином, для маршруту із зазначеними характеристиками можлива організація 3 проміжних зупинок із частковим розвантаженням або довантаженням контейнерів.

Визначення оптимального показника частоти зупинок аналітичним методом представлено для трьох випадків затримок:

1. Якщо час затримки контейнерів не перевищує 1 доби ($\Delta T \leq 1$):

$$\delta_{\text{опт}} = \frac{1}{iL} \left(\sqrt{\frac{2ni}{t_{\text{обп}} \lambda_k}} - 1 \right). \quad (14)$$

2. При $1 < \Delta T \leq 4$ діб оптимальний показник частоти зупинок визначається із наступного рівняння:

$$a\delta^3 + b\delta^2 + c\delta + d = 0, \quad (15)$$

де $a = L^4 i^3 n C_{\text{пр}} t_{\text{обп}}$;

$$b = 3L^3 i^2 n C_{\text{пр}} t_{\text{обп}}; \quad (16)$$

$$c = inL^2 \left[\Pi_{\text{п}} \left(\frac{t_{\text{обп}}}{120} + \frac{ni}{60\lambda_k} + 0,2i \right) - \frac{2C_{\text{пр}}ni}{\lambda_k} + 3C_{\text{пр}}t_{\text{обп}} \right];$$

$$d = nL \left[\Pi_{\text{п}} \left(\frac{t_{\text{обп}}}{120} - \frac{ni}{60\lambda_k} + 0,2i \right) - \frac{2C_{\text{пр}}ni}{\lambda_k} + C_{\text{пр}}t_{\text{обп}} \right].$$

Використовуючи формули Кардана, рівняння (15) матиме наступний дійсний корінь:

$$\delta = \sqrt[3]{-q + \sqrt{q^2 + p^3}} + \sqrt[3]{-q - \sqrt{q^2 + p^3}} - \frac{b}{3a}. \quad (17)$$

$$\text{де } q = \frac{b^3}{27a^3} - \frac{bc}{6a^2} + \frac{d}{2a}; \quad p = \frac{3ac - b^2}{9a^2}. \quad (18)$$

3. Якщо час затримки контейнерів більше 4 діб ($\Delta T > 4$), оптимальний показник частоти зупинок визначатиметься за формулою

$$\delta_{\text{опт}} = \frac{1}{iL} \left(\sqrt{\frac{2C_{\text{пр}}niL + 0,6\lambda_k\Pi_{\text{п}}}{\lambda_k C_{\text{пр}}t_{\text{обп}}L}} - 1 \right). \quad (19)$$

Висновки. В результаті виконаних досліджень виявлено, що теорія плану формування поїздів в існуючому вигляді не переслідує мети прискорення як доставки вантажів, так і обігу вагонів. У зв'язку із цим у статті була наведена методика удосконалення маршрутних відправок контейнерів, що дозволяє визначити оптимальної кількості проміжних зупинок на маршруті для довантаження контейнерів на поїзд. Проте аналітичний метод являється не досить зручним для розрахунків.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. МIRONЮК І. В. Диференціація підходів до організації міжнародного транзиту вантажів // Залізнич. трансп. України. – 2003. – №2. – С. 2-4.
2. МIRONЮК І. В. Оптимальний розмір транспортної партії масових вантажів // Залізнич. трансп. України. – 2003. – № 3. – С. 8-11.
3. АКУЛИЧЕВ В. М. Организация вагонопотоков – М: Транспорт, 1979. – 222 с.
4. БуЛКОВА В. К. Система организации вагонопотоков / В. К. БуЛКОВА, А. И. Сметанин, Е. В. Архангельский. – М: Транспорт, 1988. – 222 с.
5. АКУЛИЧЕВ В. М. Организация вагонопотоков и маршрутизация перевозок / В. М. АКУЛИЧЕВ, О. С. КИРЬЯНОВА, Н. Е. БОРОВОЙ. – М: Транспорт, 1970. – 320 с.

Надійшла до редколегії 19.09.2007.

ВІДТВОРЕННЯ ГРАФІВ ЗА ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ШЛЯХАМИ

За допомогою утворюючих систем графів розв'язується проблема відтворення графів за їх підграфами. Запропоновано алгоритм відтворення графів. Розглянуто приклад.

С помощью образующих систем графов решена проблема восстановления графов по их подграфам. Предложен алгоритм восстановления графов. Рассмотрен пример.

It is solved the problem of graphs regenerating by their subgraphs with the help of deriving systems of graphs. In the article there is offered the algorithm of solving this problem and considered an example of graphs regenerating.

Вступ

Існує досить широкий клас різноманітних задач проектування, планування, штучного інтелекту тощо, які зводяться до розгляду графових моделей. Але в цьому класі існує підклас задач, для яких графові моделі вдається визначити лише частково або не повністю з причин неповноти інформації і інших. Наприклад, існує деякий технологічний процес, який реалізується на складній системі (залізничних станцій, автостанцій України тощо), для якого загальна технологічна модель не відома, але відомі локальні технологічні процеси (між суміжними станціями). Зрозуміло, що в такій ситуації, без відомої загальної моделі, ефективно планування і раціональне виконання технологічного процесу для всієї системи може бути неможливим, або досить складно реалізованим. Тому природно поставити питання: «Як відтворити модель технологічного процесу системи за відомими частковими моделями на окремих елементах цієї системи?». Поставлене питання характеризує проблему відтворення моделі за її підмоделями.

Інші проблеми відтворення моделей виникають в задачах розпізнання образів [1], формальних граматики [2], системах формальних структур [3].

В матеріалах статті розглянуто частковий випадок проблеми відтворення моделей. Зокрема, розглянуто графове представлення технологічних процесів і введено поняття графових структур. З'ясовано, що графові структури не однозначно відтворюють графові моделі. Виходячи з цього поставлена задача відтворення графової моделі технологічного процесу за заданими графовими структурами деякого технологічного зразка. Задача відтворення розв'язується за допомогою введених утворюючих систем підграфів. В загальному вигляді задачу відтворення розглянуто у роботі [4].

Представлення графів

Об'єктом досліджень буде орієнтований граф G , визначений на множині вершин $C = \{c_i; i \in I\}$ з навантаженими дугами [5]. Нехай елементи навантаження дуг графу задаються символами деякого скінченного алфавіту $E = \{e_j; j \in J\}$ з порожнім символом ε . Графи будемо представляти у формульному вигляді так: якщо для дуги (c_i, c_j) графу G навантажену символом $e_k \in E$ ввести позначення $e_{k,i,j}$, то будь який шлях P_i графу можна записати як

$$P_i \triangleq (e_{s,q,k}, e_{j,k,g}, \dots, e_{r,n,m}) \quad (1)$$

У записі (1) елемент $e_{s,q,k}$ назвемо початковим з початком у вершині c_q шляху P_i і відповідно елемент $e_{r,n,m}$ – заключним з заключною вершиною c_m . За записом довільного шляху графу G через зв'язану по другому і третьому індексам послідовність елементів $e_{r,h,v}$ у вигляді (1) завжди можливо однозначно виконати класичне [5] представлення шляху цього графу.

Граф G можливо представити комбінаціями його шляхів. Введемо символ (\vee) як двомісну операцію «або». Так, наприклад, графи зображені на рис. 1 можна записати: $(e_{1,1,2}) \vee (e_{2,1,2})$ – рис. 1 а), $(e_{1,1,2}, e_{2,2,3}) \vee (e_{1,1,2}, e_{3,2,4})$ – рис. 1 б) і $(e_{1,1,2}, e_{2,2,3}) \vee (e_{3,4,2}, e_{2,2,3})$ – рис. 1 в).

В загалі, якщо $\{P_i; i \in K\}$ – множина всіх можливих шляхи графу G , то цей граф представимо некласично, за формулою

$$\tilde{G} \triangleq \bigvee_{i \in K} P_i. \quad (2)$$

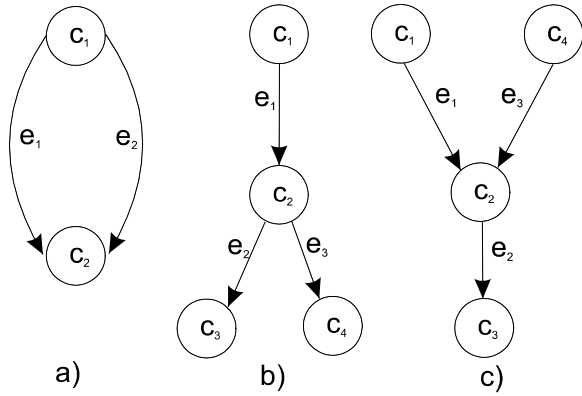


Рис. 1. Приклади розгалужень і злиття шляхів в графах

Від формульного запису (2) графу через його шляхи завжди можливо перейти до класичного представлення графу G . Тому для некласичних графів в подальшому збережемо позначку класичного графу G (виключаємо позначку \sim у графі \tilde{G}). Граф, що складається тільки з одного елементу позначення $G^* \triangleq (e_{k,i,j})$ назовемо *простим*. Очевидно, петлі на вершині графу c_i відповідає граф $G_i^* = (e_{k,i,i})$, який також є простим за формою запису.

Послідовність елементів шляху (1) *конструктивно породжує ланцюжок*

$$l \triangleq e_{s,q,k}, e_{j,k,g}, \dots, e_{r,n,m}$$

та *технологічний ланцюжок*

$$l' \triangleq e_s e_j \dots e_r$$

визначений на алфавітові E . Зрозуміло, що відношення ρ , за яким шляхові (1) ставиться у відповідність технологічний ланцюжок l' однозначне. Але обернене відношення ρ^{-1} не є однозначним – воно тільки вказує на те, що суміжній парі елементів ланцюжка l' ставиться у відповідність суміжні дуги, визначені на довільних позначках вершин. Конструктивний об'єкт, який утворюється технологічним ланцюжком $l' = e_s e_j \dots e_r$ будемо називати *шляховою структурою*

$$\bar{P} \triangleq (e_s, e_j, \dots, e_r)$$

шляху P . Отже, шляхова структура представляється *списком* [6], тобто множиною з фіксованим порядком слідування елементів. Символи у списку можуть повторюватися. Окремої позначки для списку не вводимо, застосовуючи для нього позначки відповідних шляхових структур, але при необхідності список будемо

записувати у вигляді (e_s, e_j, \dots, e_r) , в якому деякі з символів можуть бути порожніми – ε . Порожні символи у списку визначають місце не порожніх символів в упорядкованій множині. Наявність порожнього символу ε у списку відрізняє список від відповідної шляхової структури. Список, що складається тільки з символів $\varepsilon \in E$ є порожнім, тобто $(\varepsilon, \varepsilon, \dots, \varepsilon) = \emptyset$. Список назовемо *нелінійним*, якщо хоча б один його символ $e_q \neq \varepsilon$ у списку повторюється декілька разів підряд. Наприклад, список (a, b, a, b, c) з символів алфавіту E є лінійний, але список (b, a, a, b, c) – нелінійний.

Аналогічно до шляхів введемо поняття *графової структури* \bar{G} графу представленою формулою (2). Графова структура \bar{G} представляється списками шляхів графу G .

Граф G за сукупністю шляхів породжує множину конструктивних ланцюжків $\{l_i\}$ – *мову зв'язаного графу*

$$L(G) \triangleq \{l_i\}$$

та *технологічну мову*

$$L(E) \triangleq \{l'_i\}.$$

Для зв'язаного графу G його графова структура \bar{G} також зв'язана. Відношення між графом G , його графовою структурою \bar{G} і породженими мовами можна зобразити діаграмою

$$\begin{array}{ccc} G & \xrightarrow{\Phi} & L(G) \\ \mu \downarrow & & \downarrow \eta \\ \bar{G} & \xleftarrow{\Psi} & L(E) \end{array} \quad (3)$$

де Φ і Ψ ізоморфні відношення, μ і η гомоморфізми.

Наведена діаграма є комутативною, тому що $\eta \circ \Phi = \Psi^{-1}$, або $\mu = \Psi \circ \eta \circ \Phi$. Це означає еквівалентність відношень μ і η , тобто, за графом G і його мовою $L(G)$ однозначно визначеною утворюються відповідні \bar{G} та $L(E)$, але обернені відтворення не однозначні. Тому для зв'язаної графової структури може існувати множина зв'язаних графів.

Два графи будемо вважати *технологічно еквівалентними*, якщо вони породжують одну і ту ж технологічну мову. Очевидно, графи, які мають однакову графову структуру технологічно еквівалентні.

Введемо деякі формули перетворення графів, які не порушують їх технологічної еквівалентності. Для спрощення запису правил формул перетворень, правила перетворень демонструються на окремих шляхах.

1. Правило скорочення шляху:

$$(e_{s,1,2}, e_{j,2,3}, \dots, e_{r,m-1,m}) = ((e_s e_j \dots e_r)_{1,m}),$$

якому відповідає ланцюжок $l = (e_s e_j \dots e_r)_{1,m}$.

2. Правило виключення паралельної дуги:

$$e_{1,i,j} \vee e_{2,i,j} = (e_1 \vee e_2)_{i,j},$$

при якому вершини зберігаються. Якщо $i = j$, то маємо частковий випадок правила – виключення паралельних петель.

3. Правило виключення альтернативної дуги:

$$e_{1,i,j} \vee e_{2,i,k} = \begin{cases} (e_1 \vee e_2)_{i,j}, & \text{вершина } k \text{ – виключена;} \\ (e_1 \vee e_2)_{i,k}, & \text{вершина } j \text{ – виключена;} \end{cases}$$

за яким дві суміжні дуги замінюються однією – (c_i, c_j) або (c_i, c_k) .

4. Правило виключення петлі:

$$(e_{1,i,i}, (e_{2,i,j} \vee e_{3,i,k})) = (e_1^n e_2)_{i,j} \vee (e_1^n e_3)_{i,k},$$

де e_1^n – технологічний ланцюжок довільної довжини утворений петлею $e_{1,ii}$.

Очевидно, це правило поширюється і на замкнуту петлю альтернативних шляхів, тобто

$$((e_{1,i,k} \vee e_{2,j,k}), e_{3,k,k}) = (e_1 e_3^n)_{i,k} \vee (e_2 e_3^n)_{j,k}.$$

5. Правило виключення контурів:

$$(e_{1,i,j}, e_{3,j,i}) \vee e_{2,i,k} = ((e_1 e_3)^n e_1)_{i,j} \vee ((e_1 e_3)^n e_2)_{i,k},$$

яке узагальнює правило 4.

6. Правило виключення вершини:

$$(e_{1,i,m}, e_{3,m,n}) \vee (e_{2,j,m}, e_{4,m,k}) = ((e_1 e_4)_{i,k} \vee (e_1 e_3)_{i,n}) \vee ((e_2 e_3)_{j,n} \vee (e_2 e_4)_{j,k}).$$

Для створення графових композицій введемо операції над графами.

Нехай $\{l_{1,i}\}$ і $\{l_{2,j}\}$ мови породжені зв'язаними графами G_1 і G_2 . Граф G_1 є підграфом графу G_2 за операцією включення (\prec), тобто $G_1 \prec G_2$, якщо множина $\{l_{1,i}\}$ є підмножиною множини $\{l_{2,j}\}$. Відповідно, для графових структур \bar{G}_1 і \bar{G}_2 , утворених технологіч-

ними ланцюжками $\{l'_{1,i}\}$ та $\{l'_{2,j}\}$, включення $\bar{G}_1 \prec \bar{G}_2$ означає, що $\{l'_{1,i}\} \subset \{l'_{2,j}\}$ і \bar{G}_1 є графовою підструктурою структури \bar{G}_2 . Для окремих технологічних ланцюжків l'_1 і l'_2 під включенням $l'_1 \subset l'_2$ розуміється по символічне включення за порядком слідування елементів ланцюжків.

Схожість введеного включення над графом G і його структурою \bar{G} є зовнішня, але за результатами вони різні: з включення $G_1 \prec G_2$ обов'язково має місце $\bar{G}_1 \prec \bar{G}_2$. Крім того, з наявності включення $\bar{G}_1 \prec \bar{G}_2$ за діаграмою (2) не обов'язково існує включення $G_1 \prec G_2$. Наприклад, якщо графи G_1 і G_2 породжують тільки ланцюжки $l_1 = a_{1,2}, b_{2,2}, a_{2,3}$ та $l_2 = a_{1,2}, a_{2,2}, c_{2,3}, b_{3,4}, a_{4,4}$, то між цими графами не існує відношення за включенням, але між відповідними графовими структурами $\bar{G}_1 = (a, b, a)$ і $\bar{G}_2 = (a, a, c, b, a)$, як за списками виконується по символічне включення $\bar{G}_1 \prec \bar{G}_2$ по першому, четвертому та п'ятому відповідним елементам списку \bar{G}_2 або по другому, четвертому та п'ятому елементам цього ж списку. Нагадуємо, що для списків послідовність елементів суттєва. Отже, включення $\bar{G}_1 \prec \bar{G}_2$ неоднозначне, оскільки воно характеризується двома структурами включень (a_1, b_4, a_5) і (a_2, b_4, a_5) . Таким чином, для існування включення (\prec) між графовими структурами \bar{G}_1 і \bar{G}_2 необхідно і достатньо виконання умов:

– кількість елементів графової структури \bar{G}_1 не повинна бути більшою за кількість елементів структури \bar{G}_2 ;

– кількість кожного символу (з врахуванням його повторень) графової структури \bar{G}_1 повинна бути не більшою ніж кількості цих же символів в структурі \bar{G}_2 ;

– послідовність розташування символів графової структури \bar{G}_1 не повинна порушуватися хоча б в одній послідовній комбінації тих же символів графової структури \bar{G}_2 .

За допомогою введеної операції включення можна встановити певний порядок на множенні підграфів $\{G_i\}$ деякого графу G . Так, підграф G_k графу G на множині підграфів $\{G_i\}$ є *максимальним за включенням*, якщо у цій множині

можна вказати таку підмножину $\{G_j; j \in K\}$, що для всіх її елементів має місце ланцюг за включенням $G_{j_1} \prec G_{j_2} \prec \dots \prec G_{j_m} = G_k$ і серед елементів множини $\{G_i\}$ не існує такого $- G_s$, щоб $G_k \prec G_s$. З іншого боку підграф G_r графу G на множині підграфів $\{G_i\}$ є мінімальним за включенням, якщо у цій множині можна вказати таку підмножину $\{G_s; s \in N\}$, що для її елементів має місце ланцюг за включенням типу $G_r = G_{j_1} \prec G_{j_2} \prec \dots \prec G_{j_m}$, і серед елементів множини $\{G_i\}$ не існує такого $- G_q$, щоб $G_q \prec G_r$. Таким же чином через визначення максимальної $\max_{\prec, i} \{\bar{G}_i\}$ і мінімальної $\min_{\prec, i} \{\bar{G}_i\}$ структур за включеннями можна ввести порядок на множині підструктур $\{\bar{G}_i\}$ графової структури \bar{G} графу G .

Під операцією перетину (\cap) двох підграфів G_1 і G_2 графу G розуміється їх спільний підграф (підграфи), інакше $G_1 \cap G_2 \neq \emptyset$. Так для підграфів

$$G_4 = (a_{1,2}, b_{2,3}, c_{3,5}, e_{5,2}, b_{2,3}, c_{3,5}, a_{5,6}),$$

$$G_5 = (a_{1,2}, b_{2,4}, a_{4,4}^2, b_{4,5}, a_{5,6}); \quad (4)$$

результатом перетину $G_4 \cap G_5$ є два їх підграфи $G_1^* = (a_{1,2})$ та $G_2^* = (a_{5,6})$.

Операцію перетину графових підструктур (списків) \bar{G}_1 і \bar{G}_2 структури \bar{G} позначимо як $\bar{G}_1 \cap \bar{G}_2$. Результат перетину є графова підструктура (підструктури) \bar{G}_3 , яка знаходиться наступним чином.

1. З двох списків \bar{G}_1 і \bar{G}_2 вибираємо список з меншою кількістю елементів, нехай це буде, для визначеності, графова структура \bar{G}_2 .

2. Формується графова підструктура $\bar{G}_{3,1}$ така, що $\bar{G}_{3,1} \prec \bar{G}_1$ і $\bar{G}_{3,1} \prec \bar{G}_2$:

– починаючи з першого символу e_1 структури \bar{G}_2 , перевіряємо його першу, за порядком слідування, наявність у списку \bar{G}_1 , або наступну наявність. Нехай це буде символ e_i , тоді символ e_1 приймається за перший елемент списку $\bar{G}_{3,1}$. Якщо символ e_1 у списку \bar{G}_1 відсутній, то до списку $\bar{G}_{3,1}$ заносимо порожній символ ε . Зауважимо, що при наявності альтерна-

тивних шляхів у графові G_1 вище визначена перевірка виконується для кожного списку графової структури \bar{G}_1 ;

– перевіряємо наявність другого елементу $e_2 \in \bar{G}_2$ у списку \bar{G}_1 після символу e_i , якщо попередній символ $e_1 \notin \bar{G}_1$, то перевіряється наявність символу e_2 спочатку списку \bar{G}_1 або його наступну наявність; при виконанні умови $e_2 \in \bar{G}_1$ за другий елемент списку $\bar{G}_{3,1}$ приймається e_2 , в іншому випадку маємо порожній символ ε ;

– процес перевірки наявності елементів графової структури \bar{G}_2 у списку \bar{G}_1 продовжується поки не вичерпаються елементи списку (списків) \bar{G}_2 , зрозуміло, що для так побудованого списку $\bar{G}_{3,1}$ включення $\bar{G}_{3,1} \prec \bar{G}_1$ і $\bar{G}_{3,1} \prec \bar{G}_2$ виконуються.

3. За методикою пункту 2, починаючи з символу $e_2 \in \bar{G}_2$, формується підструктура $\bar{G}_{3,2}$ така, що $\bar{G}_{3,2} \prec \bar{G}_1$ і $\bar{G}_{3,2} \prec \bar{G}_2$:

4. Побудова наступних підструктур $\bar{G}_{3,j}$ продовжується, поки не будуть перебрані всі елементи зі структури \bar{G}_2 .

5. Серед множини графових підструктур $\{\bar{G}_{3,j}\}$ знаходимо максимальні за включенням підструктури, які приймаємо за результат перетину \bar{G}_3 , тобто $\bar{G}_1 \cap \bar{G}_2 = \max_{\prec, j} \{\bar{G}_{3,j}\}$; якщо елементи множини $\{\bar{G}_{3,j}\}$ утворені тільки порожніми списками, то за результат перетину приймаємо $\bar{G}_1 \cap \bar{G}_2 = \emptyset$.

Для прикладу застосування операції перетину списків розглянемо наведені вище графи (4), за якими

$$\bar{G}_4 = (a, b, c, e, b, c, a) \text{ та } \bar{G}_5 = (a, b, a, a, b, a).$$

Список \bar{G}_5 менший ніж \bar{G}_4 , тому перевіряємо наявність елементів структури \bar{G}_5 у структурі \bar{G}_4 . Перший символ $a \in \bar{G}_5$ є першим у списку \bar{G}_4 з чого маємо, що $a \in \bar{G}_{3,1}$ і цей символ є першим елементом списку $\bar{G}_{3,1}$. Аналогічно другий символ $b \in \bar{G}_5$ є другим елементом списку \bar{G}_4 , тому список $(a, b) \prec \bar{G}_{3,1}$. Наступний символ $a \in \bar{G}_5$ міститься на сьомому місці спи-

ску \bar{G}_4 і тому маємо $(a,b,a) \prec \bar{G}_{3,1}$. Далі символи графу \bar{G}_5 повинні міститися за сьомим елементом списку \bar{G}_4 . Отже, отримаємо список $\bar{G}_{3,1} = (a,b,a,\varepsilon,\varepsilon,\varepsilon)$. Таким же чином знаходиться список $\bar{G}_{3,2} = (b,a,\varepsilon,\varepsilon,\varepsilon)$. Продовжуючи побудову інших списків $\bar{G}_{3,j}$, отримаємо множину списків

$$\{(a,b,a,\varepsilon,\varepsilon,\varepsilon), (b,a,\varepsilon,\varepsilon,\varepsilon), (a,a,\varepsilon,\varepsilon), (a,b,a), (b,a), (a)\}.$$

Нескладно бачити, що максимальними за включенням списками на цій множині є списки $(a,b,a,\varepsilon,\varepsilon,\varepsilon)$ і $(a,a,\varepsilon,\varepsilon)$, тобто перетин графових структур є $\bar{G}_4 \cap \bar{G}_5 = \{(a,b,a), (a,a)\}$. Доцільно перевірити результат перетину на зв'язаність графових структур. Для цього спочатку з'ясуємо, які структури включень має графова підструктура $\bar{G}_{3,1} = (a,b,a)$. Структура $\bar{G}_{3,1}$ характеризується наступною множиною структур включень $\{(a_1,b_2,a_7), (a_1,b_5,a_7)\}$, що означає фіксованість місць для символу a , але місце символу b не визначене. Подальший аналіз графових структур \bar{G}_4 і \bar{G}_5 не розв'язує цього питання, а також питання зв'язаності комбінацій символів ab та ba . Тому для підструктури $\bar{G}_{3,1}$ її зв'язаність не визначена. Аналіз підструктури $\bar{G}_{3,3} = (a,a)$ показує, що вона характеризується тільки однією структурою включення, отже, підструктура $\bar{G}_{3,3}$ зв'язана. Таким чином, перетин графових структур $\bar{G}_4 \cap \bar{G}_5$ має зв'язану невизначеність. Розв'язати цю невизначеність можливо при наявності інформації про інші графові підструктури структури \bar{G} .

За різницю (\dashv) двох підграфів G_1 і G_2 графу G таких, що $G_1 \cap G_2 \neq \emptyset$, приймемо граф (графи) $G_1 \dashv G_2$, визначений як граф G_1 з видаленими спільними дугами графів G_1 і G_2 .

Розповсюдимо операцію різниці на списки \bar{G}_1 і \bar{G}_2 [6]. Під різницею $\bar{G}_1 \dashv \bar{G}_2$ будемо розуміти такий список, який складається з елементів списку \bar{G}_1 , котрі відсутні у списку \bar{G}_2 , а замість видалених елементів перетину $\bar{G}_1 \cap \bar{G}_2$ записуються порожні символи.

Наприклад, для графів (4) різниця $G_4 \dashv G_5 = (b_{2,3}, c_{3,5}, e_{5,2}, b_{2,3}, c_{3,5})$, але різницею між списками $\bar{G}_4 \dashv \bar{G}_5$ буде список $(\varepsilon, \varepsilon, c, e, \varepsilon, c, \varepsilon)$, що відповідає графовій структурі (c, e, c) .

Операція об'єднання (\cup) підграфів G_1 і G_2 графу $G \in G_1 \cup G_2$ така, що отримаємо граф G_3 , якщо $G_1 \cap G_2 \neq \emptyset$ або графи G_1 і G_2 , якщо $G_1 \cap G_2 = \emptyset$. Граф $G_3 = G_1 \cup G_2$ можна легко знайти, якщо підграфи G_1 і G_2 мають спільну вершину або спільну дугу. В інших випадках їх об'єднання знаходиться складніше. Наприклад, коли графи $G_1 = (a_{1,2}, b_{2,3})$, $G_2 = (c_{4,2}, d_{2,5})$ мають спільну вершину з позначкою «2», тоді

$$G_1 \cup G_2 = ((a_{1,2}, b_{2,3}) \vee (c_{4,2}, d_{2,5}) \vee (a_{1,2}, d_{2,5}) \vee (c_{4,2}, b_{2,3})),$$

або після застосування третього правила перетворення графів цей вираз спрощується –

$$G_1 \cup G_2 = ((a \vee c)_{1,2}, (b \vee d)_{2,3}).$$

Для іншого прикладу, якщо у графів $G_1 = (a_{1,2}, c_{2,4})$ і $G_2 = (b_{3,2}, c_{2,4})$ спільна дуга $c_{2,4}$, то

$$G_1 \cup G_2 = ((a_{1,2} \vee b_{3,2}), c_{2,4}) = ((a \vee b)_{1,2}, c_{2,4}).$$

Операцію об'єднання застосуємо і для списків. Під об'єднанням списків $\bar{G}_1 \cup \bar{G}_2$ будемо розуміти список як конкатенацію списків \bar{G}_1 і \bar{G}_2 . Так для $\bar{G}_1 = (a,b)$ і $\bar{G}_2 = (c,d)$ їх об'єднання є $\bar{G}_1 \cup \bar{G}_2 = (a,b,c,d)$. Слід звернути увагу на те, що операція об'єднання списків не комутативна.

Розглянемо множину всіх підграфів $\{G_i\}$ графу G , яка містить і власний підграф G . За відношенням включення (\prec) для будь якого підграфу $G_k \in \{G_i\}$ існує елемент $G_j \in \{G_i\}$ такий, що має місце $G_j \prec G_k$ або $G_k \prec G_j$. Отже, множина $\{G_i\}$ і будь яка її підмножина з підграфом G за цим відношенням може бути розбита на такі класи $\{K_r; r \in R\}$, що елементи $G_s^r \in K_r$, $s = \overline{1, m_r}$ пов'язані ланцюгом за включенням $G_1^r \prec G_2^r \prec \dots \prec G_{m_r}^r$; $G_q^r \in \{G_i\}$. Вочевидь, кожен з класів K_r може містити підграфи з других класів. Так кожен клас має один спільний максимальний за включенням граф

G , але один можливо унікальний мінімальний за включенням підграф. Зрозуміло, що і множину графових структур $\{\bar{G}_i\}$ таким же чином можна розбити на класи $\{\bar{K}_v; v \in V\}$.

Визначення 1. Сукупність різних мінімальних за включенням підграфів класів K_r розбиття множини $\{G_j\} \subseteq \{G_i\}$ називається *базисом* цієї множини. Відповідно, сукупність мінімальних за включенням графових підструктур класів \bar{K}_r розбиття підмножин $\{\bar{G}_j\} \subseteq \{\bar{G}_i\}$ утворює *графовий структурний базис* цієї підмножини.

Якщо прийняти підграфи ланцюга за включенням деякого класу K_r за вершини, а відношення (\prec), яким зв'язані підграфи цього ланцюга, за дуги, то отримуємо деякий графовий лінійний шлях P_r на класі K_r . За початкову вершину шляху приймемо максимальний за включенням граф G .

Визначення 2. Зв'язану сукупність шляхів P_r множини класів $\{K_r; r \in R\}$ ($\{\bar{K}_v; v \in V\}$) зі спільною вершиною G або \bar{G} , назовемо *структурним графом* відповідних множин підграфів (графових підструктур).

Наприклад, множина підграфів $M_G = \{G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G\}$ графу G ланцюгами $G_1 \prec G_3 \prec G_5 \prec G$ і $G_2 \prec G_4 \prec G$ розбивається на класи: $K_1 = \{G_1, G_3, G_5, G\}$, $K_2 = \{G_2, G_4, G\}$. Структурний граф множини M_G зображений на рис. 2.

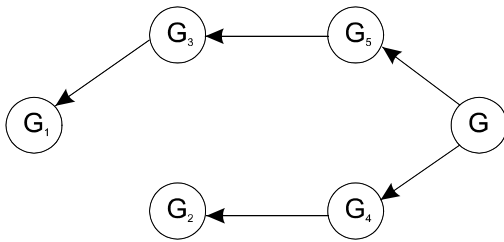


Рис. 2. Приклад структурного графу

Заключні вершини структурного графу множини $\{G_i\}$ утворюють її базис, так для графу на рис. 2 базис множини M_G утворюють графи G_1 і G_2 .

Визначення 3. Сукупність S_G підграфів G_j графу G , таких, що $\{G_j; \cup_j G_j = G\}$ назовемо *системою утворюючих підграфів графу G* .

Система S_G назовемо *повною системою*, якщо в ній немає таких підграфів, видалення яких не впливає на утворення графу G .

Визначення 4. Система утворюючих підграфів графу G називається *мінімальною S_G^0* , якщо вона повна і створена на базисі множини підграфів графу G , або на комбінаціях базису з деякими підграфами графу G за допомогою операцій: (\cap), (\cup) і (\rightarrow).

Тепер перейдемо до розгляду задачі відтворення графу G за деякими відомими зразками технологічної мови $\{l'_i\} \subset L(E)$.

Відтворення графів за зразками мови $L(E)$

Задача. Нехай задані зразок

$$Z = \{l'_i; i \in I, l'_i \in L(E)\}$$

і відповідна сукупність його графових структур $S = \{\bar{G}_i\}$. Необхідно на парі $\langle Z, S \rangle$ відтворити такий орієнтований навантажений символами алфавіту E граф G , щоб породжена цим графом технологічна мова L_0 містила в собі заданий зразок.

Зрозуміло, що так поставлена задача відтворення графу за висновками з діаграми (3) розв'язується не однозначно. Для часткового усунення неоднозначності розв'язку задачі введемо деякі припущення:

- 1) рішення відносно технологічної мови графу приймаються зовні задачі;
- 2) рішення відносно кількості елементів та повноти технологічного зразка приймаються поза межами задачі;
- 3) ланцюжкам зразка відповідають однозначні графові структури;
- 4) припущення відносно початкових і заключних станів графу приймаються за межами задачі;
- 5) графові структури ланцюжків зразка створюють деяку систему графових підструктур відтворюючого графу.

Перейдемо до розгляду алгоритму за яким пропонується розв'язувати наведену задачу.

Розв'язувати задачу будемо за допомогою побудови утворюючої системи підграфів. Схема розв'язку задачі спирається на введені припущення і результати попереднього пункту, тому не вдаючись до деталей наведемо її узагальнений алгоритм:

- 1) за пунктами 4) і 5) припущень провести аналіз технологічного зразка та його графових підструктур і виконати їх спрощення, переозначення елементів списків, тощо; на перетворених графових структурах створити систему S ;

2) на системі S побудувати структурний граф залежностей за включенням (за визначенням 2);

3) на заключних вершинах структурного графу виділити базис (за визначенням 1) системи S і на ньому знайти максимальні за включенням лінійні графові підструктури \bar{G}_i , застосовуючи при необхідності операції (\cap, \supset) ;

4) за лінійними підструктурами \bar{G}_i , з'ясовуючи зв'язаність їх елементів, відтворити графи G_i ;

5) знайдені у пункті 4) лінійні підграфи об'єднати у лінійний кістяк [5] $\{G_i\}$ невідомого графу G , який включити до мінімальної утворюючої системи S_G^0 (за визначенням 4);

6) за допомогою багаторазового застосування операцій (\cup, \cap, \supset) над елементами системи S , її базису і кістяку виділити всі можливі прості підграфи G_j^* (відсутні у лінійному кістякові);

7) доповнити утворюючу систему S_G^0 простими підграфами G_j^* ;

8) на мінімальній системі підграфів S_G^0 побудувати відтворений граф;

9) за допомогою правил перетворення графів 1 – 6 побудувати еквівалентний до відтвореного графу G простий граф G^* ;

10) позначку простого графу G^* прийняти за технологічну мову L_0 відтвореного графу, переконатися у тому, що $Z \subset L_0$.

Для прикладу, розглянемо деякий технологічний процес, який складається з елементарних технологічних операцій $\{a, b, c, d, e\}$, які приймемо за елементи алфавіту E . Нехай також відомі декілька технологій цього процесу, які, для визначеності, починаються з початку і завершуються в кінці процесу. Представимо їх у вигляді наступних технологічних ланцюжків:

$$\begin{aligned} l_1^t &= ab^3ca^3ba, \quad l_2^t = a^2b^3ad^2, \\ l_3^t &= a^3b^3ad^4ea^2b^3ca^4badeaba, \quad l_4^t = adea^2c, \\ l_5^t &= a^2b^2dea^2ceabad, \quad l_6^t = a^2b^2dedcadea^3c, \\ l_7^t &= abdbd^2ea^2dec, \quad l_8^t = abdeadadeabad, \end{aligned} \quad (5)$$

де у виразах (5) степінь k над символом означає кількість повторень цього символу в технологічному ланцюжкові.

Приймемо ланцюжки (5) за множину зразка Z . Будемо вважати, що кожен з ланцюжків l_i^t зразка Z задає деяку графову структуру \bar{G}_i ; $i = \overline{1,8}$ технологічного процесу так, що їх початкові та заключні стани співпадають із відповідними станами поки невідомого графу G . Нехай ці підструктури представлені виразами:

$$\begin{aligned} \bar{G}_1 &= (a, b, b, b, c, a, a, a, b, a), \\ \bar{G}_2 &= (a, a, b, b, b, a, d, d), \\ \bar{G}_3 &= (a, a, a, b, b, b, a, d, d, d, d, e, a, a, b, b, b, c, a, a, a, b, a, d, e, a, b, a), \\ \bar{G}_4 &= (a, d, e, a, a, c), \\ \bar{G}_5 &= (a, a, b, b, d, e, a, a, c, e, a, b, a, d), \\ \bar{G}_6 &= (a, a, b, d, e, d, c, a, d, e, a, a, c), \\ \bar{G}_7 &= (a, b, d, b, d, d, e, a, a, d, e, c), \\ \bar{G}_8 &= (a, b, d, e, a, d, a, d, e, a, b, a, d). \end{aligned}$$

Аналізуючи зміст ланцюжків зразка (5) та їх графові структури і враховуючи припущення відносно початкового та заключного станів графу, приходимо до висновку, що початковий стан графу G має не меншу ніж один степінь з вихідною дугою a , а заключному стану відповідає вершина степені не менше ніж три з трьома входами a, d, c . Приймемо початкову вершину графу G за 1, а заключну за невідоме k . Отже з урахуванням цього аналізу за пунктом 1) алгоритму отримаємо систему S , елементами якої будуть підструктури \bar{G}_i ; $i = \overline{1,8}$.

Тепер за другим пунктом алгоритму на системі S побудуємо структурний граф, який зображено на рис. 3.

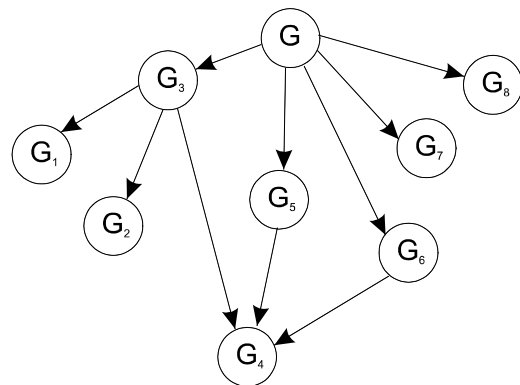


Рис. 3. Структурний граф залежностей елементів системи S

Як видно, із структурного графу рис. 3, базис графу G складається з підграфів $\bar{G}_1, \bar{G}_2, \bar{G}_4, \bar{G}_7$ і \bar{G}_8 множини $\{\bar{G}_i; i = \overline{1,8}\}$, тому

за наступним пунктом алгоритму на цьому базисі знайдемо лінійні підструктури. Для цього спочатку розглянемо перетин графових підструктур \bar{G}_1 та \bar{G}_2 і знайдемо на множині списків, з якої визначається перетин $\bar{G}_1 \cap \bar{G}_2$, максимальну за включенням лінійну підструктуру $\bar{G}_{1,0}$. Перетин структур \bar{G}_1 і \bar{G}_2 визначається за правилом

$$\begin{aligned} \bar{G}_1 \cap \bar{G}_2 = \max \{ & (a^2, b, \varepsilon^2, a, \varepsilon^2), (a^2, b^3, a, \varepsilon^2), \\ & (a, b, \varepsilon^2, a, \varepsilon^2), (b^3, a, \varepsilon^2), (b^3, a, \varepsilon^2), (b, a, \varepsilon^2), \\ & (a, \varepsilon, \varepsilon), (\varepsilon, \varepsilon), (\varepsilon) \}, \end{aligned}$$

тому лінійним максимальним за включенням списком даної множини є $(a, b, \varepsilon, \varepsilon, a, \varepsilon, \varepsilon)$.

Отже, лінійна підструктура $\bar{G}_{1,0}$ відповідає технологічному ланцюжкові $l'_{1,0} = aba$ породженому невідомим графом $G_{1,0}$. З'ясуємо зв'язковість списку $\bar{G}_{1,0}$. При побудові множини списку перетину $\bar{G}_1 \cap \bar{G}_2$ список $(a, b, \varepsilon, \varepsilon, a, \varepsilon, \varepsilon)$ визначається неоднозначно. Так графова структура $\bar{G}_{1,0} = (a, b, a)$ визначається різними структурами включень, наприклад, (a_1, b_9, a_{10}) і (a_8, b_9, a_{10}) , в яких індекси вказують на номер відповідного символу в графовій структурі \bar{G}_1 . Причому всі структури включення для графу $\bar{G}_{1,0}$ вказують на однаковий зв'язок суміжних символів b і a . Аналіз графових структур \bar{G}_1 і \bar{G}_2 показує, що символи a і b в послідовності (a, b) також зв'язані. Тому граф $G_{1,0}$ зв'язаний і визначений на чотирьох вершинах, причому його початкова вершина співпадає з початковою вершиною графу G . Позначимо ці вершини символами 1, 2, 3 і 4, таким чином отримуємо граф

$$G_{1,0} = (a_{1,2}, b_{2,3}, a_{3,4}). \quad (6)$$

Залишається не з'ясованим питання, чи є вершина 4 графу G заключною. Відповідь на це питання знайдемо, розглянувши різницю $\bar{G}_2 \rightarrow \bar{G}_{1,0}$, яка має, на заключній вершині графу G петлю з позначкою d . Тоді перетин $\bar{G}_{1,0} \cap (\bar{G}_2 \rightarrow (d, d))$ вказує на те, що заключні вершини графів $G_{1,0}$ і G однакові. Отже визначено, що $k = 4$.

Розглянемо тепер перетин $\bar{G}_7 \cap \bar{G}_4$, якому відповідає

$$\max \{ (a, d, e, a, a, c), (a, d, e, \varepsilon, \varepsilon, c), (d, e, a, a, c),$$

$$(d, e, \varepsilon^2, c), (e, a, a, c), (e, \varepsilon, \varepsilon, c), (a, a, c), (a, c), (c) \}.$$

Для цієї множини лінійним максимальним за включенням буде список $(a, d, e, \varepsilon, \varepsilon, c)$, котрий визначає графову структуру $\bar{G}_{2,0} = (a, d, e, c)$. З'ясуємо зв'язаність структури $\bar{G}_{2,0}$. Множина його структур включень має вигляд

$$\{ (a_1, d_3, e_{11}, c_{12}), (a_1, d_5, e_{11}, c_{12}), (a_1, d_6, e_{11}, c_{12}), \\ (a_1, d_{10}, e_{11}, c_{12}), (a_8, d_{10}, e_{11}, c_{12}), (a_9, d_{10}, e_{11}, c_{12}) \}.$$

Аналіз множини структур включень показує, що послідовність e, c зв'язана. З аналізу графових структур \bar{G}_7 і \bar{G}_4 також маємо, що послідовність d, e є зв'язаною. Зв'язаність символів a і d зостається поки що не визначеною. Тому граф $G_{2,0}$ визначений на п'ятьох або шістьох вершинах, з яких початкова і заключна співпадають з відповідними вершинами графу G . Для визначеного зв'язку між дугами d, e, c графу $G_{2,0}$ введемо дві нові позначки вершин 5 і 6, тоді можна записати

$$G_{2,0} = (a_{1,x}, d_{y,5}, e_{5,6}, c_{6,4}), \quad (7)$$

де x, y – поки невизначені вершини.

Перетин підструктури \bar{G}_8 з іншими елементами базису не утворює нових лінійних графових підструктур, які б починалися в початковій і завершувалися в заключній вершинах графу G . Таким чином, повний базис повинен складатися тільки з підструктур $\bar{G}_1, \bar{G}_2, \bar{G}_4, \bar{G}_7$. Отже, кістяком (зі спільною заключною вершиною) утворюючої системи S_G^0 буде множина елементів (6) і (7), тобто $\{G_{1,0}, G_{2,0}\}$.

Знайдемо тепер всі прості підграфи, які відсутні у кістякові. Аналіз різниць $\bar{G}_1 \rightarrow \bar{G}_{1,0}$ та $\bar{G}_2 \rightarrow \bar{G}_{1,0}$ і структур \bar{G}_1, \bar{G}_2 показує, що на вершинах з позначками 1, 2 і 4 маються петлі $a_{1,1}, b_{2,2}$ і $d_{4,4}$, крім того перша різниця з врахуванням петель $a_{1,1}$ і $b_{2,2}$ показує наявність контура $c_{3,1}$ в підграфові G_1 . Отриманої інформації достатньо для відтворення підграфів G_1 і G_2 , котрі породжують ланцюжки зразка l'_1 і l'_2 .

Так об'єднуючи лінійний граф (6) з контуром $(c_{3,1})$ і враховуючи те, що цей контур охоплює дуги $a_{1,2}$ та $b_{2,3}$, отримаємо граф $G_{1,0} \cup (c_{3,1}) = G_{3,0}$,

$$G_{3,0} = (a_{1,2}, b_{2,3}, c_{3,1}, a_{1,2}, b_{2,3}, a_{3,4}). \quad (8)$$

Об'єднання графу (8) з відповідними кількостями петель $(b_{2,2})$, $(a_{1,1})$ відтворює граф $G_1 = (a_{1,2}, b_{2,2}, b_{2,3}, c_{3,1}, a_{1,1}, a_{1,2}, b_{2,3}, a_{3,4})$, а об'єднання графу (6) з петлями $a_{1,1}$, $b_{2,2}$ і $d_{4,4}$ відтворює граф $G_2 = (a_{1,1}, a_{1,2}, b_{2,2}, b_{2,3}, a_{3,4}, d_{4,4}^2)$.

На графах (6) і (8) та простих графах $(a_{1,1})$, $(b_{2,2})$, $(d_{4,4})$ за допомогою операції об'єднання також можна побудувати нові підграфи, наприклад, підграфи, які породжують підланцюжки $l_9' = a^3 b^3 a d^4$, $l_{10}' = a^2 b^3 c a^4 b a d$ ланцюжка зразка l_3' . Тому за різницею $\bar{G}_3 \ominus \bar{G}_9 \ominus \bar{G}_{10} \ominus \bar{G}_{1,0}$ зясуємо наявність у графові G контуру e_{41} . Інших утворюючих підграфів графу G на гілках (G, G_3, G_1) і (G, G_3, G_2) структурного графу (дивися рис. 3) не має. Відтворений підграф (на чотирьох вершинах) графу G зображено на рис. 4

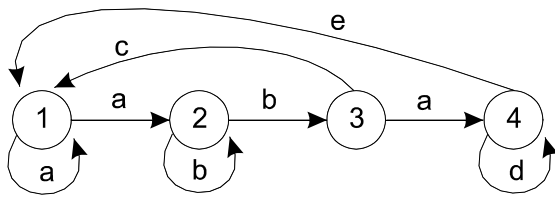


Рис. 4. Відтворений підграф графу G

Тепер за рис. 4 нескладно записати граф

$$G_3 = (a_{1,1}^2, a_{1,2}, b_{2,2}^2, b_{2,3}, a_{3,4}, d_{4,4}^4, e_{4,1}, a_{1,1}, a_{1,2}, b_{2,2}^2, b_{2,3}, c_{3,1}, a_{1,2}, b_{2,3}, a_{3,4}, d_{4,4}, e_{4,1}, a_{1,2}, b_{2,3}, a_{3,4}),$$

котрий породжує технологічний ланцюжок l_3' .

Продовжимо виконання пункту 5) алгоритму відтворення графу G .

Аналізуючи граф $G_{2,0}$ та графові структури \bar{G}_5 , \bar{G}_6 і стани графу зображеного на рис. 4, встановлюємо, що невизначена у графові $G_{2,0}$ вершина $x = y = 2$. Отже, за формулою (7) маємо другий лінійний утворюючий підграф

$$G_{2,0} = (a_{1,2}, d_{2,5}, e_{5,6}, c_{6,4}).$$

Розглядаючи потім різницю $\bar{G}_4 \ominus \bar{G}_{2,0}$ встановлюємо, що граф G_4 має на вершині 6 петлю $a_{6,6}$, тому $G_4 = (a_{1,2}, d_{2,5}, e_{5,6}, a_{6,6}^2, c_{6,4})$. Далі виконуючи операції (\cup, \ominus) над графовими структурами $\bar{G}_{2,0}$, \bar{G}_4 , \bar{G}_6 , \bar{G}_7 і враховуючи граф $(a_{6,6})$ аналогічно тому, як це робилося вище, визначимо, що граф G додатково має контур $b_{5,4}$ і дугу – контур $d_{5,3}$.

Таким чином, за структурним графом (рис. 3) і операціями (\cup, \cap, \ominus) над деякими його підграфами побудовано множину простих графів

$$Q^* = \left\{ (a_{1,1}), (a_{6,6}), (b_{2,2}), (d_{4,4}), (c_{3,1}), (e_{4,1}), (b_{5,4}), (d_{6,3}) \right\}.$$

Отже, на технологічному зразкові Z побудована мінімальна утворююча система $S_G^0 = \{G_{1,0}, G_{2,0}, Q^*\}$ графу G .

В межах утворюючої системи S_G^0 , як показано вище, відтворені графи: G_1 , G_2 , G_3 і G_4 . Тепер також можна відтворити інші графи G_5 , G_6 , G_7 повної системи S :

$$\begin{aligned} & (a_{1,1}, a_{1,2}, b_{2,2}^2, d_{2,5}, e_{5,6}, a_{6,6}^2, c_{6,4}, e_{4,1}, a_{1,2}, b_{2,3}, a_{3,4}, d_{4,4}), \\ & (a_{1,1}, a_{1,2}, b_{2,2}, d_{2,5}, e_{5,6}, d_{6,3}, c_{3,1}, a_{1,2}, d_{2,5}, e_{5,6}, a_{6,6}^3, c_{6,4}), \\ & (a_{1,2}, b_{2,2}, d_{2,5}, b_{5,4}, d_{4,4}, e_{4,1}, a_{1,1}, a_{1,2}, d_{2,5}, e_{5,6}, c_{6,4}). \end{aligned}$$

Якщо для впорядкування вершин графу G ввести перепозначення вершин в утворюючій системі S_G^0 , замінивши позначки вершин за правилами: $4 \rightarrow 6$, $5 \rightarrow 4$, і $6 \rightarrow 5$, то отримаємо відтворений граф, представлений на рис. 5.

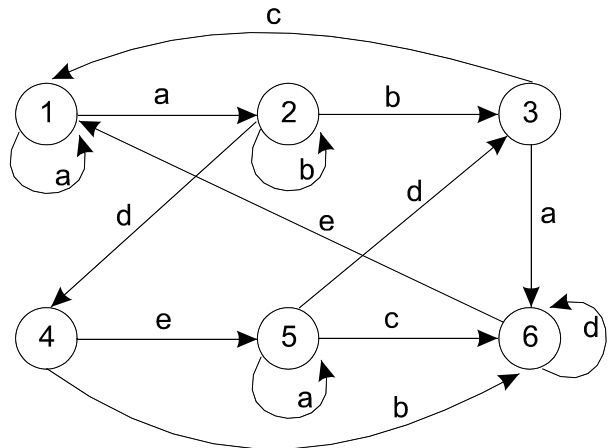


Рис. 5. Відтворений граф

Отриманий нелінійний граф має досить велике цикломатичне число $(v=9)$, тому поро-

джену ним технологічну мову безпосередньо за графом G складно визначити. Для цього скористаємося правилами перетворення графу. За пунктом 10) алгоритму зведемо граф, зображений на рис. 5, до простого шляху за такою послідовністю застосування правил виключення:

- виключимо спочатку всі петлі на вершинах: 1, 2, 5 і 6;
- виключимо вершину 1 графу, замкнувши обернені дуги $c_{3,1}$ і $e_{6,1}$ на вершину 2;
- виключимо вершину 5 і утворені паралельні дуги на вершинах 2 та 3;
- виключимо контур (c_{32}) і тримаємо граф $((TM)_{2,6} \vee (VR)_{2,6}, e_{6,2})$;
- виключимо паралельні дуги і контур $(e_{6,2})$.

Отже, отримаємо технологічну мову

$$L(G) = ((TM | VR)e)^n (TM | VR), \quad (9)$$

де $T = ((A | DQ)c)^n (A | DQ)$, $V = ((A | DQ)c)^n D$, $R = ea^n cd^n | bd^n$, $M = bd^n$, $A = a^n b^n$, $D = a^n b^n d$ і $Q = ea^n d$.

Таким чином, за заданим зразком (3) вдалося відтворити граф (рис. 5) і його технологічну мову (9).

Висновки

В результаті виконаних досліджень по розв'язанню проблеми відтворення графів встановлено, що:

- процес відтворення графів спирається на не повну інформацію відносно процесів, технологій і інше, тому передбачає введення деяких припущень;
- розв'язок проблеми не однозначний і вимагає напрацювань спеціальних підходів до її вирішення, особливо у випадку складних

графових моделей представлення предметних областей;

- проблему відтворення графів зручно розв'язувати за допомогою систем утворюючих підграфів, які визначаються за неповною інформацією зразків підграфів;
- розроблена метода згортання графів дозволяє знайти технологічну мову, яка породжується відтвореним графом;
- запропонований алгоритмічний підхід до розв'язання проблеми відтворення графів є досить простим в застосуванні і універсальним;
- за запропонованим алгоритмом відтворення графів можна розробити автоматизовану систему відтворення графових моделей.

БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Фу К. С. Структурные методы и распознавание образов. – М.: Мир, 1977. – 318 с.
2. Ильман В. М. Структурный подход до проблеми відтворення графіків / В. М. Ильман, В. І. Шинкаренко // Проблеми програмування, 2007. – № 1. – С. 5–16.
3. Ильман В. М. Властивості формальних структур та їх підструктур // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д., 2007. – Вип. 14. – С. 99–104.
4. Ильман В. М. Некоторые приложения формальных структур / В. М. Ильман, В. В. Скалозуб, В. И. Шинкаренко // Современные информационные технологии на транспорте, в промышленности и образовании: Междунар. научн.-практ. конфер. Тезисы докладов. – Д., 2007. – С. 63–63.
5. Свами М. Графы, сети и алгоритмы / М. Свами, К. Тхуласираман – М.: Мир, – 1984 – 380 с.
6. Босов А. А. Функции множества и их применение. – Днепропетр. изд. дом «Андрей», – 2007. – 186 с.

Надійшла до редколегії 26.07.2007.

МЕТОД ИТЕРАЦИИ РЕШЕНИЯ ПЕРВОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ С НЕЛИНЕЙНОЙ ПРАВОЙ ЧАСТЬЮ

Запропоновано чисельний метод вирішення першої граничної задачі з нелінійним звичайним диференціальним рівнянням другого порядку. Задача зводиться до вирішення системи з двох інтегральних рівнянь з використанням функції Гріна. Система розв'язується методом Пікара.

Предложен численный метод решения первой краевой задачи с нелинейным обыкновенным дифференциальным уравнением второго порядка. Исходная задача сводится к решению системы из двух интегральных уравнений с использованием функции Грина. Система решается методом Пикара.

The numerical method of the decision of the first boundary problem with the nonlinear ordinary differential equation of the second order is offered. The initial problem is reduced to the decision of the two integrated equations with use Green's function. The system is solved Picard's method.

К краевым задачам сводятся многие задачи механики, электродинамики, задачи теории управления, задачи рационального проектирования железнодорожных кривых. В первой краевой задаче значение искомой функции задается в двух точках, ограничивающих отрезок, на котором требуется определить решение. В общем случае краевая задача может быть нелинейной. Для решения нелинейной краевой задачи существуют удобные и эффективные методы.

Двухточечные краевые задачи обычно решаются с помощью следующих методов:

- аналитические методы [1, 2];
- метод стрельбы и прогонки [1, 2, 3];
- линеаризация нелинейной задачи [4, 5];
- методы квазилинеаризации [6, 7, 8];
- сведение краевой задачи к задаче Коши [9];
- разностные методы [10, 11].

Выбор того или иного метода зависит от конкретного дифференциального уравнения. Общий обзор с классификацией нелинейных задач наиболее полно был проведен Карманом [12]. Среди последних публикаций посвященных исследованию решений дифференциальных уравнений следует отнести работы [13, 14].

Рассмотрим первую краевую задачу для обыкновенного дифференциального уравнения 2-го порядка с однородными граничными условиями

$$u'' = f(s, u, u'), \quad u(a) = 0, \quad u(b) = 0 \quad (1)$$

и построим приближенное решение в классе функций C^2 . Допустим, что выполнены условия существования решения нелинейной краевой

задачи [15], которое может быть получено последовательными приближениями [16]

$$u_p'' = f(s, u_{p-1}, u_{p-1}'), \quad p = 1, 2, \dots \quad (2)$$

Каждое решение u_p должно удовлетворять краевым условиям (1). Предел последовательности решений u_p будет приближенным решением исходной задачи.

От задачи (1) перейдем к интегральному уравнению. Пусть отрезок интегрирования

$[a, b]$ приведен заменой переменной $t = \frac{s-a}{b-a}$

к единичному интервалу $0 \leq t \leq 1$. Функция $u(t)$, удовлетворяющая граничным условиям

$$u(0) = 0, \quad u(1) = 0, \quad (3)$$

может быть представлена в виде [16]

$$u(t) = \int_0^1 G(t, \xi) u''(\xi) d\xi, \quad (4)$$

где $G(t, \xi)$ ядро интегрального уравнения – функция Грина. Выбор функции Грина обусловлен однородными граничными условиями и аналогичен [16]

$$G(t, \xi) = \begin{cases} \xi(t-1), & 0 \leq \xi \leq t, \\ t(\xi-1), & t < \xi \leq 1. \end{cases}$$

Подставим в (4) выражение $u'' = f(t, u, u')$, получим

$$u(t) = \int_0^1 G(t, \xi) f(\xi, u, u') d\xi. \quad (5)$$

Определим производную $u'(t)$

$$u'(t) = \int_0^1 G'(t, \xi) f(\xi, u, u') d\xi, \quad (6)$$

где

$$G'(t, \xi) = \begin{cases} \xi, & 0 \leq \xi \leq t, \\ \xi - 1, & t < \xi \leq 1. \end{cases}$$

Уравнения (5), (6) образуют систему двух интегральных уравнений с двумя неизвестными функциями $u(t)$ и $u'(t)$. Это отличает данную задачу от аналогичной рассмотренной в [16, стр.152], в которой правая часть зависит только от неизвестной функции $u(t)$. Последовательные приближения $u(t)_p$ определяются следующими интегральными уравнениями

$$u(t)_p = \int_0^1 G(t, \xi) f(\xi, u_{p-1}, u'_{p-1}) d\xi, \quad (7)$$

$$u'(t)_p = \int_0^1 G'(t, \xi) f(\xi, u_{p-1}, u'_{p-1}) d\xi, \quad p = 1, 2, \dots \quad (8)$$

В качестве начального приближения возьмем функцию $u_0(t) = 0$, первое приближение производной также будет $u'_0(t) = 0$. Текущее приближение определяется соответствующим интегралом. Однородные граничные условия выполняются на каждом шаге поскольку $G(0, \xi) = G(1, \xi)$.

$$u_i^p = (i - n) \frac{h^3}{6} \sum_{j=1}^i \left[(3j - 2) f_{j-1}^{p-1} + (3j - 1) f_j^{p-1} \right] -$$

$$- i \frac{h^3}{6} \sum_{j=i+1}^n \left[(3n - 3j + 2) f_{j-1}^{p-1} + (3n - 3j + 1) f_j^{p-1} \right], \quad i = \overline{1, n-1}, \quad (10)$$

$$\text{и } u_i^p = \frac{h^2}{6} \sum_{j=1}^i \left[(3j - 2) f_{j-1}^{p-1} + (3j - 1) f_j^{p-1} \right] -$$

$$- \frac{h^2}{6} \sum_{j=i+1}^n \left[(3n - 3j + 2) f_{j-1}^{p-1} + (3n - 3j + 1) f_j^{p-1} \right], \quad i = \overline{0, n}, \quad (11)$$

где $f_j^0 = f(t_j, u_j^0, u_j^{\prime 0})$, $u_j^0 = 0$, $u_j^{\prime 0} = 0$, $j = \overline{0, n}$, $p = 0, 1, 2, \dots$

Построение решения исходной задачи эквивалентно решению двух нелинейных уравнений методом итерации решения нелинейных уравнений [16]. Сходимость метода приближений обеспечивается выполнением теоремы существования решения и требованиями сходимости

Аппроксимируем вторую производную искомой функции $u'' = f(t, u, u')$ кусочно-линейной функцией F , звенья которой соединяются в узлах сетки $\{t_i\}$ на отрезке $[0, 1]$. Приближенное решение в этом случае получится в виде кубического сплайна $\tilde{u}(t)$. Подобный подход реализован в [17] для решения нелинейных интегральных уравнений Вольтерра и описан в [16].

Введем на отрезке интегрирования регулярную сетку $\{t_i\}$, $i = \overline{0, n}$

$$t_i = i \cdot h, \quad i = \overline{0, n}.$$

В выражениях (7), (8) заменим вторую производную

$$u'' = f(t, u_{p-1}(t), u'_{p-1}(t))$$

кусочно-линейной функцией с вершинами в узлах сетки t_i

$$F^p(t) = f_{i-1}^{p-1} + \frac{f_i^{p-1} - f_{i-1}^{p-1}}{t_i - t_{i-1}} (t - t_{i-1}),$$

$$t_{i-1} \leq t \leq t_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad (9)$$

где индекс p сверху обозначает номер итерации (приближения) и $f_i^{p-1} = f(t_i, u_i^{p-1}, u_i^{\prime p-1})$, $u_i^{p-1} = u^{p-1}(t_i)$, $u_i^{\prime p-1} = u^{\prime p-1}(t_i)$, $p = 1, 2, \dots$

Положив в (7) и (8) $t = t_i$, вычислим интегралы на отрезках $[t_{j-1}, t_j]$, получим

метода Пикара [18]. Приближение, удовлетворяющее необходимой точности, примем за искомое решение. Решением в узлах сетки будет $\tilde{u}_i = \tilde{u}(t_i)$. Решение $\tilde{u}(t)$ определяется по формуле (6) в любой точке отрезка интегрирования $[0, 1]$. Вычислив соответствующие интегралы, на подынтервалах $[t_{j-1}, t_j]$, получим

$$\begin{aligned} \tilde{u}(t) = (t-1) \frac{h^3}{6} \sum_{\substack{j=1 \\ (i \geq 1)}}^i [(3j-2)f_{j-1} + (3j-1)f_j] + (t-1) \int_{t_i}^t \xi F_i(\xi) d\xi + t \int_t^{t_{i-p}} (\xi-1) F_i(\xi) d\xi - \\ - t \frac{h^3}{6} \sum_{\substack{j=i+2 \\ (i < n-1)}}^n [(3n-3j+2)f_{j-1} + (3n-3j+1)f_j], \quad t_i \leq t \leq t_{i+1}, \quad i = \overline{0, n-1}. \end{aligned} \quad (12)$$

В случае неоднородных краевых условий в задаче, т. е. если

$$u(a) = \alpha, \quad u(b) = \beta, \quad (13)$$

неоднородная задача сводится к однородной с помощью известной замены

$$u(t) = v(t) + r(t), \quad (14)$$

причем имеет место

$$\begin{aligned} u(0) = v(0) + r(0) = \alpha, \\ u(1) = v(1) + r(1) = \beta. \end{aligned} \quad (15)$$

В замене (15) функция $v(t)$ является решением однородной задачи

$$v(t) = f(t, v(t) + r(t), v''(t) + r''(t)) \quad (16)$$

$$v(0) = 0, \quad v(1) = 0, \quad (17)$$

$$u_i^p = (i-n) \frac{h^3}{6} \sum_{j=1}^i [(3j-2)f_{j-1}^{p-1} + (3j-1)f_j^{p-1}] -$$

$$- i \frac{h^3}{6} \sum_{j=i+1}^n [(3n-3j+2)f_{j-1}^{p-1} + (3n-3j+1)f_j^{p-1}] + \alpha + (\beta - \alpha)ih, \quad i = \overline{1, n-1}.$$

Аналогично выражению (12) можно записать приближенное решение для неоднородной задачи в произвольной точке t

$$\begin{aligned} \tilde{u}(t) = (t-1) \frac{h^3}{6} \sum_{\substack{j=1 \\ (i \geq 1)}}^i [(3j-2)f_{j-1} + (3j-1)f_j] + (t-1) \int_{t_i}^t \xi F_i(\xi) d\xi + t \int_t^{t_{i-p}} (\xi-1) F_i(\xi) d\xi - \\ - t \frac{h^3}{6} \sum_{\substack{j=i+2 \\ (i < n-1)}}^n [(3n-3j+2)f_{j-1} + (3n-3j+1)f_j] + \alpha + (\beta - \alpha)t, \quad t_i \leq t \leq t_{i+1}, \quad i = \overline{0, n-1}. \end{aligned}$$

Пример. В качестве примера рассмотрим следующую задачу [7]

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + 0,7^2 \cdot \left(\frac{\partial y}{\partial x} \right)^2 + 1 = 0, \quad y(0) = 0, \quad y(1) = 0.$$

Точное аналитическое решение имеет вид [7]

а функция $r(t)$ выбирается так, чтобы

$$r''(t) = 0, \quad (18)$$

$$r''(t) = 0, \quad r(0) = \alpha, \quad r(1) = \beta. \quad (19)$$

Выбор граничных условий (17), (19) позволит удовлетворить исходным граничным условиям (14). Решением задачи (18-19) является функция

$$r(t) = \alpha + (\beta - \alpha)t.$$

Теперь решение первой краевой задачи с неоднородными краевыми условиями примет вид

$$u(t) = \int_0^1 G(t, \xi) u''(\xi) d\xi + \alpha + (\beta - \alpha) \cdot t.$$

Для приближенного решения неоднородной краевой задачи в узлах сетки получим

$$y(x) = \frac{1}{0,49} \ln \left[\frac{\cos 0,7(x-0,5)}{\cos 0,7/2} \right].$$

Результаты приближенного решения данной краевой задачи представлены табл. 1 и табл. 2.

Сходимость приближенного решения к точному

x (h = 0,090909)	Итерация				Точное решение
	1	3	5	10	
0,0000000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
0,09090909	0,04132	0,04282	0,04283	0,04283	0,04279
0,18181818	0,07438	0,07665	0,07665	0,07665	0,07659
0,27272727	0,09917	0,10178	0,10178	0,10178	0,10170
0,36363636	0,11570	0,11841	0,11842	0,11842	0,11833
0,45454545	0,12397	0,12670	0,12670	0,12670	0,12661
0,54545455	0,12397	0,12670	0,12670	0,12670	0,12661
0,63636364	0,11570	0,11841	0,11842	0,11842	0,11833
0,72727273	0,09917	0,10178	0,10178	0,10178	0,10170
0,81818182	0,07438	0,07665	0,07665	0,07665	0,07659
0,90909090	0,04132	0,04282	0,04283	0,04283	0,04279
1,00000000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

Таблица 2

Сходимость первой производной

x (h = 0,090909)	Итерация				Точное значение
	1	3	5	10	
0,0000000	0,50000	0,52185	0,52190	0,52190	0,52141
0,09090909	0,40909	0,42097	0,42098	0,42098	0,42060
0,18181818	0,31818	0,32378	0,32379	0,32379	0,32350
0,27272727	0,22727	0,22937	0,22937	0,22937	0,22916
0,36363636	0,13636	0,13687	0,13687	0,13687	0,13673
0,45454545	0,04545	0,04550	0,04550	0,04550	0,04542
0,54545455	-0,04545	-0,04550	-0,04550	-0,04550	-0,04552
0,63636364	-0,13636	-0,13687	-0,13687	-0,13687	-0,13683
0,72727273	-0,22727	-0,22937	-0,22937	-0,22937	-0,22926
0,81818182	-0,31818	-0,32378	-0,32379	-0,32379	-0,32360
0,90909090	-0,40909	-0,42097	-0,42098	-0,42098	-0,42071
1,00000000	-0,50000	-0,52185	-0,52190	-0,52190	-0,52153

Выводы

Краевая задача с нелинейной правой частью может быть сведена к системе двух нелинейных интегральных уравнений.

Приближенное решение краевой задачи $\tilde{y}(t)$ с построенной непрерывной кусочно-линейной второй производной $F(t)$ есть кубический сплайн из класса $C^2[0, 1]$.

Приближенное решение $\tilde{y}(t)$ определяется в любой точке отрезка интегрирования $[0, 1]$.

Изложенный метод приемлем для решения первой краевой задачи, для которой выполнены условия существования и единственности решения. Улучшение точности решения возможно достигнуть применением аппроксимации второй производной квадратичным или кубическим сплайном. Устойчивость метода не исследовалась.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тихонов А. Н. Дифференциальные уравнения / А. Н. Тихонов, А. Б. Васильева, А. Г. Свешников. – М.: Наука. - 1985. - 231 с.
2. Карташев А. П. Обыкновенные дифференциальные уравнения и основы вариационного исчисления. / А. П. Карташев, Б. Л. Рождественский – М.: Наука. - 1986. – 272 с.
3. Бахвалов Н. С. Численные методы. / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков – М.: Наука. - 1987. – 600 с.
4. Temple G. Linearization and delinearization. Proc. International Congress of Math. - 1958. P. 233-247.
5. Иванов В. А. Математические основы теории автоматического регулирования. / В. А. Иванов, Б. К. Чемоданов, В. С. Медведев, А. С. Ющенко – М.: Высш. шк. -1971. – 807 с.
6. Bellman R. Quasilinearization and upper and lower bounds for variational problems. Quart. Appl. Math. № 19. - 1962. – P. 349-350.
7. Bellman R. Quasilinearization and nonlinear boundary-value problems. / Bellman R., Kalaba R. - American Elsevier Publishing Company, Inc. – New York. - 1965. - 183 p.
8. Kalaba R. On nonlinear differential equations, the maximum operation and monotone convergence. J. Math., Mech. № 8. - 1959. – P. 519-574.
9. Шаманский В. Е. Методы численного решения краевых задач на ЭЦВМ. – К.: Наук. думка. - Ч. 1. -1963. – 194 с. - Ч. 2. -1966. - 244 с.
10. Годунов С. К. Разностные схемы. / С. К. Годунов, В. С. Рябенский – М.: Наука. - 1977. - 439с.
11. Рихтмайер Р. Разностные методы решения краевых задач. / Р. Рихтмайер, К. Мортон. – М.: Мир. - 1972. – 418 с.
12. T. von Karman. The engineer grapples with nonlinear problems. Bull. Amer. Math. Soc. № 46. - 1940. – P. 615-683.
13. Егоров А. И. Дифференциальные уравнения с приложениями. – М.: Физматлит. -2003.
14. Егоров А. И. Уравнения Риккати. – М.: Физматлит. - 2001.
15. Камке Э. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям: Пер. с нем. – М.: Наука. - 1976. – С. 61-65.
16. Верлань А. Ф. Интегральные уравнения: Методы, алгоритмы, программы. Справочное пособие / А. Ф. Верлань, В. С. Сизиков –К.: Наукова думка -1986. - С. 71-79, 84-94, 142-143, 148-152.
17. Мейнарович Е. В. О применении интерполяционных сплайнов к решению нелинейных интегральных уравнений Вольтерра / Е. В. Мейнарович, Р. В. Поляков, Л. Н. Шлепаков – В кн.: Линейные и нелинейные краевые задачи математической физики. – К.: Ин-т кибернетики АН УССР. - 1974. - С. 204-212.
18. Иванов В. В. Методы вычислений на ЭВМ: Справочн. пособ. – К.: Наук. думка. - 1986. - С. 389-391, 310-312, 325-329.

Надійшла до редколегії 01.09.2007.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ ТЕОРЕМЫ О СУММЕ ЦЕЛЫХ СТЕПЕНЕЙ ЦЕЛЫХ ЧИСЕЛ МЕТОДОМ КОЭФФИЦИЕНТОВ КРАТНОСТИ

У роботі виконаний аналіз ефективності доведення загальної теореми про неможливість представлення суми будь-яких ступенів незалежних цілих чисел одним числом того ж ступеня методом використання невідзначених взаємно обумовлених коефіцієнтів кратності.

В работе выполнен анализ эффективности доказательства общей теоремы о невозможности представления суммы любых степеней независимых целых чисел одним числом той же степени методом использования неопределённых взаимно обусловленных коэффициентов кратности.

The analysis of efficiency of proof of general theorem is in-process executed about impossibility of presentation of sum of any degrees of independent integers by one number of that degree by the method of the use of the indefinite mutually conditioned coefficients of multiplicity.

В работах [1, 2] изложены доказательства невозможности решения диофантова уравнения для любой суммы целочисленных степеней (больших 1) в целых числах. Целью данной работы является сравнение эффективности разных стратегий доказательств использованного в них метода применения неопределённых коэффициентов кратности свободных членов алгебраических уравнений вида

$$x^r = \sum_1^n a_i x_i^{r-i} \quad (1)$$

так, что коэффициенты кратности удовлетворяют условию: $a_n = K \cdot x$. Если такие уравнения разрешаются в целых числах при целых a_i , то K могут быть только числами целыми.

В [1] это соображение применено для доказательства «великой теоремы Ферма», являющейся частным случаем уравнения:

$$Y^r = \sum_1^n x_i^r \quad (2)$$

при $n = 2$.

Следуя традиции, три целых числа в этом уравнении представляются далее в виде: x , $(x+a)$ и $(x+b)$, так что решается уравнение:

$$x^r = (b^r - a^r) + \sum_1^{r-1} C_r^i x^{r-i} (b^i - a^i).$$

В [1] показано, что полагая $K \cdot x = (b-a)$, получаем уравнение:

$$\left[1 + \frac{b \cdot K}{(b^r - a^r)}\right]^r - \left[1 + \frac{a \cdot K}{(b^r - a^r)}\right]^r = 1. \quad (3)$$

То есть такое, в котором разность дробных чисел в любой положительной целой степени, большей 1, если a и b не являются функцией некоего целого числа k , возможна единичной только при K , не являющегося числом рациональным. В самом деле, представив предыдущее уравнение в виде

$$K^r = (b^r - a^r)^{r-1} - \sum_1^{r-1} C_r^i K^i (b^i - a^i) \cdot (b^r - a^r)^{r-1-i}$$

а, положив в нём $mK = (b^r - a^r)^{r-1}$ и разрешая его относительно m , получаем:

$$m = \frac{K^{r-1}}{\left[1 - \sum_1^{r-1} C_r^i K^i (b^i - a^i) \cdot (b^r - a^r)^{r-1-i}\right]}. \quad (4)$$

Следует заметить, что по недосмотру автора, уравнения (6) и (7) в [1] верны лишь для $r = 3$, то есть частный случай, уравнения приведенного выше. Поскольку в [1] не приведено доказательство невозможности целочисленного m , полагаем уместным привести его здесь. Итак, в уравнении (4) с дробным знаменателем целочисленное m предполагает его в виде чистой дроби, и после приведения этой дроби к общему знаменателю, равном $(b^r - a^r)^{r-1}$ имеем условное уравнение:

$$(b^r - a^r)^{r-1} - \sum_1^{r-2} C_r^i K^i (b^i - a^i) \cdot (b^r - a^r)^{r-i} +$$

$$+r \cdot K^{r-1}(b^{r-1} - a^{r-1})$$

или, что то же самое

$$m = \sum_1^{r-1} C_r^i K^{i-1} (b^i - a^i) \cdot (b^r - a^r)^{r-i} + \frac{1}{K}$$

так что m есть смешанная дробь при целочисленных K , a и b в явном противоречии с исходными условиями. В работе [2] та же методика доказательства невозможности решения в целых числах диофантова уравнения (2) проведена в решении его после представления левой части в виде очевидного условия, что она больше наибольшего из слагаемых правой части на величину δ , которая может быть равной единице. Из условий введения коэффициентов кратности K и m вытекает, что при $\delta=1$ наибольшее значение в сумме величин правой части уравнения (2) тоже равно 1. То есть, что уравнение (2) общего вида с независимыми и неравными слагаемого решения в целых числах не имеет. Упростить процедуру доказательства этого утверждения можно, представив левую часть уравнения (2) в виде предельно простом: $(1 + \delta)$. В таком случае в уравнении, связывающем левую и правую части (2), переписанном в виде:

$$\sum_1^r C_r^i \delta^i = \sum_1^n x_i^r - 1$$

$K\delta$ равно уменьшенной на 1 правой части, а $m\delta = K - r$. В соответствии с этим и коэффициент m определяется предельно простым уравнением

$$m = \frac{\delta^{r-2}}{\left[1 - \sum_1^{r-1} C_r^j \delta^{j-1} (K - r)^{-1} \right]},$$

а условие получения чистой дроби знаменателем будет:

$$(K - r) - \sum_1^r C_r^i \delta^i - 1 = 0$$

или, что то же самое:

$$\frac{1}{\delta} \left(\sum_1^n x_i^r - r \right) - \sum_r^{r-1} C_r^j \delta^{j-1} - 1 = 0.$$

Далее получаем уравнение, в котором $\delta = 1$

$$\sum_1^n x_i^r - \sum_0^r C_r^j \delta^j + \delta^r - \delta = 0.$$

Тем самым наиболее рациональным, из опубликованных в [1] и [2] способов выяснено, что уравнение (2) допускает решение в целых числах, только если все слагаемые в нём единичны, в общем случае, когда сумма т. е. число слагаемых n равно степени r целого числа. Логическое предположение о том, что любая сумма всех целочисленных степеней (больших 1) независимых (неодинаковых) целых чисел не может быть выражена одним числом той же степени получает подтверждение в результате довольно кратко алгебраического доказательства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лошкарёв Н. А. «Попытка реконструкции доказательства П. Ферма «великой теоремы». Вісник ДІТУ. – Д.: ДИИТ, - 2007. Вып. 15. – С. 61-63.

2. Лошкарёв Н. А. Обобщение «великой теоремы Ферма на сумму степеней независимых и неодинаковых целых чисел». Вісник ДІТУ. – Д.: ДИИТ, - 2007. Вып. 16. - С. 66-67.

Поступила в редакцию 27.09.2007.

ОЦІНКА ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВОГО СТАНУ ПІДПРИЄМСТВА МЕТОДОМ ДИСКРИМІНАНТНИХ ФУНКЦІЙ

В роботі обґрунтовується оригінальна модель оцінки фінансового стану підприємства за двома інтегральними фінансовими критеріями – показниками рентабельності та ліквідності активів. Даний підхід використовується для прогнозування фінансового стану підприємства та розробки рекомендацій для стабілізації ситуації.

В работе обосновывается оригинальная модель оценки финансового состояния предприятия по двум интегральным финансовым критериям – показателями рентабельности и ликвидности активов. Данный подход используется для прогнозирования финансового состояния предприятия и разработки рекомендаций для стабилизации сложившейся ситуации.

The original model of estimation of the financial state of enterprise on two integral financial criteria is grounded in work – indexes of profitability and liquidity of assets. It is taken this approach for prognostication of the financial state of enterprise and development of recommendations for stabilization of the folded situation.

Вступ

В сучасній мікроекономіці важливе місце відводиться моніторингу фінансового стану суб'єктів господарювання як з боку менеджерів так і системних власників та стратегічних інвесторів [1-3]. Це дає можливість прогнозувати можливе погіршення фінансового стану на підприємстві і за рахунок антикризових дій значно пом'якшити негативні тенденції розвитку і таким чином уникнути банкрутства.

В роботі пропонується модель оцінки фінансового стану підприємства за двома інтегральними фінансовими критеріями – показниками рентабельності та ліквідності активів. Від класичних моделей (метод Альтмана та різноманітні його модифікації), які використовують дискримінантні функції [2; 3], наш підхід відрізняється можливістю більш детальної оцінки, а не тільки оцінки імовірності банкрутства.

Для прогнозування фінансового стану підприємства за допомогою моделі оцінки нами зроблено такі емпіричні, тобто підтвержені практикою фінансового управління, припущення:

1) кожне підприємство розвивається циклічно, тобто його фінансовий стан змінюється за схемою «норма (К1) – передкриза (К2) – криза (К3) – після криза (К4) або банкрутство (ліквідація) – норма (К1)». Циклічний розвиток може припинити тільки банкрутство (ліквідація) підприємства;

2) перехід від нормального стану до передкризового пов'язане із погіршенням показника ліквідності, а подальший перехід до кризового стану – із погіршенням показника рентабельності;

3) перехід від кризового стану до після кризового пов'язане із поліпшенням показника ліквідності, а подальший перехід до нормального стану – із покращенням показника рентабельності.

Постановка задачі

Формування моделі оцінки фінансового стану включає в себе вирішення наступних задач:

1. Визначення показника рентабельності активів за формулою

$$\hat{F}_1 = P / A, \quad (1)$$

де P – операційний прибуток (форма № 2), A – середня сума активів.

2. Визначення показника загальної ліквідності активів за формулою

$$\hat{F}_2 = \frac{a_1 A_1 + a_2 A_2 + a_3 A_3}{a_1 \Pi_1 + a_2 \Pi_2 + a_3 \Pi_3}, \quad (2)$$

де A_j , Π_j - відповідні групи поточних активів та пасивів проіндексованих за рівнем ліквідності (активи) та строковості зобов'язань (пасиви); a_j – вагові коефіцієнти.

3. Нормування критеріїв, тобто визначення рівнів ліквідності і рентабельності на підприємстві за формулою

$$F_k = \frac{\hat{F}_k - F_k^-}{F_k^+ - F_k^-}, \quad k = 1, 2 \quad (3)$$

де $[F_k^-, F_k^+]$ область допустимих значень k -го критерію, тобто $F_k^- \leq \hat{F}_k \leq F_k^+$, $0 \leq F_k \leq 1$, $k = 1, 2$.

4. На основі дослідження та моніторингу циклів розвитку репрезентативної вибірки підприємств (рекомендовано галузеве та за масштабом групування) та експертних оцінок визна-

чаються еталонні значення рівнів рентабельності та ліквідності активів для відповідних класів які представлено у табл. 1.

Таблиця 1

Еталонні значення оцінок фінансового стану підприємства

Ідентифікатор класу, j	Етапи циклічно го розвитку	Фінансові критерії, k			
		F_1 - рівень рентабельності		F_2 - рівень ліквідності	
		ідентифікатор	значення	ідентифікатор	значення
K_1	Норма	b_{11}	0,8	b_{21}	0,8
K_2	Предкриза	b_{12}	0,7	b_{22}	0,4
K_3	Криза	b_{13}	0,3	b_{23}	0,3
K_4	Післякриза	b_{14}	0,35	b_{24}	0.65

5. Визначення дискримінантної функції для кожного класу фінансових станів підприємства у просторі інтегральних критеріїв F_1, F_2 :

$$\rho_j(F_1(X), F_2(X)) = \alpha_{1j}F_1 + \alpha_{2j}F_2 + \alpha_{3j} \geq 0, \quad \text{if } X \in K_j, j=1, \dots, 4 \quad (4)$$

де $\alpha_{1j}, \alpha_{2j}, \alpha_{3j}$ - коефіцієнти, які визначаються відповідно до еталонних оцінок $\|b_{ij}\|_{2,4}$ (див. табл. 1).

6. Визначення множини класів $\{K_j\}_4$ оцінки фінансового стану підприємства за правилом: «стан $X \Rightarrow \langle \hat{F}_1(X), \hat{F}_2(X) \rangle$ відноситься до класу K_j , якщо його дискримінантна функція $\rho_j(\vec{F}(X))$ більше нуля та усі дискримінантні функції інших класів менше або дорівнюють нулю»:

$$\vec{F}(X) \in K_j, \quad \text{if } (\rho_j(\vec{F}) > 0) \& \left(\forall_{l \neq j} \rho_l(\vec{F}) < 0 \right). \quad (5)$$

Таким чином, границі, які відокремлюють кожний j -тий клас від інших класів описуються рівняннями розділяючи прямих $\rho(\vec{F}) = 0$, $j=1, \dots, 4$. Геометрична інтерпретація визначення класів фінансового стану представлена на рис. 1.

7. Деталізація та фінансова інтерпретація класів (визначення проміжних класів та зони невизначеності) оцінки:

1) нормальний стан K_1 - високий рівень фінансового стану підприємства:

$$\{\rho_1(\vec{F}) > 0; \rho_4(\vec{F}) < 0; \rho_2(\vec{F}) < 0; \vec{F} \leq 1\}; \quad (6)$$

2) передкризовий стан K_2 - значне зниження рівня ліквідності активів підприємства:

$$\{\rho_2(\vec{F}) > 0; \rho_1(\vec{F}) < 0; \rho_3(\vec{F}) < 0; F_1 \leq 1; F_2 \geq 0\}; \quad (7)$$

3) хронічна криза (банкрутство) K_3 - низький рівень рентабельності та ліквідності активів підприємства:

$$\{\rho_3(\vec{F}) > 0; \rho_2(\vec{F}) < 0; \rho_4(\vec{F}) < 0; \vec{F} \geq 0\}; \quad (8)$$

4) післякризовий стан K_4 - значне підвищення рівня ліквідності активів підприємства:

$$\{\rho_4(\vec{F}) > 0; \rho_1(\vec{F}) < 0; \rho_3(\vec{F}) < 0; F_1 \geq 0; F_2 \leq 1\}. \quad (9)$$

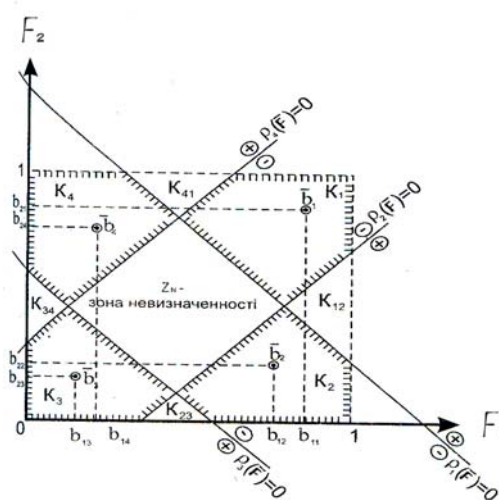


Рис. 1. Геометрична інтерпретація визначення класів фінансового стану

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ БЕЗОПАСНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Надано опис можливостей розробленого обчислювального комплексу та його використання для розв'язання задач безпеки і стійкості руху.

Дано описание возможностей разработанного вычислительного комплекса и его использование для решения задач безопасности и устойчивости движения.

The description of the developed computer system possibilities and its use to solve problems of motion safety and stability is given.

Последние десятилетия характерны существенным повышением скоростей движения пассажирских поездов масс и длин грузовых поездов, в том числе таких, у которых локомотивы оказываются распределенными вдоль состава. Несмотря на внедрение систем автоведения и диагностики, в процессе движения, состояния ходовых и других наиболее важных частей подвижного состава, систем передачи управляющих сигналов с головного локомотива на удаленные от него вспомогательные локомотивы, автономных систем управления вспомогательными локомотивами, продолжают иметь место инциденты, связанные со сходом с колеи вагонов пассажирских и особенно грузовых поездов.

В процессе поиска причин этих инцидентов желательно использовать не только экспертные оценки специалистов, результаты лабораторных металловедческих анализов, но и методы математического моделирования движения рассматриваемого поезда. При моделировании движения поезда как многомассовой, существенно нелинейной механической системы могут быть получены осциллограммы продольных усилий в упряжи, перемещения и ускорения отдельных узлов вагонов или локомотивов, а также действующие на них силы в процессе их пространственных колебаний. В данном случае основная цель моделирования состоит в определении количественных значений показателей, характеризующих безопасность движения, динамические качества вагонов и сравнение их с допускаемыми. При этом заключение о причине произошедшего инцидента становится более объективным и научно обоснованным.

Разработанные нами расчетные схемы, модели и в целом программный комплекс применяются и в научных целях при решении прикладных задач например, о выборе траектории движения поезда, обеспечивающей условия безопасного движения и минимальный расход энергии на тягу, о построении режимных карт ведения поезда, о составлении новых Норм проектирования продольного профиля железнодорожного пути и т. д.

Использование при этом методов объектно-ориентированного программирования и современной вычислительной техники позволяют решать задачу о пространственных колебаниях локомотивов и вагонов поезда, движущегося по имеющему неровности железнодорожному пути криволинейному в плане и профиле. Эти колебания сопровождаются действием на каждый экипаж продольных сил, вызванных переходными или стационарными режимами движения поезда, которые обусловлены влиянием управляющих воздействий, переломами продольного профиля пути и его криволинейности в плане.

Расчеты чаще всего выполняются для реальных участков пути (продольный профиль и план), реального поезда с учетом всех его параметров (массы и тяговые характеристики локомотивов, характеристики вагонов, силовые характеристики междувагонных соединений, характеристики тормозных систем и т.п.), а также с учетом заданных или задаваемых скоростей движения и режимов управления. Численные значения параметров, характеризующих работу тех или иных тормозных систем, междувагонных соединений и систем управления тягой принимаются по результатам многолетних, многочисленных экспериментальных опытов, проведенных с поездами в реальных усло-

виях опытного кольца ВНИИЖТа (Москва) и ряда железных дорог Украины и России. При этом в рассматриваемом поезде могут находиться локомотивы и вагоны разных типов, а сами вагоны могут быть оборудованы поглощающими аппаратами разных типов.

Задача о продольных колебаниях поезда решается следующим образом. В качестве расчетной схемы используется одномерная цепочка тел (экипажей), соединенных между собой существенно нелинейными деформируемыми элементами, учитывающими наличие зазоров в упряжи. Движение экипажа описывается следующей системой уравнений:

$$\begin{cases} \dot{V}_j = \frac{S_j + Fb_j + Wo_j + Wi_j + FFt}{m_j}, \\ \dot{x}_j = V_j \end{cases},$$

где S_j – продольная сила, действующая в j -ой связи, Fb_j – тормозная сила, действующая на j -й экипаж, Wo_j – сила основного сопротивления поступательному движению поезда для j -го экипажа, Wi_j – сила сопротивления от профиля пути для j -го экипажа, FFt – сила тяги или сила, вызванная электрическим торможением, x_j, V_j, \dot{V}_j – соответственно пройденный путь, скорость и ускорение j -го экипажа.

Указанная система дифференциальных уравнений решается с использованием численных методов интегрирования, которые выбраны с учетом особенностей дифференциальных уравнений и получаемых решений [1; 2]. В предлагаемом вычислительном комплексе в зависимости от решаемых задач возможно использование как метода Адамса-Башфорта-Мильтона

- прогноз:

$$p_{k+1} = y_k + \frac{h}{2}(3 \cdot \dot{y}_k - \dot{y}_{k-1});$$

- коррекция:

$$y_{k+1} = y_k + \frac{h}{2}(\dot{p}_{k+1} + \dot{y}_k),$$

так и метода Хемминга

- прогноз:

$$p_{k+1} = y_{k-3} + \frac{4 \cdot h}{3}(2\dot{y}_{k-2} - \dot{y}_{k-2} + 2\dot{y}_k);$$

- модификация:

$$m_{k+1} = p_{k+1} - \frac{112}{121}(p_k - c_k);$$

- коррекция:

$$c_{k+1} = \frac{9y - y_{k-2}}{8} + \frac{3h}{8}(-\dot{y}_{k-1} + 2\dot{y}_k + \dot{m}_{k+1});$$

- окончательное решение:

$$y_{k+1} = c_{k+1} + \frac{9}{121}(p_{k+1} - c_{k+1}).$$

Приведенные формулы относятся к группе сильно устойчивых разностных формул [3]. Применение именно сильно устойчивых формул вызвано спецификой тех задач, решение которых требуется рассматривать на довольно длинных отрезках интегрирования.

Разработанный программный комплекс позволяет моделировать движения различных поездов, характеристики которых находятся в базе данных о поездах. Таблица исходных данных имеет поля, в которых задается следующая информация (табл. 1).

Таблица 1

База данных для поездов

Название поля	Содержащая информация
Экипаж	Тип экипажа(грузовой, пассажирский, тип локомотива)
Вес	Вес
Длина	Длина
Осей	Количество осей
Колодки	Тип тормозных колодок (чугунные или композиционные)
Режим воздухораспределителя	Включенный режим воздухораспределителя (груженный, средний или порожний)
Нажатие	Одностороннее или двухстороннее
Подшипники	Качения или скольжения
Зазор	Величина зазора в межвагонном соединении
Аппарат	Тип поглощающего аппарата межвагонного соединения

Количество строк в таблице соответствует количеству экипажей.

При формировании поездов предусмотрена возможность моделирования движения соединенных поездов с расположением локомотивов

вдоль состава. Полагается, что все локомотивы должны быть одного типа.

Как известно, величины продольных усилий S_j – зависят от величины относительных продольных перемещений (x_j) соседних экипажей q_j и скорости \dot{q}_j , которые определяются следующим образом:

$$\begin{cases} q_j = x_j - x_{j+1} \\ \dot{q}_j = V_j - V_{j+1}. \end{cases}$$

В случае оборудования межвагонного соединения одинаковыми поглощающими аппаратами автосцепки для определения продольных сил используется метод, описанный в [1; 4]. Если в межвагонном соединении оказываются аппараты с отличающимися между собой характеристиками, то продольное усилие определяется из следующего условия:

$$\begin{cases} S_j^n = S_j^3 = S_j \\ q_j^n + q_j^3 = q_j, \end{cases}$$

где S_j^n и S_j^3 – значения продольных усилий в переднем и заднем поглощающих аппаратах соответственно; q_j^n и q_j^3 – деформации соответствующих поглощающих аппаратах.

При моделировании тормозных процессов, происходящих в поездах, учитывается, что в зависимости от типа экипажа возможны различные типы торможений: пневматическое (грузовые и пассажирские вагоны), электропневматическое (пассажирские вагоны), электрическое (локомотивы), а также торможение, вызванное аварийным режимом – разрыв тормозной магистрали. При этом предполагается, что тормозная магистраль может быть как сквозной, так и автономной, а рассредоточенные локомотивы могут управляться синхронно или по каким-то другим правилам.

Тормозная сила, действующая на экипаж при пневматическом или электропневматическом торможениях, определяется следующим образом:

$$Fb_j = -n_j \cdot \varphi_j \cdot k_j(t) \cdot fc,$$

где n_j – количество тормозных колодок в j -ом экипаже, φ_j – коэффициент трения тормозных колодок о колесо, который зависит от типа тормозных колодок, силы нажатия колодки на колесо и скорости движения [1; 4], $k_j(t)$ – сила

нажатия на одну тормозную колодку, fc – коэффициент, который зависит от погодных условий, наличия песка в локомотиве и учитывает изменения условий сцепления колеса с рельсом.

Число тормозных колодок для каждого экипажа определяется с помощью его основных характеристик – количества осей и вида нажатия (см. табл. 1) – которые задаются в исходных данных.

Сила нажатия на тормозную колодку определяется состоянием воздухораспределителя, который может создавать в тормозном цилиндре давление сжатого воздуха, соответствующее величине разрядки тормозной магистрали или полному или частичному (при ступенчатом отпуске) выпуску сжатого воздуха из цилиндров при повышении давления в магистрали.

При регулировочном снижении скорости движения поездов может быть произведена I-я, II-я или III-я ступени торможений. В зависимости от выбранной ступени предполагается, что тормозной цилиндр наполняется сжатым воздухом соответственно на 40 %, 60 % и 88 % от максимального значения давления. Максимальные значения давления воздуха в тормозном цилиндре зависят от режимов работы воздухораспределителя; их значения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Максимальное давление в тормозном цилиндре

Режим в/р	Давление, атм
груженный	3,8
средний	2,5
порожний	1,5

При исследовании различных видов торможений задается вид торможения (ступень регулировочного торможения, ПСТ, ЭТ или падение давления, вызванное разрывом тормозной магистрали в заданном сечении поезда). В соответствии с этим моделируется работа воздухораспределителя и определяются значения сил нажатия в каждый момент времени. Воздухораспределитель на каждом экипаже срабатывает в момент прихода тормозной волны от источника разрядки тормозной магистрали. Изменение силы нажатия на тормозную колодку $k_j(t)$ в процессе наполнения тормозного цилиндра происходит по экспоненциальному закону, а при выпуске сжатого воздуха – по линейному закону. При определении силы нажатия учитывается этап подвода тормозных коло-

док и время наполнения тормозных цилиндров, которое зависит от вида торможения (ПСТ или ЭТ), режима работы воздухораспределителей на пассажирских вагонах (длинносоставный или короткосоставный), а также места нахождения данного экипажа по отношению к источнику разрядки тормозной магистрали.

Сила, действующая на локомотив в тяговом режиме или при электрическом торможении F_{ft} , определяется согласно заданным тяговым или тормозным характеристикам, соответствующим выбранному локомотиву.

Сила основного сопротивления поступательному движению поезда для j – го экипажа W_{o_j} зависит от типа экипажа (грузовой, пассажирский вагоны или локомотив), и вида пути (стыковой или бесстыковой). Для грузовых вагонов при определении W_{o_j} учитывается также тип подшипников (качения или скольжения), нагрузка на ось и количество осей. При вычислении указанной силы для локомотивов учитывается режим движения (тяговый).[5]

Сила сопротивления от профиля пути для j - го экипажа определяется по формуле

$$W_{i_j} = \left(-i - \frac{200}{R} - 1.495 \cdot \frac{V_j^2}{R} + 9.197 \cdot H_r \right) \cdot 0.001 \cdot g \cdot m_j,$$

где i – величина уклона в промилле (знак уклона задается согласно правилам тяговых расчетов: на спуске - со знаком « - », на подъеме – со знаком « + »), V_j – скорость экипажа, R – радиус круговой кривой в плане, H_r – возвышение наружного рельса [5]. В приведенной формуле величины радиуса круговой кривой и возвышения наружного рельса изменяются на входной и выходной кривых от нуля до заданного значения.

В предлагаемом программном комплексе исходные параметры участка пути задаются с помощью двух таблиц «Профиль участка» «План участка». В таблице «Профиль участка» задаются длины элементов продольного профиля с постоянным уклоном и величины уклонов. В таблице «План участка» задаются:

- длина прямого участка;
- длина переходной кривой на входе в кривую (входная кривая);
- длина круговой кривой;
- длина переходной кривой на выходе из кривой (выходная кривая);

- радиус круговой кривой;
- величина возвышения наружного рельса кривой;
- величина зазора в колее на прямом участке пути;
- величина зазора на кривой.

Кроме модели, имитирующей продольные колебания поезда и позволяющей оценить продольные силы, ускорения, тормозные пути и т.п., нами разработано программное обеспечение для изучения пространственных колебаний экипажа, движущегося в составе поезда. Пространственная модель позволяет оценить так же динамические показатели, среди которых наиболее важным является показатель, характеризующий безопасность движения экипажа – коэффициент запаса устойчивости от схода колеса с рельса.

Для построения пространственных моделей использован объектно-ориентированный подход. При этом модель экипажа разбивается на отдельные объекты и связи между ними. Объектами здесь называются недеформируемые элементы конструкции экипажа, имеющие определенные инерционные свойства (параметры). Связи это деформируемые элементы конструкции и предназначенные для соединения объектов между собой. Связи могут быть различными по типу: упруго-вязкие или упруго-фрикционные (линейные или билинейные), «сухое трение», связи, учитывающие явления крипа (между колесом и рельсом) и т.д.

В качестве объектов могут быть выбраны, например, все инерционные конструктивные элементы, или часть из них, которая может быть объединена в один объект; при этом остальные могут выступать в качестве отдельных объектов. Все объекты имеют как минимум один инерционный параметр – массу. Кроме этого объекты могут иметь и другие инерционные параметры – моменты инерции относительно главных центральных осей (если есть необходимость рассмотреть угловые колебания объектов). Кроме этого для каждого объекта задаются координаты его центра масс. Вертикальная координата задается относительно уровня головки рельса (ясно, что при этом вертикальные координаты центров масс рельс равны нулю). Поперечные координаты – относительно оси пути, а продольные – относительно первой колесной пары рассматриваемого экипажа.

Как было сказано выше, связи – это деформируемые элементы конструкции экипажа. Характерной и очевидной связью являются рас-

сорные комплекты, имеющие реальные деформируемые пружины. Однако, для унификации построения модели связями так же являются элементы, не имеющие в реальной конструкции деформируемых элементов, но служащие той же цели – объединение инерционных элементов конструкции в единое целое. Поэтому, в пространственной модели связями так же являются места соединения инерционных элементов между собой. Такие связи имеют большие значения жесткостей, а поглощение энергии в таких связях, при необходимости, учитывается с помощью коэффициентов вязкости конструкции или с помощью коэффициентов трения, когда соединяемые элементы конструкции могут перемещаться друг относительно друга, например, в пределах зазора, как это имеет место в пятниковом узле грузового вагона.

Такой подход позволяет при интегрировании рассматривать не шесть (по числу степеней свободы), а всего одно дифференциальное уравнение колебаний для каждого объекта. В этом уравнении обобщенной координатой могут быть одна из трех линейных или одна из трех угловых координат перемещения объекта. Ускорение движения объекта определяется как сумма внешних воздействий (т.е. сумма сил или моментов сил, в зависимости от того является координата линейной или угловой) отнесенная к инерционному коэффициенту (опять же в зависимости от типа координаты). Каждый элемент суммы внешних воздействий (усилие в связи или момент силы, передающийся на нее) вычисляется как некая функция от взаимного перемещения и, при необходимости, скорости взаимного перемещения объектов. Вид этой функции определяется типом связи – например, линейная упруго-вязкая или упруго-фрикционная, или связь, обладающая только сухим трением, или любая комбинация этих типов связей. В программном комплексе предусмотрен весь необходимый набор типов связей, однако при необходимости предусмотрена довольно простая процедура введения нового типа связей. При задании параметров связей (кроме собственно параметров связи) задаются координаты (со знаком) точек приложения связей к объектам. Это позволяет автоматически определять знаки моментов сил, передающихся на эти связи. Все три координаты точек приложения связи задаются относительно центра масс объекта.

Заданные в модели величины параметров объектов и связей могут быть легко изменены (без изменения типа объекта или связи) исполь-

зуя аномалии объектов и связей. Заданные аномальные величины параметров действительны при выполнении текущего расчета и не изменяют соответствующие величины в самой модели.

Интегрирование системы дифференциальных уравнений выполняется теми же методами, что и дифференциальных уравнений продольной динамики поезда.

Результатами моделирования являются перемещения по всем шести координатам всех объектов, деформации и силы в связях по всем шести координатам (естественно, шесть координат будут только для тех объектов для которых, кроме массы заданы все три момента инерции). Кроме этого, по силам в специально выбранных пользователем связях определяются коэффициенты динамики, в том числе, коэффициенты запаса устойчивости колеса от схода с рельса. Эти величины в ходе моделирования регистрируются и как процессы и как вероятностные величины с заданным пользователем уровнем доверительной вероятности. Вероятностные показатели необходимы для оценки динамических свойств и устойчивости движения экипажа, а графики процессов этих показателей полезны при анализе результатов (например, для определения точки пути, где какой-либо показатель превысил свое допустимое значение).

Для решения поставленной задачи необходимо сформировать задание для расчета. В нем указывается название участка пути, для которого в базе данных имеются все характеристики (параметры профиля и плана участка пути), состояние пути (отличное, среднее или плохое), тип пути (стыковой или бесстыковой). Состояние пути определяется уровнем неровностей пути и величиной сопротивления движению поезда [5].

В задании указывается также:

- название поезда, для которого в базе данных указаны необходимые исходные данные (см. табл. 1);
- начальное состояние поезда (растянут, сжат или зазоры в межвагонных соединениях распределены вдоль состава произвольным образом);
- величина скорости поезда в момент начала моделирования;
- номера экипажей, для которых в процессе моделирования движения поезда будут определены динамические показатели и показатели устойчивости движения. При этом появляется окно для задания параметров простран-

ственной модели и условий движения исследуемого экипажа;

– режимная карта (режимы управления поездом), в которой задается номер тяговой или тормозной позиции, положение рукоятки прямодействующего тормоза локомотива, режим пневматического или электропневматического торможений (три ступени регулировочного торможения, полное служебное или экстренное торможение, обрыв тормозной магистрали поезда, с указанием номера вагона). Указанные режимы управления могут переключаться по значениям скорости движения, или времени или по координаты пути.

Процесс расчета может быть остановлен по показаниям скорости движения (когда скорость в данный момент времени окажется меньше заданной), по времени (когда время движения поезда будет больше заданного), или по координате пути (когда пройденный путь окажется больше заданного).

В результате расчета могут быть получены:

- осциллограммы продольных сил и ускорений;
- распределение вдоль поезда наибольших максимальных значений сил и ускорений;
- значения максимальных продольных усилий в поезде в данный момент времени с указанием номера сечения, в котором они возникали;
- траектория движения.

При изучении пространственных колебаний экипажа могут быть также получены:

- осциллограммы деформаций всех связей модели исследуемого экипажа;
- осциллограммы линейных (вертикальные, поперечные и продольные) и угловых (галопирование, боковая качка и виляние) перемещений объектов;
- усилий в связях пространственной модели;
- динамические показатели - процессы изменения во времени коэффициентов динамики (вертикальной и горизонтальной), в том числе коэффициентов запаса устойчивости от схода колеса с рельс.

Апробация разработанной математической модели производилась путем сопоставления результатов, полученных путем численного интегрирования дифференциальных уравнений, описывающих движение поезда, с результатами многочисленных специальных опытов, проведенных в реальных условиях железных дорог и опытного полигона ВНИИЖТа (Россия). Рас-

хождения при оценке наибольших сил, ускорений и тормозных путей не превышали 15 %.

Рассмотренные модели неоднократно применялись нами при проведении экспертизы инцидентов, связанных со сходами вагонов в грузовых поездах на сети железных дорог Украины и России. Так 1 февраля 2007 года на перегоне Просница–Бумкомбинат Курского отделения Горьковской железной дороги произошел сход вагонов (с 59-го по 74-й) в соединенном поезде № 1904/1923 массой 11917 тонн, состоящего из 131 полностью груженого четырехосного вагона (рис. 1).

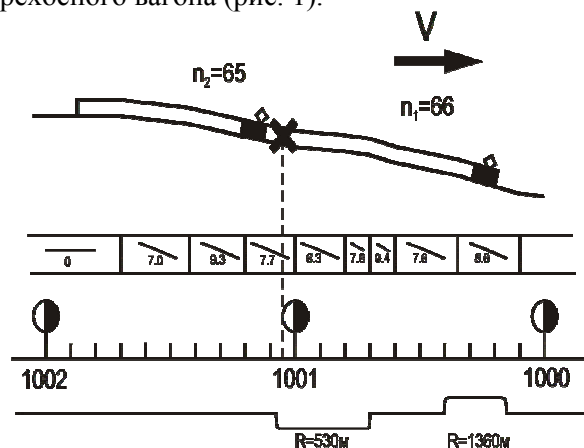


Рис. 1. Схема движения поезда

При математическом моделировании рассматриваемого инцидента принимались во внимание исходные данные, составленные на базе предоставленных российской стороной материалов:

- расшифровки файлов поездки с картриджа № 59035 (поезд № 1903, электровоз ВЛ-80С № 653) и с картриджа №54854 (поезд № 1923, электровоз ВЛ-80С № 701);
- справки по расшифровке скоростемерных лент поезда № 1903-2031, эл. ВЛ-80С № 653 и поезда № 2033-1923, эл. ВЛ-80С № 701;
- справки о тормозах поезда № 2033(локомотив ВЛ-80С № 701) и поезда № 2031 (локомотив ВЛ-80С № 653);

схема места схода вагонов в соединенном грузовом поезде № 1903/1923 (см рис. 1).

Рассматривался переходный процесс с момента начала торможения на 1001 км 4пк до остановки поезда на 1000 км 9 пк, который был вызван одновременной разрядкой тормозной магистрали на 0,8 атм головным и вспомогательным локомотивами и последующим падением давления до 1,9 атм в тормозной магистрали у головного локомотива.

Ниже приведены некоторые результаты моделирования:

- распределение вдоль поезда максимальных значений растягивающих (+) и сжимающих (–) продольных усилий, которые имели место за весь рассматриваемый период (рис. 2);
- осциллограммы продольных усилий в автосцепках перед первым и 59-м вагоном, который сошел первым (рис. 3);

– кривая изменения скорости движения поезда с момента начала торможения до остановки поезда (рис. 4).

Как видно из анализа осциллограмм, на 16-ой секунде после начала торможения, на 59-й вагон в течении 2-х секунд действовала сжимающая сила квазистатического характера, превышающая 100 тс (1000 кН).

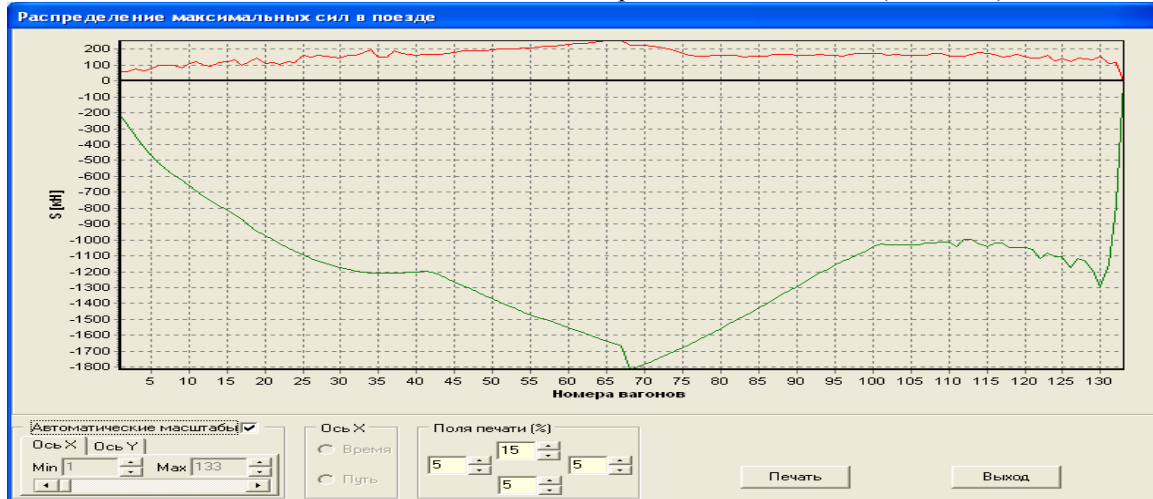


Рис. 2. Распределение вдоль поезда максимальных значений продольных усилий за весь рассматриваемый период движения поезда № 1903/1023

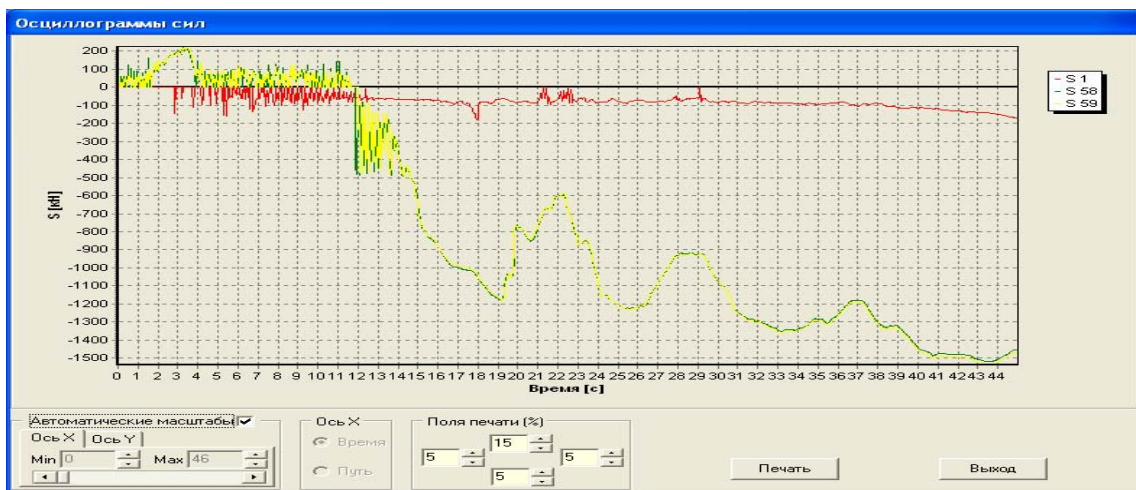


Рис. 3. Осциллограммы продольных усилий в автосцепках перед первым (S_1) 58-м (S_{58}) и 59-ым (S_{59}) вагонами с момента начала торможения и до остановки соединенного поезда весом 11917 т (Горьковская ж.д. 01.02.2007 г.)

Как уже упоминалось, этого достаточно для выдавливания 4-хосного груженого полувагона на тележках 18-100. Способствовало сходу еще и то, что в это время 59-й вагон двигался по круговой кривой радиусом 530 метров.

Заметим, что по данным материалов расследования первым сошел 59-й вагон на 15-й секунде с момента начала торможения, а по результатам расчетов – на 17 с. Такое незначительное расхождение возможно связано с тем, что промежуток времени подвода колодок к колесу после появления давления в тормозном

цилиндре при моделировании был принят равным 1,84 с, в то время как в реальных поездах это время может колебаться в пределах от 1,4 до 1,9 с. Кроме этого следует учитывать и нестабильность характеристик воздухораспределителей в реальных поездах.

Этим объясняется и незначительное (5 %) расхождение в тормозном пути: по результатам расчетов он составил – 460 м (см. рис. 4), а по материалам расследования он равен 488 м.

Такое согласование результатов – еще одно доказательство достоверности моделирования.

Из приведенных примеров следует, что имеющееся математическое и программное обеспечение и достоверные данные об объекте

исследования или инциденте позволяют получить достаточно достоверные результаты при решении задач в области динамики поезда.

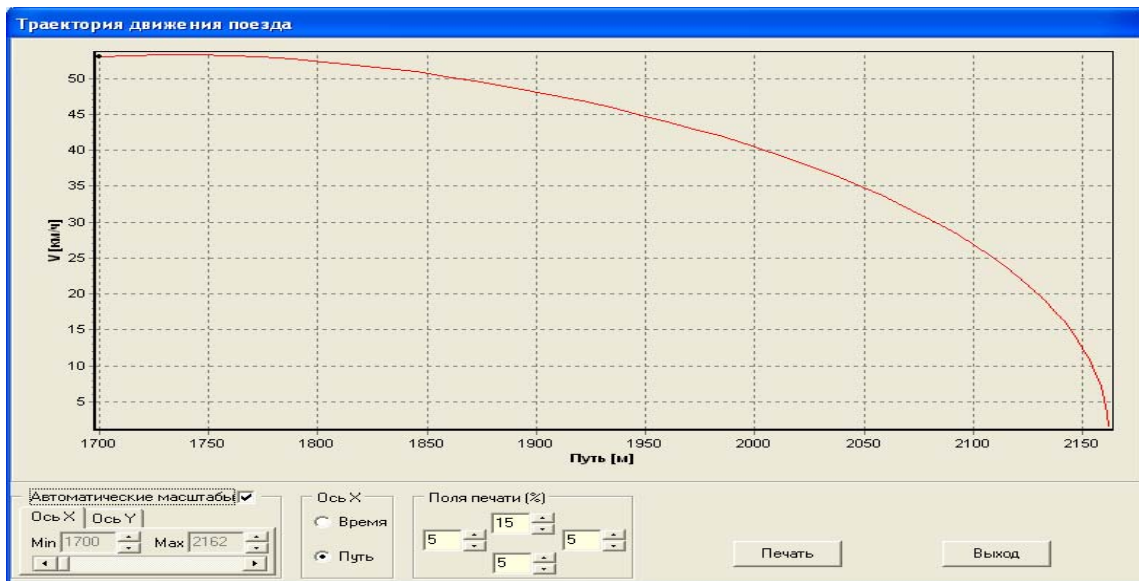


Рис. 4. График изменения скорости движения от начала торможения до остановки соединенного поезда массой 11917 т (Горьковская ж.д. 01.02.2007 г.)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Блохин Е. П. Динамика поезда (нестационарные продольные колебания) / Е. П. Блохин, Л. А. Манашкин. - М.: Транспорт, 1982. - 222 с.
2. Урсуляк Л. В. Новый подход к решению задачи о моделировании продольной динамики и поступательного движения поезда / Л. В. Урсуляк, К. И. Железнов. Вісник ДІТУ. Вип. 8. - Д., 2005. С. 107-112.

3. Метьюз Д. Г. Численные методы. Использование MATLAB / Д. Г. Метьюз, К. Д. Финк. - М.: Изд. дом «Вильямс», 2001. - 714 с.

4. Блохин Е. П. Расчеты и испытание тяжеловесных поездов / Е. П. Блохин, Л. А. Манашкин, Е. Л. Стамблер, Л. Г. Маслеева, В. М. Михайленко, Н. И. Грановская. - М.: Транспорт, 1986. - 263 с.

5. Правила тяговых расчетов для поездной работы. - М.: Транспорт, 1985. - 287 с.

Поступила в редколлегию 03.07.2007.

Г. И. БОГОМАЗ, В. С. ГУДРАМОВИЧ, М. Б. СОБОЛЕВСКАЯ, С. А. СИРОТА,
И. К. ХРУЩ, Д. В. ГОРОБЕЦ (ИТМ НАУ и НКАУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕФОРМИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ КОРОБЧАТОГО ТИПА ПРИ ДЕЙСТВИИ СЖИМАЮЩИХ НАГРУЗОК

Приведено результати експериментальних досліджень характеру деформування конструкцій у вигляді усеченої піраміди з додатковими ребрами жорсткості, розташованими по периметрах її поперечних перерізів, при стискальних навантаженнях. Визначено вплив ребер жорсткості на організацію цілеспрямованого процесу зминання конструкцій з метою підвищення їх енергопоглинаючих властивостей.

Приведены результаты экспериментальных исследований характера деформирования конструкций в виде усеченной пирамиды с дополнительными ребрами жесткости, расположенными по периметрам ее поперечных сечений, при сжимающих нагрузках. Определено влияние ребер жесткости на организацию целенаправленного процесса смятия конструкций с целью повышения их энергопоглощающих свойств.

The results of experimental researches of deformation character of construction as truncated pyramid with additional stiffening plate at compressing loadings are given. Stiffening plate influence on organization of the purposeful construction crush process with the purpose of their energy absorption properties increase is determined.

В настоящее время вопросы разработки и создания средств пассивной защиты железнодорожного подвижного состава от аварийных ударных воздействий приобретают все большее значение и актуальность для Украины. В мировой практике для защиты экипажей от сверхнормативных сжимающих нагрузок используются специальные элементы (коробчатые или сотовые конструкции; сминаемые полые профили из гофрированных металлических листов; продавливаемые трубчатые структуры, стержневые перфорированные конструкции и др.), предназначенные для поглощения кинетической энергии аварийного удара за счет их целенаправленного пластического деформирования и разрушения.

В данной статье рассмотрены особенности деформирования при сжатии конструкций коробчатого типа, представляющих собой усеченную пирамиду с квадратными основаниями, имеющую дополнительные ребра жесткости, которые расположены по периметрам ее поперечных сечений, перпендикулярных ее высоте. Ребра жесткости предназначены для организации управляемого процесса последовательного смятия конструкции при сжатии.

В ИТМ НАНУ и НКАУ разработаны методика и программа исследовательских испытаний указанных конструкций на сжатие [1]. В лаборатории механических испытаний отдела динамики, прочности и технологии изготовления конструкций ИТМ НАНУ и НКАУ проведены экспериментальные исследования дефор-

мирования рассматриваемых конструкций до полного их сплющивания. Цель испытаний – исследование упругопластического деформирования и потери устойчивости конструкций коробчатого типа при сжимающей нагрузке, равномерно распределенной по нижнему большому основанию усеченной пирамиды. При пошаговом нагружении фиксировались значения нагрузки и соответствующие им значения продольных перемещений нижнего основания конструкции, т. е. нижней подвижной траверсы пресса относительно верхней неподвижной опоры. При этом использовался метод непосредственной оценки, т. е. перемещения определялись по шкале регистрирующего устройства, а усилия – по шкале силоизмерителя пресса ZD-10 с допустимой нагрузкой 100 кН. Для каждого испытываемого образца строилась диаграмма деформирования, т. е. зависимость величины сжимающей нагрузки от значений его продольного перемещения. По результатам испытаний оценивались величины критических сил, при которых происходит потеря устойчивости элементов конструкции, их пластическое деформирование, а также полное смятие испытываемого образца.

Проведены экспериментальные исследования на сжатие конструкции (модель 1 на рис. 1, а) с такими параметрами: высота усеченной пирамиды – 470 мм, длина стороны нижнего основания – 480 мм, верхнего – 230 мм, толщина боковых стенок – 1 мм, основания – 2 мм. Боковые грани пирамиды соеди-

нялись с нахлестом точечной сваркой, а к ребрам пирамиды приваривались уголки, изготовленные из полосы толщиной 1 мм с шириной полки 20 мм. Для организации управляемого процесса образования складок при сжатии на высоте 235 мм от нижнего основания по периметру поперечного сечения приварены дополнительные ребра жесткости в виде внешних пластинок шириной 12,5 мм и толщиной 1 мм. Данная тонкостенная конструкция в жестком каркасе изготовлена из стали марки Ст3.

На рис. 1 приведены результаты ее испытаний на сжатие: а) исходное состояние; б) состояние при потере устойчивости верхней части; в) состояние при складывании верхней части; г) состояние при потере устойчивости нижней части; д) состояние при полном сплющивании конструкции; е) состояние после окончания эксперимента с демонстрацией отсутствия разрывов в соединениях боковых граней усеченной пирамиды. На рис. 2 показана полученная диаграмма ее деформирования.

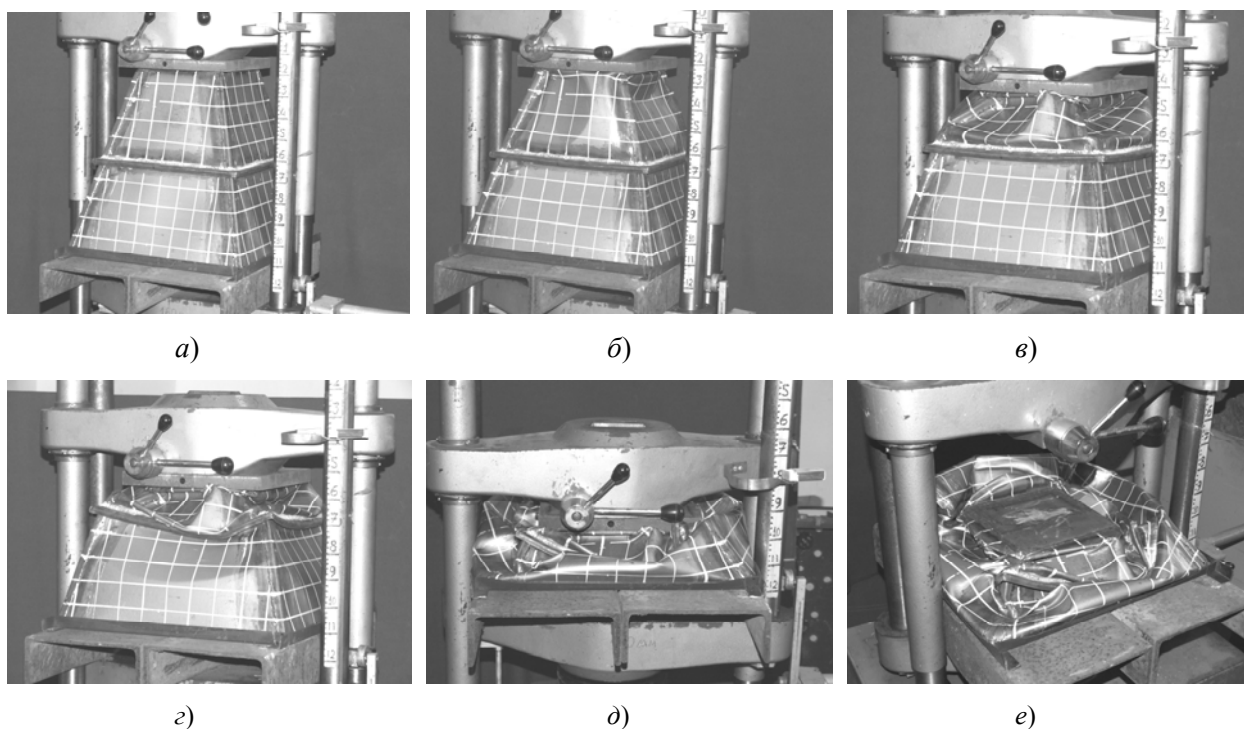


Рис. 1. Результаты испытаний конструкции (модель 1)

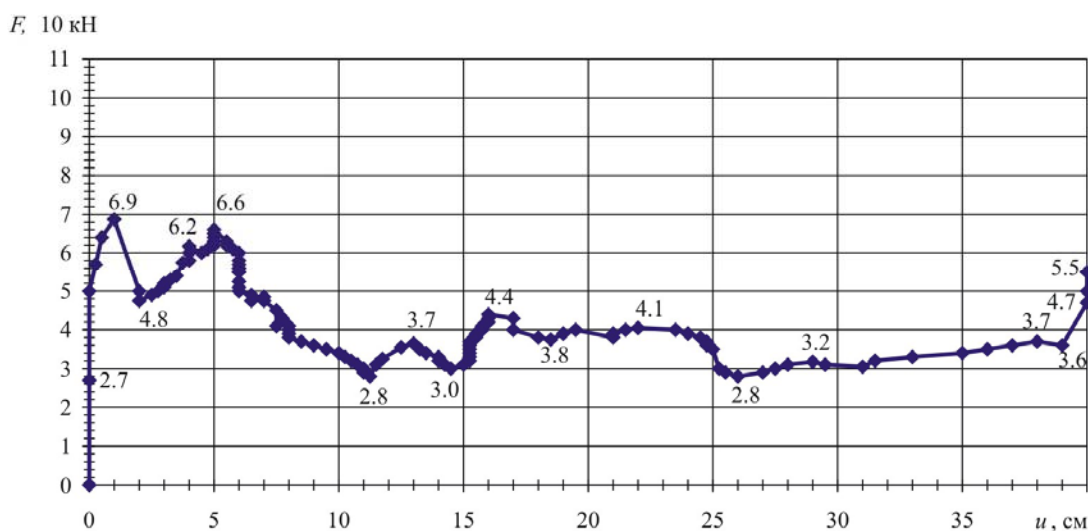


Рис. 2. Экспериментальная диаграмма деформирования конструкции (модель 1)

Как видно из приведенных рисунков, потеря устойчивости верхней части конструкции происходит при критической силе 69 кН (рис. 1, б).

После чего в процессе деформирования верхняя часть конструкции оказывается как бы скомканной (рис. 1, в). При этом нагрузка по-

степенно снижается до 28 кН. Далее при силе, не превышающей 37 кН, происходит прессование верхней части конструкции до полного ее сжатия (примерно на 140 мм). Затем нагрузка снова начинает расти и достигает уровня 44 кН в момент потери устойчивости нижней части усеченной пирамиды (рис. 1, з), дальнейшее деформирование которой происходит аналогично описанному выше деформированию верхней части конструкции. При этом нагрузка не падает резко, а плавно опускается до 28 кН, а перемещения нижнего основания конструкции достигают 260 мм. С этого момента и до полного сжатия нижней части усеченной пирамиды (рис. 1, д) нагрузка держится на уровне 28...37 кН, а перемещения увеличиваются с 260 до 390 мм. Эксперимент остановлен при сжатии конструкции на 400 мм, что составляет 85 % от ее первоначальной высоты.

В результате проведенного эксперимента установлено, что деформирование рассмотренной конструкции коробчатого типа имело заданный управляемый характер и не сопровождалось разрывами сварных швов (рис. 1, е). В полученной экспериментальным путем диа-

грамме деформирования (рис. 2) отсутствовали резкие провалы, а уровень энергопоглощения при этом составил 15 кДж.

Исследовано влияние количества рядов дополнительных ребер жесткости, устанавливаемых по периметрам поперечных сечений конструкции, на процесс ее деформирования и энергопоглощающие свойства. Для этого проведены испытания усеченной пирамиды (модель 2 на рис. 3, а), которая отличается от описанной выше конструкции (модель 1) тем, что по периметрам ее поперечных сечений на высотах 140 мм (нижняя) и 290 мм (верхняя) от нижнего основания установлены два ряда внешних пластинок.

Результаты испытаний указанной конструкции (модель 2) на сжатие иллюстрирует рис. 3: а) исходное состояние; б) состояние при потере устойчивости верхней части; в) состояние при полном складывании верхней части; г) состояние при потере устойчивости средней части; д) состояние при потере устойчивости нижней части; е) состояние при полном сплющивании конструкции.

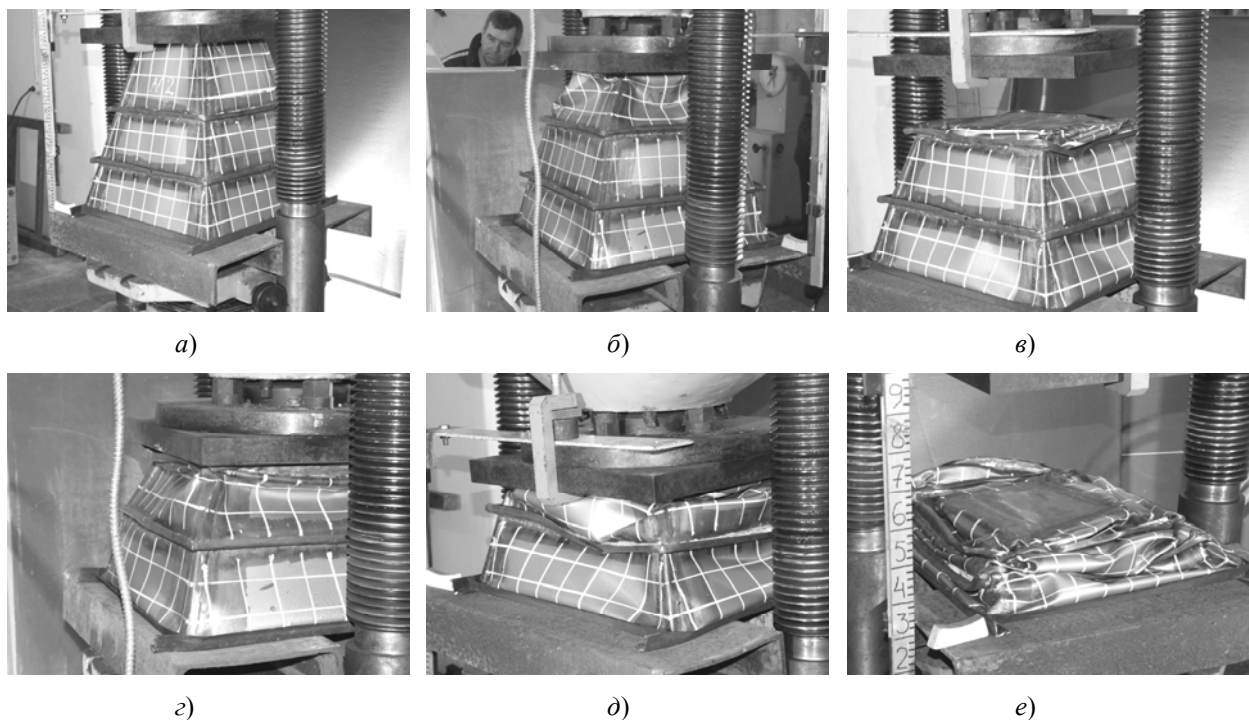


Рис. 3. Результаты испытаний конструкции (модель 2)

Согласно приведенным результатам, потеря устойчивости верхней части рассматриваемой конструкции происходит при величине критической сжимающей нагрузки 71 кН (рис. 3, б).

После чего верхняя ее часть не только сминаяется, но и в связи с отсутствием внутри кон-

струкции ограничителя перемещений, практически полностью беспрепятственно проваливается внутрь (рис. 3, в). На рис. 4 видно, что нагрузка при этом снижается до 16 кН. Далее при величине сжимающей силы примерно 60 кН теряет устойчивость и пластически деформиру-

ется средняя часть конструкции (рис. 3, *з*). При полном ее сжатии нагрузка составляет примерно 36 кН. Затем сила возрастает до уровня 65 кН, при котором происходит потеря устойчивости нижней части усеченной пирамиды (рис. 3, *д*), в результате чего нагрузка опускается до 48 кН. После смятия нижней части конструкции нагрузка резко возрастает. Эксперимент остановлен, когда перемещение нижнего основания усеченной пирамиды составило 385 мм

(рис. 3, *е*), т. е. при ее сжатии на 82 % от первоначальной высоты. Следует отметить, что в этом случае так же, как и в предыдущем, деформирование конструкции модели 2 происходило последовательно сверху вниз на трех участках по ее высоте, изначально обозначенных двумя рядами дополнительных ребер жесткости. Благодаря усилению боковых швов усеченной пирамиды уголками, разрывов конструкции при сжатии не наблюдалось.

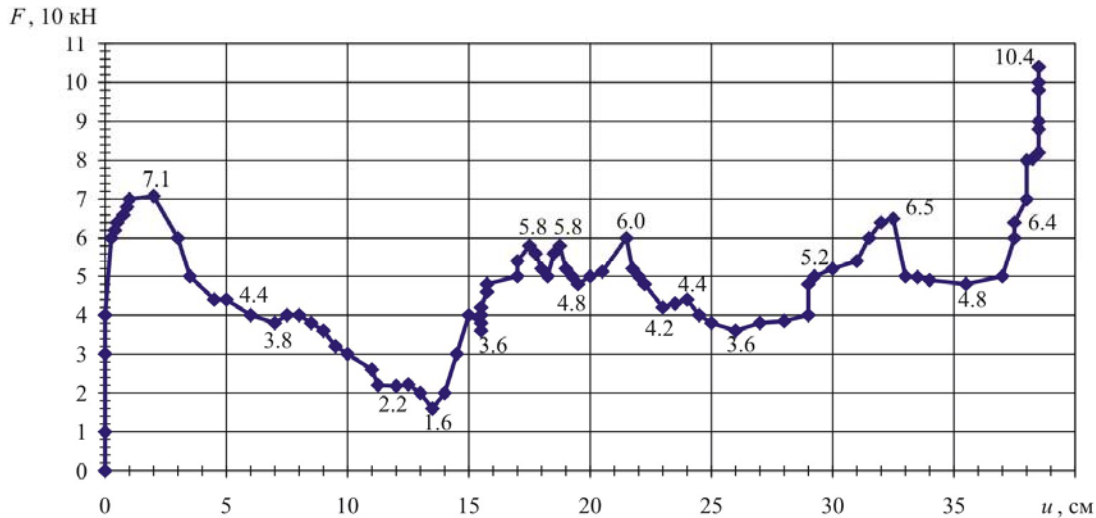


Рис. 4. Экспериментальная диаграмма деформирования конструкции (модель 2)

Судя по полученной диаграмме деформирования (рис. 4), установка двух рядов ребер жесткости способствовала повышению среднего уровня сжимающей нагрузки примерно до 50 кН. При установке одного ряда внешних пластинок средний уровень нагрузки составлял примерно 35...40 кН (рис. 2). Таким образом, за счет установки двух рядов дополнительных ребер жесткости, энергопоглощение конструкции увеличилось на 10 % и составило 16,5 кДж, а критическая нагрузка потери устойчивости верхней части практически не изменилась.

В целом, проведены экспериментальные исследования характера деформирования конструкций коробчатого типа в виде усеченной пирамиды с квадратными основаниями и дополнительными конструктивными элементами (внешними пластинками, расположенными по периметрам ее поперечных сечений, перпендикулярных ее высоте), предназначенными для организации управляемого процесса последовательного смятия при сжимающих нагрузках. На основе полученных экспериментальных данных определены уровни критических нагрузок,

при которых происходит потеря устойчивости элементов рассмотренных конструкций и построены диаграммы их деформирования. Показано влияние дополнительных ребер жесткости на организацию целенаправленного процесса деформирования рассмотренных конструкций и повышение их энергопоглощающих свойств. Результаты исследований могут быть использованы при создании пассивных средств защиты железнодорожных экипажей от сверхнормативных нагрузок в аварийных ситуациях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Патентно-библиографический поиск и разработка предложений по созданию эффективных средств защиты железнодорожных транспортных конструкций от сверхнормативных ударных нагрузок: Отчет о НИР (промежуточный) / ИТМ НАНУ и НКАУ; Руководитель НИР Г. Богомаз. – № ГР 0105U002521; Инв. № 110-07/2005. – Д, 2005. – 59 с.

Надійшла до редколегії 02.08.07.

РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ ТЕОРИИ КОЛЕБАНИЙ С УЧЕТОМ ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ

Розв'язано ряд задач теорії коливань з використанням залежності для аналітичного визначення коефіцієнта тертя котіння.

Решено ряд задач теории колебаний с использованием зависимостей для аналитического определения коэффициента трения качения.

The row of tasks of theory of vibrations is decided with the use of dependences for analytical determination of coefficient of friction of cachenie.

В теории колебаний решается ряд задач на составление дифференциальных уравнений малых свободных колебаний [1].

Обычно коэффициент трения качения (k) задается без учета его реальной величины или вообще не учитывается. Это связано с тем, что не существует аналитической зависимости для его определения, а предлагаемые некоторыми авторами [2–4] зависимости содержат коэффициенты, определение которых требует значительно большего времени и средств, чем непосредственное экспериментальное определение k .

Табором Д. [2] рекомендуется определять k по формулам:

– при первоначальном линейном контакте, где α – коэффициент гистерезисных потерь; b – полуширина пятна контакта

$$k = \alpha \cdot \frac{2 \cdot b}{3 \cdot \pi}; \quad (1)$$

– при первоначальном точечном контакте.

$$k = \alpha \cdot \frac{3}{16} \cdot b. \quad (2)$$

В работе [5] предложена аналитическая зависимость для определения k , которая содержит только механические характеристики материалов контактируемых тел и их геометрические размеры.

При линейном контакте k определяется

$$k = 0,225 \cdot b \cdot e^{-1,2R}, \quad (3)$$

где R – радиус тела качения в метрах; при первоначальном точечном контакте

$$k = 0,16 \cdot b \cdot e^{0,2R}. \quad (4)$$

Целью данной работы является использование формул (3) и (4) для решения конкретных задач теории колебаний.

Одна из задач [1] теории колебаний формулируется так. Тяжелый цилиндр весом Q и ра-

диусом r , как показано на рис. 1, лежит на вогнутой поверхности радиусом R . К верхней точке цилиндра прикреплены пружины жесткостью C каждая.

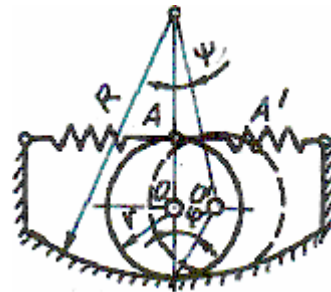


Рис. 1. Расчетная схема колебательной системы

Необходимо составить дифференциальное уравнение малых свободных колебаний цилиндра и исследовать влияние радиуса кривизны поверхности R на собственную частоту колебаний цилиндра.

Найдем из теории контактных напряжений Герца радиус цилиндра, предполагая, что модули упругости материалов цилиндра и поверхности одинаковы, а коэффициент Пуассона равен 0,3 [6].

$$r = \frac{0,175 \cdot Q \cdot E \cdot R}{0,175 \cdot Q \cdot E + B \cdot R \cdot \sigma^2}, \quad (5)$$

где B – ширина цилиндра; σ – допускаемые контактные напряжения.

Полуширина полосы контакта [6] определяется

$$b = 1,522 \sqrt{\frac{Q}{B \cdot E} \cdot \frac{r \cdot R}{R - r}}, \quad (6)$$

тогда

$$k = 0,343 \sqrt{\frac{Q}{B \cdot E} \cdot \frac{r \cdot R}{R - r}} \cdot e^{-1,2r}. \quad (7)$$

Сопротивление качению цилиндра

$$W = \frac{1,94}{E \cdot R} \cdot \sqrt{\frac{Q}{B \cdot E} \cdot \frac{r \cdot R}{R - r}} \times (0,175 \cdot Q \cdot E + B \cdot R \cdot \sigma^2) \cdot e^{-1,2r} \quad (8)$$

Кинетическая энергия цилиндра при плоскопараллельном движении

$$T = \frac{1}{2} \cdot I \cdot \dot{\varphi}^2 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot (r \cdot \dot{\varphi})^2, \quad (9)$$

где $I = \frac{Q \cdot r^2}{2 \cdot g}$ – момент инерции цилиндра относительно центральной оси. С учетом этого выражения получим

$$T = \frac{3}{4} \cdot \frac{Q}{g} \cdot r^2 \cdot \dot{\varphi}^2. \quad (10)$$

При повороте цилиндра на угол φ точка А смещается на величину $\delta = 2 \cdot r \cdot \varphi$, а потенциальная энергия деформации пружин составит

$$\Pi_1 = 4 \cdot c \cdot r^2 \cdot \varphi^2. \quad (11)$$

Изменение потенциальной энергии положения цилиндра

$$\Pi_2 = \frac{Q}{2} \cdot \frac{r^2 \cdot \varphi^2}{R - r} - W \cdot r \cdot \varphi. \quad (12)$$

Изменение потенциальной энергии положения цилиндра от угла φ с учетом и без учета сопротивления качению при $[\sigma] = 300$ МПа, $B = 20$ мм, $R = 1$ м, $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа показано на рис. 2, а и б.

После подстановки выражений кинетической и потенциальной энергии в уравнение Лагранжа, получим

$$\ddot{\varphi} + \left[\frac{2 \cdot g}{3 \cdot (R - r)} + \frac{16 \cdot c \cdot g}{3 \cdot Q} \right] \cdot \varphi = \frac{2 \cdot W \cdot g}{3 \cdot Q \cdot r}, \quad (13)$$

где, как известно, выражение в квадратных скобках определяет квадрат циклической частоты колебаний и не зависит от сопротивления качению цилиндра.

Поскольку в выражение (13) входит сопротивление качению цилиндра W (8) содержащее B, R, σ, E , то зная три из них, экспериментально можно определить четвертую величину.

Рассмотрим еще одну подобную задачу, которая формулируется следующим образом. Стальной цилиндр радиуса R , массой M катится без скольжения по горизонтальной плоскости. К оси цилиндра на цапфе радиусом r подвешен маятник, который состоит из стержня длиной l и

массой m , как показано на рис. 3. Необходимо составить уравнение колебаний.

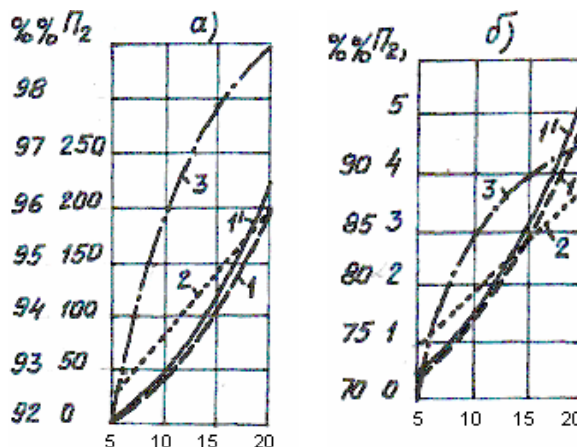


Рис. 2. Изменение от угла отклонения (φ) цилиндра:

- 1 – потенциальной энергии положения с учетом сопротивления качению; 1' – то же без учета;
- 2 – потенциальной энергии положения, приходящейся на сопротивление качению (невосстанавливаемое);
- 3 – процентное отношение потенциальной энергии положения с учетом трения качения к ее величине без учета трения; а – приведенный вес цилиндра $Q = 5$ кН; б – то же при $Q = 20$ кН

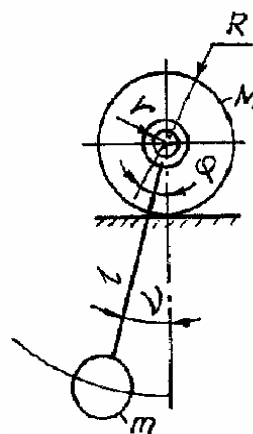


Рис. 3. Расчетная схема

Без учета трения качения цилиндра по плоскости и в подшипниках подвеса маятника эта задача решена в [1]. С учетом сопротивлений в цапфе и качения цилиндра изменение потенциальной энергии системы определится величиной вертикальной подъема массы m , сопротивлением качению цилиндра и трением в подвесе маятника

$$\Pi = m \cdot g \cdot l \cdot (1 - \cos \nu) - g \cdot k \times (M + m \cdot \cos^2 \nu) - m \cdot g \cdot r \cdot \mu \cdot \cos \nu, \quad (14)$$

где ν – угол отклонения маятника от вертикали; μ – коэффициент трения в подвесе маятника.

Полуширина пятна контакта при этой схеме определяется из выражения

$$b = 1,526 \cdot \sqrt{\frac{(M+m) \cdot g \cdot R}{B \cdot E}}. \quad (15)$$

Конечно, в более точной постановке задачи величина b будет переменной, такой, что зависит от угла ν .

Кинетическая энергия массы m и цилиндра

$$T = \frac{1}{2} (I \cdot \dot{\varphi}^2 + M \cdot R^2 \cdot \dot{\varphi}^2) + \frac{1}{2} \cdot m \times \\ \times (l^2 \cdot \dot{\nu}^2 + R^2 \cdot \dot{\varphi}^2 + 2 \cdot R \cdot l \cdot \dot{\nu} \cdot \dot{\varphi} \cdot \cos \nu). \quad (16)$$

После подстановки Π и T в уравнение Лагранжа для системы с двумя степенями свободы получим

$$\begin{cases} (\frac{3}{2}M + m) \cdot R^2 \cdot \ddot{\varphi} + m \cdot R \cdot l \cdot \ddot{\nu} = 0; \\ m \cdot l^2 \cdot \ddot{\nu} + m \cdot R \cdot l \cdot \ddot{\varphi} + m \cdot g \cdot l \cdot \nu + \\ + 2 \cdot g \cdot k \cdot m \cdot \nu + m \cdot g \cdot \mu \cdot r \cdot \nu = 0. \end{cases} \quad (17)$$

Для определения собственных частот колебаний решения ищем в виде

$$\begin{aligned} \varphi &= A \cdot \sin p \cdot t \\ \nu &= B \cdot \sin p \cdot t \end{aligned}$$

Подставив эти выражения в уравнение (17), из условия равенству нулю определителя системы однородных уравнений получим

$$p_1 = 0, \\ p_2 = \frac{1}{l} \cdot \sqrt{\frac{(\frac{3}{2} \cdot M + m) \cdot g \cdot (l + 2 \cdot k + \mu \cdot r)}{\frac{3}{2} \cdot M}}. \quad (18)$$

Далее исследуем влияние только трения качения на величину p_2 , принимая в (18) $\mu = 0$.

Значение массы $M + m$ найдем исходя из допустимых контактных напряжений [6]

$$M + m = \frac{5,72 \cdot B \cdot R \cdot [\sigma]^2}{g \cdot E}.$$

Зависимость $M + m$ и k от допустимых контактных напряжений $[\sigma]$ показана на рис. 4 ($B = 20$ мм, $E = 2,1 \cdot 10^7$ МПа, $R = 150$ мм).

Анализ полученных аналитических зависимостей и графиков на рис. 2 и 4 позволяют сделать следующие выводы:

– потенциальная энергия положения тела качения (цилиндра) в вогнутой поверхности зави-

сит от коэффициента трения качения, который в свою очередь зависит от механических и геометрических характеристик контактируемых поверхностей;

– частота колебаний маятника с подвесом к цилиндру, находящемуся на горизонтальной поверхности, при реальной длине стержня, практически не зависит от механических характеристик материалов.

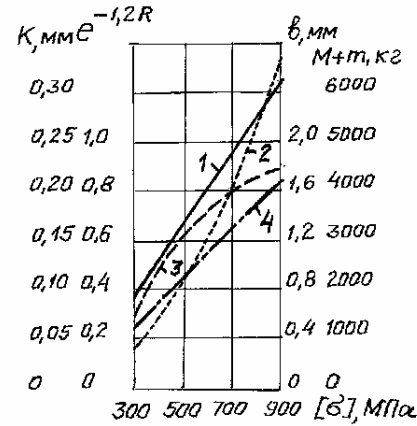


Рис. 4. Зависимости от допустимых контактных напряжений: 1 – коэффициента трения качения; 2 – суммарной массы цилиндра и маятника; 3 – коэффициента гистерезисных потерь; 4 – полуширины пятна контакта

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Светлицкий В. А. Сборник задач по теории колебаний / В. А. Светлицкий, И. В. Стасенко – М.: Высш. шк., 1973. – 456 с.
2. Tabor D. The mechanism of rolling friction: the elastic range. – Proc. Roy. Soc., 1955. – P. 198.
3. Tabor D. Interaction between surfaces: adhesion and friction. In: Surface Physics of Materials. Vol. 2, Chap. 10, ed. Blakely. – New York – San Francisco – London: Academic Press, 1975. – P. 138.
4. Джонсон К. Механика контактного взаимодействия. – М.: Мир, 1989. – 510 с.
5. Бондаренко Л. М. Аналітично-експериментальне визначення коефіцієнта тертя кочення / Будівництво України, 2001, № 5. – С. 47–48.
6. Писаренко Г. С. Справочник по сопротивлению материалов / Г. С. Писаренко, А. П. Яковлев, В. В. Матвеев – К.: Наук. думка, 1988. – 736 с.

Поступила в редколлегию 17.07.2007.

А. А. БУРЯК, В. А. ДЗЕНЗЕРСКИЙ, Э. А. ЗЕЛЬДИНА, С. В. ТАРАСОВ
(Институт транспортных систем и технологий НАН Украины)

СИСТЕМА КОНТЕЙНЕРНОГО ПНЕВМОТРАНСПОРТНОГО ТРУБОПРОВОДА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ВЕТРА

На основі дослідження принципу перетворення енергії вітру з кінетичної в потенційну форму створена система трубоконтейнерного пневмотранспорту, у якій компресорні станції замінені модульними концентраторами повітряних потоків, що створюють необхідний для транспортування вантажів перепад тисків усередині трубопровідної магістралі.

На основе исследования принципа преобразования энергии ветра из кинетической в потенциальную, создана система трубоконтейнерного пневмотранспорта. Компрессорные станции в данной системе заменены модульными концентраторами воздушных потоков, которые создают необходимый для транспортировки грузов перепад давлений внутри трубопроводной магистрали.

Based on our research of the transformation of the kinetic energy of the wind into potential energy form, a capsule-pipe pneumatic transportation system was developed. In this system the compressor stations were replaced with the modular air streams concentrators, which create the differential pressure inside the trunk pipe-line, necessary for transporting a payload.

Существующие системы трубопроводного контейнерного пневмотранспорта относятся к энергоемким техническим агрегатам. Они потребляют электроэнергию, которая расходуется на создание перепада давлений на торцах движущегося контейнера или пневмовоза.

Перепад давления создается при помощи воздуходувных станций. В случае большой протяженности пневмопровода, система снабжается дополнительными компрессорами, тормозящими и восстанавливающими режим движения после прохода контейнером промежуточных бункерных отсеков.

Затраты на такие транспортные системы растут пропорционально длине магистрали.

Снижения энергоемкости, обычно, добиваются путем ограничения скорости движения контейнеров, путем уменьшения фрикционных потерь в колесном блоке опирания, спрямления трассы.

В двухтрубной системе контейнерного трубопроводного пневмотранспорта [1] карта пневматического режима предусматривает только сжатие воздуха при помощи основной и промежуточных воздуходувных станций. Контейнеры перемещаются под давлением сжатого воздуха, находящегося позади них. Воздушная масса, перед контейнерами вытесняется за счет энергии, отбираемой у станций.

В системе трубопроводного контейнерного пневмотранспорта, описанной в работе [2], потери давления, обусловленные большой длиной трассы и наличием промежуточных разгрузоч-

но-загрузочных станций, компенсируются дополнительными воздуходувными агрегатами.

В данной работе рассмотрена задача создания системы трубопроводного контейнерного пневмотранспорта с прямым использованием энергетического потенциала ветра для создания рабочего перепада давлений в магистрали.

Транспортный трубопровод разбивается на участки трубы без внутренних перегородок.

Эти участки размечены местами монтажа промежуточных ветроустановок, так называемых, раструбных модулей.

Раструбные модули представляют собой конфузорно-диффузорные устройства, то есть ветроустановки, не имеющие подвижных ветроприемных плоскостей, и не производящие преобразования энергии ветра в электричество или теплоту. Они являются концентраторами воздушных потоков, собирают рассеянную в воздушных течениях энергию, направляя ее не на исполнительный орган, а в выделенные объемы. Концентрация производится путем отклонения течений плоскостями поверхностей раструбов и дает возможность перераспределения потока, изменения направления его фронта и энергетическое форсирование.

Центральный канал модуля является объемом, в котором в зависимости от режима, создается зона повышенного давления при перекрытом канале и зона скоростного течения при открытом канале. Эти состояния газовой среды в объеме канала имеют практические следствия, выражающиеся в возможности переборки

достаточно больших количеств воздуха в трубопровод магистрали и обратно, в зависимости от режима.

Использование в качестве воздуходувных агрегатов ветряных модулей - концентраторов потока ставит мощность, прилагаемую к контейнеру, в зависимости от источника энергии с неустойчивыми параметрами. Влияние модулей не может создать давление такого уровня и постоянства, как работа турбовоздуходувок, компрессоров и вакуумных насосов. Но этот недостаток становится менее существенным при учете следующих факторов.

Суммарное действие на контейнер двух однонаправленных сил, толкающих и тяговых, повышает эффективность разработанного двигателя. Потребляемая энергия не приобрела еще стоимости от преобразований в другие виды, и является самой дешевой, какую только можно получить. Кроме того, для хорошего хода контейнера в большинстве случаев не требуется большой перепад давлений. Известно, что для перемещения тонного контейнера по горизонтальной трубе метрового диаметра достаточно перепада в $0,01 \text{ кгс/см}^2$.

В настоящее время имеется большой промышленный опыт использования вентиляторов и эжекторов для работы внутрицеховых контуров трубопроводного контейнерного пневмотранспорта, мощность которых может быть покрыта мощностью концентрированного ветрового потока.

Подвижное крепление модуля на стойке и флюгирование делает рассматриваемое устройство независимым от направления ветра.

Использование для предварительной концентрации воздушных потоков рельефа местности, а, именно, естественных отражающих плоскостей оврагов, холмов, лощин, лесопосадок, а также промышленного рельефа, то есть плоскостей стен заводских корпусов, узких проходов между цехами упрощает ситуацию. В данном случае допустимо использование также городского ландшафта - плоскостей жилых застроек спальных районов города, поскольку работа раструбных модулей не сопровождается шумами.

Перспективность неиспользованного до сих пор городского ветроэнергетического ресурса неопределима для равнинных районов, где потоки воздуха не имеют естественных препятствий.

Городской ландшафт преобразует прямой ветер, создает в многометровом приземном воздушном слое устойчивые зоны градиентов давления в достаточно большом угловом диа-

пазоне, которые пригодны для энергетической утилизации.

Важным свойством предлагаемой линии трубопроводного контейнерного пневмотранспорта является независимость энергоемкости системы от ее длины. Раструбные модули оперативно и локально компенсируют потери давления, вызванные перетеканием воздуха через манжетное уплотнение контейнера, через люки промежуточных загрузочно-разгрузочных станций и утечки в задвижках, затворах, кранах и т. п.

Благодаря снижению плотности воздуха перед контейнером заметно уменьшаются потери, связанные с сопротивлением перемещению вытесняемого воздуха и с поршневым эффектом.

На рис. 1 представлена схема модуля, настроенного на работу в режиме откачки.

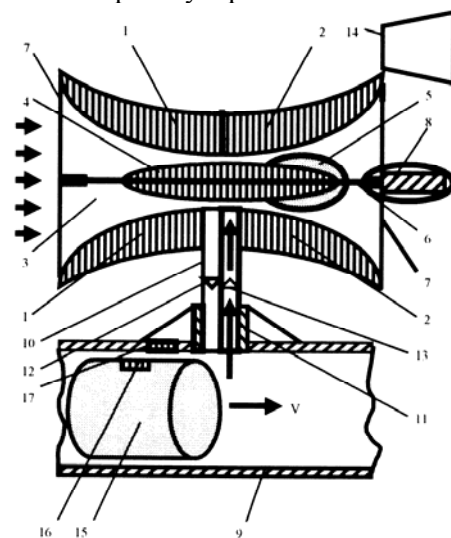


Рис. 1. Раструбный модуль в режиме откачки

Модуль состоит из конфузора 1 и диффузора 2, которые соединены герметично между собой. В образовавшемся канале 3 переменного сечения размещены два обтекателя 4 и 5 различного диаметра и профиля. Их поверхности сопряжены, но обтекатель 4 служит для сжатия потока, а обтекатель 5 выполняет функцию клапана. Узел из двух обтекателей укреплен на стержне 6, который проходит по центральной оси канала, раскреплен кронштейнами 7 и установлен с возможностью перемещения по стержню под действием толкателя электромагнита 8. Диаметр обтекателя 4 меньше минимального сечения канала 3 на величину пропускного зазора, а диаметр обтекателя 5 равен либо больше указанного сечения. Модуль укреплен на трубопроводе 9 при помощи стойки 10, которая может вращаться в ступице 11. В теле стойки выполнено два канала, служащих для перетока воздуха в полость трубопровода 9 и

обратно. В каналах установлены запорные клапаны 12 и 13, настроенные на противоточный пропуск воздуха. Флюгирование устройства осуществляется при помощи кия 14. В трубопровод помещен транспортный контейнер 15. Опорно-колесный и уплотнительный узлы стандартны и поэтому не показаны. В обшивку контейнера вмонтирован постоянный магнит 16, поле которого действует на датчик 17, связанный с электромагнитом 8.

Описанный раструбный модуль работает следующим образом. Воздушный поток попадает во входной растрв диффузора 1, скоростью напор сжимает и проталкивает его в канал 3. Первичная концентрация энергии усиливается далее тем, что обтекатель заставляет поток двигаться по зазору в самом узком сечении канала. Так как клапан 5 находится в исходном открытом положении, то поток с большой скоростью, превосходящей скорость ветрового фронта, проходит зазор, понижая давление на этом участке канала, и затем поступает в диффузор 2, где свободно расширяется. Поскольку срез канала стойки 10 находится в зоне пониженного давления, то клапан 13 открывается, а клапан 12 запирает поток. При этом создается режим устойчивого оттока воздуха из трубопровода 9 в канал 3 модуля. Отсос воздушной массы приводит к вакуумированию прилегающего участка трубопровода. Простой и прямолинейный маршрут отводимого потока не сопровождается значительными потерями, а сечение канала для каждого конкретного случая исполнения может быть легко оптимизировано.

Таким образом, для отвода больших воздушных масс из трубопровода не требуется больших энергетических избытков.

На рис. 2 приведен схематический чертеж модуля, положение обтекателя в котором переводит его в режим нагнетания.

По команде с движущего контейнера срабатывает электромагнит 8, толкатель которого перемещает совмещенные обтекатели 4 и 5 вдоль по стержню 6. Перемещение длится до того момента, когда обтекатель 5 упрется краями в поверхность канала 3 и перекроет его. Проприодимость канала 3 прекращается. Поэтому напор потока, сконцентрированного раструбами конфузора 1, повышает давление в рабочей зоне, вследствие чего клапан 12 открывается, а клапан 13 перекрывает поток. При этом начинается переток воздуха по каналу стойки 10 из канала 3 в объем трубопровода 9. Таким путем может быть повышено давление на участке трубопровода.

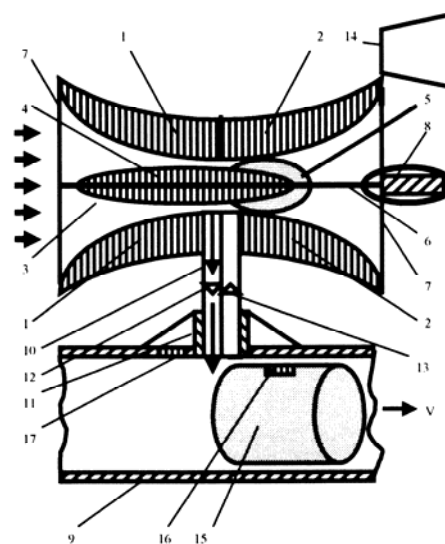


Рис. 2. Раструбный модуль при нагнетании

Схема распределения раструбных модулей по длине транспортного трубопровода показана на рис. 3.

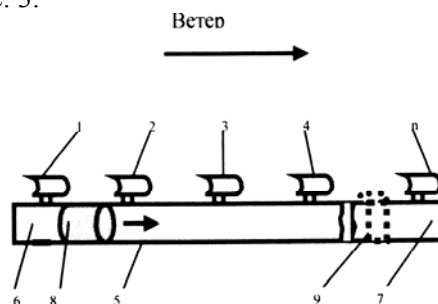


Рис. 3 Схема установки модулей

Модули 1-4-*n* установлены вдоль магистрали 5 на равном расстоянии друг от друга. Стартовый 6 и финишный 7 тупики трубы герметично закрыты. Контейнер 8 размещен на станции загрузки, которая находится между модулями 1 и 2. Станция разгрузки 9 размещена перед последним модулем *n*.

Пневмотранспортная магистраль фактически функционирует в автоматическом режиме, и программа транспортировки задается конструкцией ее узлов. Контейнер, находящийся на выходе из стартового тупика 6 загружается, а работающие модули 1 - *n* создают необходимое распределение давления воздуха вдоль трубы, которое поддерживается далее автоматической сменой состояний клапанов в модулях. В начальном положении газовый объем 6 позади контейнера имеет повышенное давление, поскольку модуль 1 работает в режиме нагнетания, то есть клапаны 5 и 12 открыты, а клапан 13 закрыт (рис. 2). В то же самое время модули, начиная со 2-го и кончая *n*-м, работают в ре-

жиме отсоса. Клапаны 5 и 13 открыты, а клапаны 12 закрыты (см. рис. 1).

Перемещаясь под действием суммарной силы, от повышенного давления сзади и разрежения спереди, контейнер переключает режим каждого следующего модуля, против которого оказывается в текущий момент движения, изменяя состояние клапанов. Переключение режима работы модулей производится путем перемещения обтекателей в два крайних положения, показанных на схемах рис. 1 и рис. 2. Перевод осуществляется при помощи электротолкателя 8, работающего от аккумулятора стартерного типа.

Контейнер делит трубу на два изменяющихся объема перед ним и позади него. Но если в начале транспортировки объем с избыточным давлением был намного меньше вакуумированного объема, то далее они выравниваются, а к финишу положение изменяется на противоположное. Но на всем пути неизменным остается одно: количество модулей на участке пропорционально его объему, поскольку они установлены равномерно по длине с одинаковым интервалом. Следствием этого является относительная стабильность перепада давления между обоими объемами.

В регионах с неустойчивыми ветрами целесообразно использовать комбинированные модификации линий трубопроводного контейнерного пневмотранспорта, энергетическая система которых включает как группу раструбных модулей, так и компрессорный узел. При достаточно сильном ветре используются только модульные источники энергии, а при отсутствии ветра - только компрессорная станция. Возможна также одновременная работа обеих энергетических систем для паритетной компенсации дефицита давления. Во всех метеорологических ситуациях кроме штилевой использование ветросилового системы дает энергетический выигрыш.

На наш взгляд, раструбные модули целесообразно использовать в магистралях обычных конструкций для получения разрежения воздуха перед движущимися контейнерами. Это улучшит динамику, смягчая поршневой эффект, уменьшит работу по вытеснению воздушного столба.

Для получения технических характеристик, пригодных для проектирования конкретных систем трубопроводного контейнерного пневмотранспорта, были проведены расчеты параметров газа в емкости при ее опорожнении через отверстие постоянной площади.

Расчетная схема рассматриваемого участка трубопровода представлена на рис. 4.

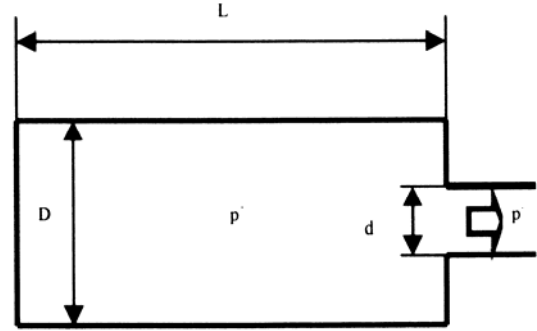


Рис. 4. Расчетная схема опорожнения трубопровода

Здесь L – длина участка; D – диаметр трубопровода; d – диаметр выходного отверстия; P^+ и P^- – давление внутри трубы и на выходе соответственно.

Изменение во времени параметров газа в емкости постоянного объема при ее опорожнении описывается уравнением нестационарной термодинамики [3].

$$\frac{dP^+}{dt} = -\frac{k-1}{V} iG, \quad (1)$$

где k – показатель адиабаты;

i – энтальпия;

G – расход газа через отверстие;

V – объем участка трубопровода;

При постоянной температуре газа $T = \text{const}$

энтальпия $i = \frac{k}{k-1} RT$ (R – газовая постоянная).

Расход газа через отверстие в трубопроводе зависит от характеристик истечения, которое определяется соотношением входного P^+ и выходного P^- давлений.

Для сверхкритического режима истечения газа $\frac{P^-}{P^+} \leq \left(\frac{2}{k-1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$ расход газа определяется по формуле

$$G = \frac{\mu f P^+}{\sqrt{RT}} \sqrt{\frac{2k}{k-1} \left(2 / (k+1)^{\frac{2}{k-1}}\right)},$$

где f – площадь выходного отверстия.

Для докритического режима истечения газа

$\frac{P^-}{P^+} \geq \left(\frac{2}{k-1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$ расход из отверстия равен

$$G = \frac{\mu f P^+}{\sqrt{RT}} \sqrt{\frac{2k}{k-1} \left(\left(P^- / P^+\right)^{\frac{2}{k}} - \left(P^- / P^+\right)^{\frac{k+1}{k}} \right)}.$$

Обыкновенное дифференциальное уравнение (1) было проинтегрировано при начальном условии $P^+(0) = P_a$ (P_a - атмосферное давление).

В проводимых расчетах варьировались все исходные параметры, за исключением диаметра трубопровода. Значение D было фиксированным и равнялось 1,2 м, что соответствует принятому размеру для промышленных пневмотранспортных трубопроводов.

Производительность модулей задавалась в виде показателя выходного давления воздуха $P^- = 0,5 \text{ кг/см}^2$, а время откачки – как время уравнивания давления по объему P^+ с выходным давлением P^- .

Расчеты показали, что раструбные конфузоры можно устанавливать вдоль трубопровода с интервалом 100 м.

Об этом можно судить по времени откачки, которая зависит еще и от диаметра выходного отверстия d (рис. 5).

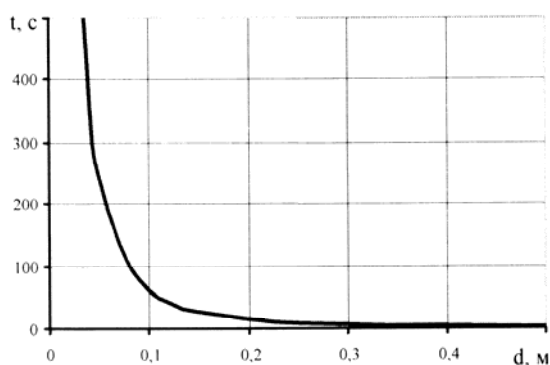


Рис. 5. Время опорожнения участка трубопровода

При диаметре $d = 0,3$ м время уравнивания давлений составляет $t = 6,76$ с; при $d = 0,2$ м $t = 15,2$ с; при $d = 0,1$ м $t = 60$ с.

При уменьшении перепада давлений время уравнивания увеличивается.

Для давления $P^- = 0,24$ атм время уравнивания составляет 104 с при диаметре входного отверстия $d = 0,1$ м, и 26 сек при $d = 0,2$ м. При $P^- = 0,125$ атм время равно 148 с для $d = 0,1$ м и 37 с для $d = 0,2$ м.

Наиболее приемлемыми размерами каналов для перетекания воздуха между модулями и трубопроводом можно считать диаметры в диапазоне 0,1-0,2 м. Время откачки 100-метрового участка трубопровода, таким образом, не выходит из минуты. Следовательно, скорость восстановления разрежения воздуха при

любых видах натекания в объем достаточно высока.

Следует уточнить, что время уравнивания давлений P^+ и P^- на практике зависит от порывов ветра, поэтому оно дискретно и набирается в виде суммы импульсов времени срабатывания обратного клапана. Порции воздуха, удаляемые из объема трубы синхронны порывам ветра с инерцией запаздывания, но с полностью идентичными диаграммами. Поэтому реальная скорость вакуумирования трубопровода с заданным конечным разрежением может быть заметно больше теоретической. Для соответствия реальности время откачки, как минимум, удваивается. Но и это значение вполне эффективно и приемлемо для технической реализации идеи.

Работа раструбных конфузоров на откачку связана с таким параметром движения воздушного потока, как коэффициент ускорения, зависящий от отношения входного сечения к минимальному. Увеличение скорости может достигать значений на порядок, и даже на два порядка, превосходящих скорость ветра. Это дает возможность получить достаточный перепад давлений.

Поскольку участки разделены только условно, то работа всех модулей интегрируется. Это дает возможность использовать ветер там, где он есть на нужды всей магистрали. Если протяженность трубопровода составляет несколько километров, то всегда найдутся зоны, порывы ветра в которых достигают достаточной для срабатывания обратных клапанов скорости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Александров Ф. М. Контейнерный трубопроводный пневмотранспорт. - М.: Машиностроение. 1979. - 350 с.
2. Заявка RU №93018062, МПК⁶ В65G 1/00. Система трубопроводного контейнерного пневмотранспорта / Ю. М. Алференков, И. И. Волянский, Ю. А. Яшин, М. А. Фельдман. - Оpubл. 20. 10. 1995.
3. Беляев Н. М. Реактивные системы управления космических летательных аппаратов. / Н. М. Беляев, Н. П. Белик., Е. И. Уваров - М.: Машиностроение. 1979. -232 с.

Поступила в редакцию 27.07.2007.

СТАН ВАГОННОГО ПАРКУ ТА ВАГОНОРЕМОНТНОЇ БАЗИ В УКРАЇНІ

В даній роботі зроблено аналіз стану парку пасажирських вагонів та вагоноремонтної бази. Представлена потужність окремих вагонних депо та потрібна програма ремонту Укрзалізниці.

В настоящей работе представлен анализ парка пассажирских вагонов и вагоноремонтной базы. Представлены мощность отдельных вагонных депо и необходимая программа ремонта Укрзалізницы.

In-process real the analysis of park of passenger carriages and base of repair of carriages is represented. Power of separate carhouses and required program of repair of Ukrzaliznitcja is represented.

Вступ. Залізничний транспорт країни працює досить стабільно, і в цілому задовольняє попит на пасажирські перевезення. Водночас висока вартість пасажирських перевезень, яка значною мірою зумовлюється незадовільним станом інфраструктури та рухомого складу, є досить вагомою складовою витрат для малозабезпечених верств населення. Подальше ефективне функціонування пасажирського господарства пов'язано з удосконаленням його організаційної структури управління; оновленням основних фондів і рухомого складу; впровадженням новітніх технологій і швидкісного руху; наданням нових видів послуг й захопленням нових секторів транспортного ринку; зменшенням збитковості перевезень пасажирів та інтегруванням до європейської транспортної системи. Нестача власних коштів та відсутність бюджетного фінансування унеможливають вирішення цієї проблеми і призводять до збільшення фізичного зносу та морального старіння основних фондів, втрати частки перевезень у дальньому сполученні. Для забезпечення розвитку й модернізації залізничної інфраструктури та рухомого складу потрібно залучення

приватних коштів. Тому впровадження на залізничному транспорті структурної реформи є надзвичайно важливим фактором реалізації стратегічних завдань розвитку галузі [4, 11].

Але починати реформування пасажирських перевезень не можливо без впровадження антикризових заходів, які стосуються оновлення парку пасажирських вагонів за рахунок капітально-відновлювальних ремонтів, закупівлі нових вагонів, та аналізу потужності існуючої ремонтної бази Укрзалізниці

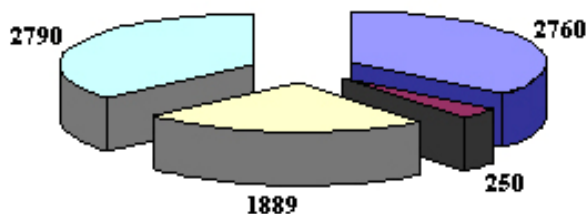
Постановка задачі. Дослідити структуру і стан пасажирських вагонів в Україні, проаналізувати потребу і потужність ремонтної бази, визначити шляхи оновлення рухомого складу.

Результати. Нижче в табл. 1...3 наведені існуючі структури парку пасажирських вагонів за типами та за віком [6]. З табл. 1 випливає, що на 1 червня 2007 року парк інвентарний парк пасажирських вагонів налічував 7705 одиниць, основними типами пасажирських вагонів є вагони відкритого типу – 3788 од. та купейні – 2523 од.

Таблиця 1

Наявність інвентарного парку пасажирських вагонів залізниць України станом на 01.06.2007 року

Підприємства	Типи вагонів														Всього
	РЦ	СВ	ЦМК	ЦМО	ЦМО обл.	ЦМР	ЦМБ	ЦМБ-П	Службові	Службово-техн.	Вагони дизель-електростанції	ЗАК	Спецвагони	Автомобілевоз.	
Донецька	4	39	310	547	31	37	13	0	3	4	0	6	0	0	994
Львівська	25	22	411	539	61	38	12	13	3	4	0	9	0	0	1137
Придніпровська	11	73	570	958	186	33	21	1	2	8	0	9	0	4	1876
Одеська	11	27	294	519	51	22	12	0	4	0	0	4	0	0	944
Південно-Західна	82	72	636	670	95	25	28	1	13	4	0	7	0	1	1608
Південна	14	23	302	555	179	24	20	0	3	2	9	8	4	3	1146
Укрзалізниця	147	256	2523	3788	603	179	106	15	28	22	9	43	4	8	7705



■ Понад 28 років ■ до 10 років □ від 11 до 20 років □ від 21 до 28 років

Рис. 1. Структура інвентарного парку пасажирських вагонів за віковими групами на 01.01.2007 р. (за винятком спеціальних вагонів)

Парк пасажирських вагонів розподілено між залізницями пропорційно існуючому плану формування поїздів. Найбільшу кількість пасажирських вагонів має Придніпровська – 1976 одиниць та Південно-Західна – 1608 одиниць залізниці. Проте якщо порівняти кількість пасажирських вагонів з середньою населеністю, то можна зробити висновок про те, що Львівська і Донецька залізниці мають надлишок вагонів, а Південно-Західна і Південна – дефіцит рухомого складу. Аналізуючи вікову структуру парку (табл. 2) [2] видно, що 2760 вагонів або 35,9 % вже вичерпала свій термін служби (28 років), але не виключаються з експлуатації, оскільки рухомого складу не вистачає для формування повноскладних поїздів.

З рис. 1 випливає, що вагонів віком до 10

років в пасажирському парку всього 250 од. або 3,3 %, віком від 11 до 20 років 1889 од. або 24,5 %, і віком від 21 до 28 років 2790 од. або 36,3 %. До кінця 2010 року вичерпають свій ресурс ще 1391 вагон. Таке старіння парку пасажирських вагонів пояснюється відсутністю необхідних коштів на придбання нових вагонів (табл. 3).

Для обслуговування пасажирських вагонів плановими видами ремонту Укрзалізниця має 19 вагонних депо, які виконують деповський, капітальний 1-го, 2-го об'єму та капітально-відновлювальний ремонт. За даними Головного пасажирського управління Укрзалізниці потреба в ремонті на 2007 рік та відповідна максимальна потужність ремонтної бази становить (табл. 4, 5) [5]:

Таблиця 2

Вікова структура пасажирських вагонів станом на 01.01.2007 р. (за винятком спеціальних вагонів)

Рік побудови	Тип вагонів								Всього
	РЦ	СВ	ЦМК	ЦМО	ЦМО обл	ЦМР	ЦМБ	ЦМП-Б	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1963	0	0	0	0	5	0	11	3	19
1964	0	0	0	0	3	0	0	1	4
1965	0	0	0	0	6	0	0	1	7
1966	0	0	1	3	10	0	1	0	15
1967	0	0	13	12	6	0	10	0	41
1968	0	5	31	17	13	0	10	2	78
1969	2	2	18	5	29	0	16	1	73
1970	5	1	38	33	31	0	11	0	119
1971	0	6	78	51	32	0	4	0	171
1972	2	10	79	57	63	0	8	0	219
1973	16	14	49	118	50	0	0	0	247
1974	17	4	131	160	102	0	1	0	415
1975	7	5	137	211	89	2	2	0	453
1976	14	20	98	140	48	6	4	0	330
1977	3	9	86	138	28	1	7	5	277
1978	2	16	100	155	6	12	0	1	292
1963-1978	68	92	859	1100	521	21	85	14	2760
1979	1	13	51	225	16	5	5	1	317

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1980	11	10	70	222	8	7	1	0	329
1981	37	10	90	195	11	13	3	0	359
1982	24	21	137	180	8	15	1	0	386
1983	5	3	119	201	0	2	3	0	333
1984	0	2	103	240	2	36	2	0	385
1985	0	3	81	223	0	30	5	0	342
1986	0	20	102	209	1	4	3	0	339
1987	0	0	124	155	0	19	0	0	298
1988	0	28	121	223	24	8	0	0	404
1989	0	23	160	253	2	13	0	0	451
1990	0	0	176	130	0	0	0	1	307
1991	0	7	206	147	0	11	0	0	371
1992	0	0	23	0	0	0	0	0	23
1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	0	0	4	4	0	0	0	0	8
1995	0	0	11	13	0	0	0	0	24
1996	3	0	0	0	0	0	0	0	3
1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1998	0	0	0	11	0	0	0	0	11
1999	0	0	0	25	0	0	0	0	25
2000	0	0	0	23	0	0	0	0	23
2001	0	1	7	22	0	0	0	0	30
2002	0	0	4	9	14	0	0	0	27
2003	0	3	11	0	16	0	0	0	30
2004	0	4	16	0	0	0	0	0	20
2005	0	8	15	0	0	1	0	0	24
2006	0	6	38	0	14	2	0	0	60
1979-2006	81	162	1669	2710	116	166	23	2	4929

Таблиця 3

Таблиця 4

**Придбання пасажирських вагонів
Укрзалізницею з 1992 по 2006 роки [2]**

Рік поставки	Придбано вагонів	
	нових	б/у
1992	22	0
1993	8	0
1994	4	12
1995	17	23
1996	8	0
1997	0	37
1998	5	5
1999	22	0
2000	24	0
2001	37	2
2002	28	8
2003	31	2
2004	20	4
2005	24	0
2006	62	0
Всього	312	93

**Загальна потреба в планових видах ремонту
пасажирських вагонів на 2007 рік, максимальна
потужність ремонтної бази та її використання**

Вид ремонту	Потреба в ремонті вагонів на 2007 р., од.	Максимальна потужність ремонтної бази, од.	Використання ремонтної бази Укрзалізниці, %
Деповський ремонт	3951	4626	85,41
Капітальний ремонт 1-го об'єму	645	904	71,35
Капітальний ремонт 2-го об'єму	110	222	49,55
Капітально-віднов- лювальний ремонт	76	92	82,61

З табл. 4 випливає, що потужність ремонтної бази по всіх видах ремонту не тільки задовольняє потребі на 2007 рік, але й перевищує її по окремим видам ремонту в два або півтора рази.

Потреба в ремонтах на 2007 рік та максимальна потужність вагонних депо

Залізниця	План на 2007 рік та максимальна потужність вагонних депо за видами планових ремонтів, од.							
	ДР		КР-1		КР-2		КВР	
	План на 2007 р.	Максимальна потужність	План на 2007 р.	Максимальна потужність	План на 2007 р.	Максимальна потужність	План на 2007 р.	Максимальна потужність
Донецька	707	852	77	168	12	12	0	0
Львівська	600	936	80	108	20	60	12	12
Одеська	515	684	82	96	42	96	24	24
Південна	437	416	79	100	0	0	4	4
Південно-Західна	725	770	194	200	0	0	20	36
Придніпровська	967	968	142	142	36	54	16	16
Всього по УЗ	3951	4626	654	814	110	222	76	92

Нижче (табл. 6) наведені данні з ремонту пасажирських вагонів на вагоноремонтних заводах та в депо [2], з якої випливає, що за 2006

рік Укрзалізницею було відремонтовано 5436 вагонів, в тому числі на заводі 297 одиниць та в депо 5139 одиниць.

Таблиця 6

Виконання планових видів ремонту вагонів у 2006 році

Найменування виду ремонту	План		Звіт	
	Кількість, од	Собівартість, тис. грн	Кількість, од	Собівартість, тис. грн
Ремонт вагонів на заводі:				
КР-2	170	226,0	210	215,6
КРП	86	308,7	87	276,7
Разом	256		297	
Ремонт вагонів в депо:				
КР-1	720	59,9	720	66,5
КР-2	188	173,3	194	192,1
КРП	58	366,8	44	240,0
ДР	4036		4181	
Разом	5002	28,1	5139	27,9
Всього	5258		5436	

На всі види ремонту пасажирських вагонів у 2006 році Укрзалізниця витратила близько 360 млн грн. При цьому середня собівартість ремонту склала 66,2 тис. грн.

Якщо поділити загальну кількість пасажирських вагонів, відремонтованих у 2006 році, на інвентарних парк, то можна зробити висновок, що кожен сім вагонів з десяти були відремонтовані одним з планових видів ремонту.

Зі зростанням конкуренції на транспортному ринку відсутність необхідних фінансів на придбання нового рухомого складу змушує залізницю використовувати різні шляхи продовження терміну експлуатації пасажирського рухомого складу, що відпрацював нормативний строк, шукати можливості зменшення витрат на його обслуговування.

Одним із основних способів, що дозволя-

ють знизити витрати на відновлення вагонного парку й одночасно забезпечити комфортність пасажирських перевезень, є модернізація вагонів шляхом капітально-відновлювального ремонту з продовженням терміну служби (КРП).

Останнім часом з'явилося багато наукових праць, у яких розглядається питання виконання капітально-відновлювального ремонту КВР і КРП та його необхідності.

Наприклад, у роботі [12] автори зробили аналіз модернізації пасажирського рухомого складу, що відпрацював нормативний термін служби, шляхом капітально-відновлювального ремонту з продовженням терміну служби (КРП) в країнах Європи й Америки. Велика увага приділена питанню відновлення рухомого складу шляхом модернізації в країнах СНД, зокрема в Росії та Україні.

Світовий досвід експлуатації пасажирських вагонів показав, що після закінчення нормативного терміну служби їх списують в основному через вихід з ладу технічних вузлів, їх елементів, устаткування, а також унаслідок корозійних руйнувань металоконструкції кузова й ходових частин. Ушкодження останніх, як правило, незначні. Результати здійснених в різних країнах обстежень працездатності металоконструкцій вагонів, які мали різний термін експлуатації, свідчать про те, що каркас вагонного кузова здатний служити не менш 50 років. Замінне внутрішнє устаткування повинне відповідати сучасному рівню вимог пасажирів. Як відзначають автори статті, проведення КВР передбачає попередню оцінку залишкового ресурсу вагона й подальше повне чи часткове відновлення ресурсу шляхом заміни чи ремонту тих чи інших елементів кузова й ходових частин.

На основі даних, отриманих у процесі досліджень [9, 10] концепцію продовження терміну служби пасажирського вагона можна сформулювати так:

1. Можливість подальшої експлуатації пасажирського вагона визначається станом основних його тримальних конструкцій, візків, надресорних балок і кузова.
2. Критерієм продовження терміну служби вагона після КВР є наявність достатнього ресурсу його основних тримальних конструкцій.
3. Міцність вагонів після КВР повинна відповідати вимогам, запропонованим нормативним документом до нових та модернізованих конструкцій.

В Україні КВР пасажирських вагонів виконується вже протягом 9 років. Для цього була закуплена іспанська технологія продовження

терміну служби вагонів.

У 2005 році Державний науково-дослідний центр Укрзалізниці разом з Головними управліннями Укрзалізниці та ДПТом [15] розробив Державну програму розвитку рухомого складу до 2010 року, де була визначена потреба залізниць України в рухомому складі за кожним його видом. Ця програма враховувала обмежені кошти залізниці та проблематичне інвестування залізниць Урядом для закупівлі нових пасажирських вагонів. Було запропоновано й надалі вилучати пасажирські вагони після закінчення їх нормативного терміну служби (28 років) тільки після проведення першої та другої технічної діагностики, а також після 41 року загального терміну служби. Ці заходи вже призвели до зносу пасажирських вагонів на 86 % (дані на 01 січня 2005 року) та далі погіршують стан пасажирського вагонного парку. У програмі запропоновано на прогностичні роки закуповувати щорічно 5 000 піввагонів та 150 пасажирських вагонів нового покоління.

В табл. 7 наведені дані про виконання капітально-відновлювального ремонту пасажирських вагонів з 1998 року по 01 січня 2007 року вагонними депо та вагоноремонтними заводами України. Ці дані свідчать про те, що за дев'ять років відремонтовано та подовжено термін служби 1005 пасажирським вагонам, основну частину з яких складають вагони відкритого типу – 67,7 % та купейні – 16,1 %. Лідером з оновлення свого парку вагонів є Південно-Західна залізниця, на якій подовжено термін служби 306 одиницям рухомого складу або 19,03 %. В той же час парк Придніпровської залізниці оновлено за рахунок КВР всього на 8,85 %, що вказує на нерівномірний розподіл нових вагонів між залізницями у попередніх роках.

Таблиця 7

Виконання залізницями України КВР/КРП в депо і на ВРЗ за 1998- 2007 рр станом на 01.07.07р.

Залізниця	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	6 міс 2007	Всього
Донецька	0	25	41	30	13	9	20	25	38	0	201
Львівська	0	0	54	27	0	6	9	5	17	0	118
Одеська	0	0	0	10	27	12	7	8	17	2	83
Південна	0	0	8	10	14	14	28	24	33	0	131
Півд.-Зах	18	0	34	65	54	39	38	28	27	3	306
Придніпр.	0	0	45	19	20	15	20	31	15	1	166
УЗ	18	25	182	161	128	95	122	121	147	6	1005

Типи вагонів	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	6 міс 2007	Всього
РІЦ	0	0	3	16	0	4	2	4	2	0	31
СВ	0	4	19	6	4	12	0	0	0	0	45
ЦМК	0	12	66	44	33	4	2	1	0	0	162
ЦМО	18	9	94	86	60	59	101	108	139	6	680
ЦМО обл.	0	0	0	0	0	3	16	2	2	0	23
ЦМР	0	0	0	7	13	8	0	2	1	0	31
ЦМБ	0	0	0	2	17	5	1	2	2	0	29
ЗАК	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3
Сл.- техн.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
УЗ	18	25	182	161	128	95	122	121	147	6	1005

Рухомий склад, який в основному використовує Укрзалізниця, застарів не тільки фізично, а й морально. Ширина купе, система пожежна безпека, система вентиляції, туалети, плавність

руху та інше не відповідають європейським стандартам. Україна та Росія почали виготовляти нові вагони (табл. 8) [17].

Таблиця 8

Порівняльна характеристика параметрів пасажирських вагонів виробництва ВАТ «КВСЗ» та ТОВ «ТВЗ»

Параметри	Купейні вагони		Вагони відкритого типу з місцями для сидіння		Купейні вагони з місцями для сидіння		Вагони типу «СВ»	
	КВСЗ мод. 61-779	ТВЗ мод. 61-4179	КВСЗ мод. 61-779 Д	ТВЗ мод. 61-4178	КВСЗ мод. 61-779 Б	ТВЗ мод. 61-4179	КВСЗ мод. 61-788 Б	ТВЗ мод. 61-4443
Маса тари вагону, т	62	56,7 без екіпір.	57,8	48 без екіпір.	59,16	57 без екіпір.	59	59,6
Довжина по осях автозчепу, мм	26696	24537	26696	24537	26696	25500	26696	25500
Кількість пасажирів, чол.	40	36	68	60	45	48	18	16
Тип візка	68-4065 68-4066	68-4065 68-4066	68-4065 68-4066	68-4071 68-4072	68-4065 68-4066	68-4075 68-4076	68-7007 68-7012	68-4095 68-4096
Кількість провідників, чол.	2	2	1	2	1	1		
Термін служби вагону, рік	30	28	30	28	30	28	30	40
Наявність екологічного туалету	так	ні	так	ні	так	так	так	ні
Наявність кондиціонера	так	так	так	ні	так	так	так	так
Наявність інформаційної системи	так	ні	так	ні	так	так	так	так
Наявність телебачення	так	ні	так	ні	так	так	так	так
Наявність мікропроцесорного пристрою для управління роботою електрообладнання та кліматичною установкою	так	ні	так	ні	так	так		
Показники плавності руху	2,84 2,71	3,1 3,1	2,95 2,80	3,1 3,1	2,96 2,78	2,8 2,8		
Конструктивна швидкість, км/год	160	160	160	160	160	200	160	160
Кількість вагонів для перевезення 400 пасажирів, од.	10	11	6	7	9	8		

З поданих пасажирських вагонів найбільшою уваги заслуговує рухомий склад, який виробляє Крюковський вагонобудівний завод. Пасажирські вагони цього заводу повністю відповідають європейським санітарним нормам, мають покращений дизайн та комфортність (особливо Україна – 2). Їх доцільно закупляти для форму-

вання поїздів, які курсують за кордон та у внутрішньому сполученні.

Тверський вагонобудівний завод може виробляти вагони, які хоча мають нижчу вартість, але не відповідають європейським санітарним нормам, а саме: ширина купе, відсутній екологічний туалет та інше. Виключенням є лише

модель 61-4443 типу «СВ» на 16 місць, які мають термін служби 40 років та високу вартість. Ці вагони можливо закупляти лише для поїздів внутрішнього сполучення на окремих напрямках.

Всі представлені вагони запроєктовані на конструктивну швидкість 160 км/год.

Враховуючи те, що Крюковський вагонобудівний завод має велику потужність, необхідну культуру виробництва і є українським заводом, нами рекомендовано закупляти нові вагони на ньому. Інколи висока ціна пасажирських вагонів на цьому заводі пояснюється виконанням усіх умов європейських стандартів.

Висновки. На основі проведених досліджень можна констатувати:

Аналізуючи вікову структуру парку видно, що 2760 вагонів або 35,9 % вже вичерпала свій термін служби (28 років), але не виключаються з експлуатації, оскільки рухомого складу не вистачає для формування повноскладних поїздів. Середній вік пасажирського вагону становить близько 25 років, що відповідає 89 % зношеності.

Потужність депоєвської ремонтної бази по всіх видах ремонту не тільки задовольняє потреби на 2007 рік, але й перевищує її по окремих видах ремонту в два або півтора рази.

На всі види планового ремонту пасажирських вагонів у 2006 році Укрзалізниця витратила близько 360 млн грн. При цьому середня собівартість ремонту складала 66,2 тис. грн. Якщо поділити загальну кількість пасажирських вагонів, відремонтованих у 2006 році, на інвентарних парк, то можна зробити висновок, що кожні сім вагонів з десяти були відремонтовані одним з планових видів ремонту.

За останні дев'ять років відремонтовано та подовжено термін служби 1005 пасажирським вагонам, основну частину з яких складають вагони відкритого типу – 67,7 % та купейні – 16,1 %.

Вагонобудівні заводи України та Росії пропонують для експлуатації нові вагони з конструктивною швидкістю 160 км/год. Найбільшої уваги заслуговує рухомий склад, який виробляє Крюковський вагонобудівний завод, вагони якого повністю відповідають європейським санітарним нормам, мають покращений дизайн та комфортність.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Амелин В. М. Капитальный ремонт электропоездов с продлением срока службы // Ж.-д. трансп. – 2001. – № 6. – С. 52-56.

2. Аналіз роботи залізниць України по пасажирських перевезеннях за результатами роботи за 2006 рік / Укрзалізниця. – К., 2007.
3. Гапеев С. Н. Пассажирские вагоны, электро- и дизель-поезда // Ж.-д. трансп. – 2001. – № 3. – С. 17-21.
4. Державна програма реформування залізничного транспорту (Проект) / Лист Укрзалізниці від 23.04.2007 р. № ЦЗ-1-Ф-11/260.
5. Довідка щодо планів ремонту, потужності та собівартості проведення планових видів ремонту в умовах депо по окремим залізницям України / Матеріали Укрзалізниці 2007 року.
6. Довідка щодо наявності інвентарного парку пасажирських вагонів залізниць України станом на 01.06.2007 року / Матеріали Укрзалізниці 2007 року.
7. Довідка щодо вартості ремонту пасажирських вагонів на ВРЗ країн СНД, ПДВ / Матеріали Укрзалізниці 2007 року.
8. Дослідження та науково-технологічне обґрунтування життєвого циклу пасажирських вагонів / Дніпропетр. нац. ун-т заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна; № ДР 0104 U006659. – Д. 2004.
9. Комплексная оценка ресурса пассажирских вагонов после капитально-восстановительного ремонта. Ч. 1 / Е. П. Блохин, О. М. Савчук, В. Л. Горобец и др. // Залізничний трансп. України. – 2002. – № 6. – С. 24-29.
10. Комплексная оценка ресурса пассажирских вагонов после капитально-восстановительного ремонта. Ч. 2 / Е. П. Блохин, О. М. Савчук, В. Л. Горобец и др. // Залізничний трансп. України. – 2003. – № 3. – С. 23—17.
11. Концепція державної програми реформування залізничного транспорту // Магістраль. – 2007. – № 1 (1179), 10-16 січ.
12. Марко В. В. Обновление пассажирского вагонного парка путем капитально-восстановительного ремонта / В. В. Марко, И. В. Мариненко, О. М. Савчук // Залізничний трансп. України. – 2000. – № 3. – С. 14-17.
13. Модернизация пассажирского подвижного состава – действенный путь его обновления / Б. Г. Цыган, Л. И. Пирогов, А. В. Донченко, Ю. А. Трубачев // Залізничний трансп. України. – 2003. – № 2. – С. 21-27.
14. Наявність пасажирських вагонів на Укрзалізниці станом на 01.01.07 р. / Матеріали Укрзалізниці 2007 року.
15. Програма розвитку рухомого складу Укрзалізниці / Держ. наук.-дослід. центр залізничного трансп. України. – К., 2005.
16. Службовий розклад руху пасажирських поїздів 2007 – 2008 рр. – К., 2007. – 1025 с.
17. Сравнительные характеристики параметров пассажирских вагонов производства АО «УВЗС», ОАО «ТВЗ» и DWA. Матеріали АТ «КВЗС».

Надійшла до редакції 17.07.2007.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

У роботі запропоновано ряд технічних рішень, що поліпшують конструкцію вантажних вагонів та умови праці залізничників і сприяють підвищенню безпеки руху поїздів.

В работе предложен ряд технических решений, улучшающих конструкцию грузовых вагонов, условия работы железнодорожников и безопасность движения поездов.

In this paper some solutions to improve cargo cars construction were proposed these solutions help also to improve the conditions of work at railway field and safety of trains movements.

Введение. В настоящее время большинство магистральных грузовых вагонов колеи 1520 мм оборудовано двухосными тележками модели 18-100 (ЦНИИ-ХЗ). Конструкция этой тележки была разработана еще в 30-е годы прошлого столетия, а серийный выпуск их начат в 1956 году. В качестве прототипа серийной тележки была взята тележка с составной (трех-элементной) рамой, которая применялась как стандартная на Североамериканских железных дорогах. Данная тележка представляет собой инженерную конструкцию, которая выдержала испытания временем и нашла широкое применение благодаря ряду преимуществ в условиях массового производства вагонов, оказывающих решающее влияние на выбор технических решений. К этим преимуществам относятся простота конструкции, что в свою очередь сказалось на относительно низкой стоимости их изготовления; взаимозаменяемость узлов в широком диапазоне; а также высокий уровень стандартизации. Однако максимальное упрощение конструкции тележки привело к недостаткам принципиального характера, выявленным при эксплуатации, устранением которых занимались ученые и работники производственной сферы разных стран на протяжении многих лет и занимаются модернизацией конструкции тележек до сих пор. Вместе с тем максимальное упрощение конструкции тележки привело к недостаткам принципиального характера, выявленным при эксплуатации и проведении ремонтных работ.

Для технического перевооружения вагонного хозяйства необходим поиск новых конструктивных решений, направленных не только на улучшение технических характеристик ходовых частей грузовых вагонов, но и на качество их обслуживания.

В работе предложен ряд конструктивных решений, направленных на улучшение работы отдельных узлов тележки модели 18-100, а также на обеспечение безопасных условий труда работников железных дорог, связанных с ремонтом и обслуживанием грузовых вагонов.

Постановка задачи 1. В рессорном подвешивании вагонов применяются четыре типа гасителей колебаний: фрикционные линейного действия, совмещенные с упругими элементами; клиновые плоскостного действия, встроенные в рессорное подвешивание; дисковые рычажные и гидравлические телескопические. Каждый из этих гасителей имеет свою силовую характеристику. Однако необходимо помнить, что в процессе эксплуатации из-за загрязнения, износов трущихся поверхностей и других причин эти характеристики могут существенно меняться, что неблагоприятно будет сказываться на динамических качествах тележек, и как следствие – на безопасности движения поездов. Поэтому вопрос улучшения работы гасителей колебаний путем их модернизации является актуальным.

Научные результаты 1. Основным преимуществом клиновых гасителей плоскостного действия является способность одновременно гасить колебания в нескольких направлениях и выполнять в некоторых случаях роль упруго-фрикционных связей элементов тележек. Однако у этих гасителей существует тесная связь между силами сопротивления, реализуемыми в разных направлениях. Эти гасители изготавливаются из литейной стали. У них вертикальная стенка контактирует со стальной фрикционной пластинкой высокой твердости, в результате чего имеет место интенсивный износ указанной поверхности клина.

В работе представлена новая, подтвержденная патентом Украины, конструкция фрикци-

онного клинового гасителя колебаний вагонной тележки, которая позволит улучшить динамические качества тележек, а также условия для их ремонта.

Известный фрикционный клиновой гаситель колебаний тележки ЦНИИ-ХЗ изготовлен из литейной стали, а вертикальная его стенка толщиной 16 мм контактирует со стальной пластиной, которая прошла термическую обработку [1]. Эта вертикальная стенка клина от контакта с пластиной твердости 350 НВ имеет интенсивный износ. В ремонт поступают полувагоны, в которых толщина этой стенки клина достигает 4 мм, в то время как Правила ремонта вагонов разрешают использовать клин без его восстановления с толщиной стенки 8 мм. Для восстановления клина необходимо наплавить объем металла, с учетом дальнейшей механической обработки, приблизительно 250 куб. см.

Другой фрикционный гаситель колебаний экипажной тележки транспортного средства, описанный в [2], состоит из клина, установленного на пружинах рессорного подвешивания. Клин контактирует своей наклоненной поверхностью с соответствующей поверхностью над-

рессорной балки тележки, а вертикальной поверхностью – со сменным вкладышем, который установлен между клином и фрикционной планкой, закрепленной на необрессоренной части тележки с возможностью взаимного относительного перемещения вкладыша и клина. Но такой гаситель имеет дополнительные контактирующие поверхности между клином и вкладышем, которые изнашиваются и нуждаются в ремонте, а также гаситель содержит между контактирующими поверхностями смазочную жидкость, которая может попадать между фрикционной планкой и вкладышем, который ухудшает работу гасителя.

Суть предлагаемой конструкции фрикционного клинового гасителя колебаний экипажной тележки транспортного средства заключается в следующем [3]. На вертикальную стенку клинового гасителя колебаний 1 жестко крепится сменная пластинка 4, которая имеет износостойкие элементы 5, размещенные между разгрузочными выступами (рис. 1, а). Сменные пластинки 5 выполнены из металлокерамики. Ширина разгрузочных выступов выбирается из расчета закрепления пластинок электрозаклепками 10 (рис. 1, б, в).

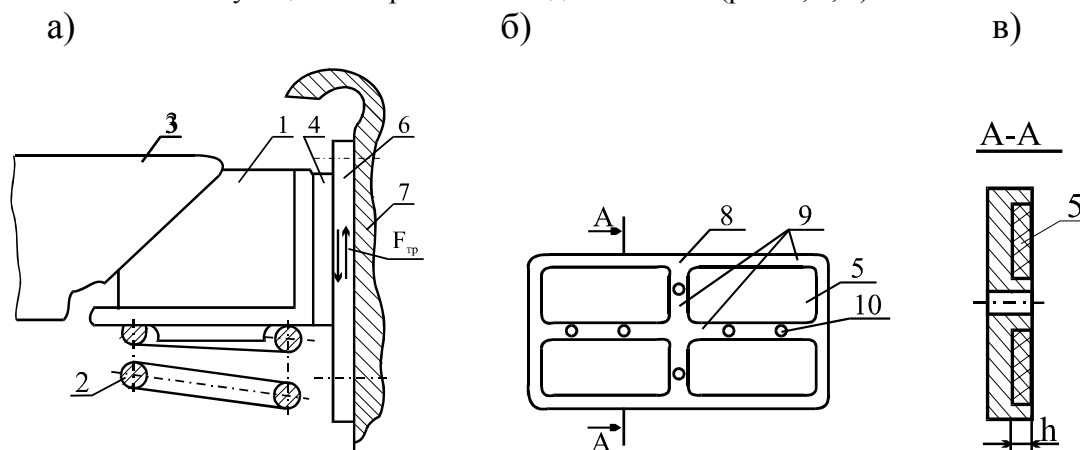


Рис. 1. Фрикционный клиновой гаситель колебаний тележки модели 18-100:

1 – клин; 2 – упругий элемент; 3 – обрессоренная часть тележки; 4 – пластинка; 5 – металлокерамическая вставка; 6 – фрикционная пластинка; 7 – необрессоренная часть тележки; 8 – пластинка; 9 – разгрузочные выступы; 10 – электрозаклепки

Металлокерамические пластины используются в поглощающих аппаратах, которые изготовлены на Брянском машиностроительном заводе, а эксплуатационные поездные испытания были проведены сотрудниками кафедры вагонов ДИИТа и показали хорошие результаты.

Постановка задачи 2. Другая проблема, которой следует уделять внимание, – это очистка колесных пар железнодорожного подвижного состава перед их дефектоскопированием.

В настоящее время на ремонтных предпри-

ятиях колесные пары очищают от грязи, масла и старой краски в моечных машинах с сопловой системой. Часто сопла размещают на трубе, изогнутой по контуру колесной пары. В трубу подают моющий нагретый раствор. Однако использование сопловой системы не позволяет качественно очищать поверхность колесной пары, поскольку насосы не всасывают достаточно нагретый раствор, и сопловая система не осуществляет равномерного давления в соплах, что приводит к неравномерной очистке.

Научные результаты 2. В работе представлена разработанная и защищенная патентом Украины конструкция моечной машины с использованием метода погружения колесной пары в моечный раствор [4]. За счет непосредственного контакта с моющим раствором она быстро нагревается. Циркуляция раствора и вращение колесной пары способствуют улучшению очистки ее поверхности.

Устройство для очистки колесной пары состоит из ротора 1, который имеет внутренние 2 и внешние 3 опорные кольца (рис. 2). Между кольцами размещены ролики 4. На внутреннем кольце имеется зубчатый венец 5, связанный с приводом зубчатой шестерни 6 и захватами 7 и 8 через шестерни 9 и 10, червяки 11 и 12, а также винтовые передачи 13 и 14. На внутрен-

нем и внешнем кольцах жестко закреплены под углом друг к другу упоры 15 и 16. Захваты соединены между собой рейкой 17 через шарниры. К рейке присоединен защитный кожух 18 моющего устройства. В середине кантователя размещена платформа 19 с рельсами 20 и 21, на которых смонтированы механизмы вращения и сбрасывания колесной пары 22. Между рельсами (в обеих нитях) вмонтирован механизм обращения колесной пары 22, имеющий приводной 23 и поддерживающий 24 ролики. Приводной ролик с помощью передачи 25 поворачивается приводом 26, который смонтирован на платформе. Ролики между собой соединены, а под ними расположен механизм 27 сбрасывания колесной пары, который выбрасывает ее за пределы устройства.

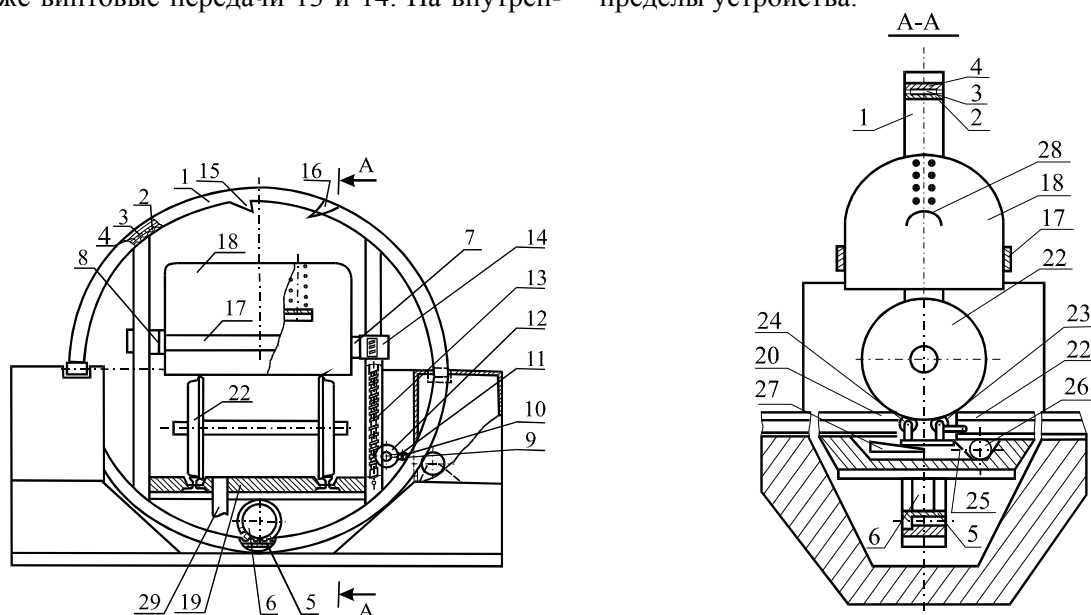


Рис. 2. Устройство для очистки колесной пары.

Новым в конструкции является то, что защитный кожух, который закрывает колесную пару с помощью захватов, в перевернутом положении кантователя заполняется моющим раствором и выполняет функцию ванны для колесной пары. В середине защитного кожуха закреплен подпружиненный буфер 28, жесткость которого сбалансирована весом колесной пары и который прижимает колесную пару к механизму ее вращения. Устройство поворачивается на 180° , вместе с закрепленной в нем колесной парой. В процессе поворота устройства кожух заполняется нагретым моющим раствором. Устройство для очистки колесной пары работает следующим образом. Колесная пара устанавливается на ролики механизма обращения. При включении привода против часовой

стрелки зубчатое колесо поворачивает внутреннее опорное кольцо, шестерни и червяки винтовой передачи, непосредственно связанные с захватами. При дальнейшем повороте винтовые передачи опускают захваты, рельс и защитный кожух, который закрывает колесную пару. После того как кожух полностью будет прижат к платформе, упор на внутреннем упорном кольце начнет давить на упор внешнего опорного кольца, и вся система вместе с колесной парой будет поворачиваться. В процессе поворота устройства кожух заполняется нагретым раствором через гибкий шланг. Окончательно кожух заполняется раствором, когда устройство пройдет полный поворот на 180° .

Моечный раствор, заполняя крышку, бурлит и собственным теплом нагревает колесную па-

ру. Колесная пара прижимается буфером и оборачивается приводным роликом. По окончании процесса очистки моечный раствор возвращается в основной резервуар, включается вентилятор для сушки, который несколько минут работает после слива раствора из кожуха.

Устройство возвращается в исходное положение. Кожух поднимается над платформой, и колесная пара выталкивается за пределы устройства.

Очистка колесной пары струйно-механическим или гидромеханическим способами по сравнению с методом погружения более емкая.

Таким образом, предложено усовершенствование конструкции моечной установки для колесных пар с сопловой системой очистки и математически обоснована равномерность давления моющей жидкости в сопловой системе, на конструкцию которой подана заявка на изобретение.

Выводы. Предложены усовершенствования конструкции тележек грузовых вагонов и технологии их ремонта, которые способствуют улучшению не только технических, но и технологических характеристик.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бородай С. М. Ремонт тележек типа ЦНИИ-ХЗ. – М.: Транспорт, 1966. – 30 с.
2. А. с. СССР № 846363.
3. Патент на корисну модель № 20777. Україна. Фрикційний клиновий гаситель коливаний екіпажного візка транспортного засобу / С. В. Мямлін, В. Я. Панасенко, І. В. Клименко (Україна). – 5 с., Опубл. 15.02.2007, Бюл. № 2.
4. Патент на корисну модель № 20776. Україна. Пристрій для очищення колісної пари / В. Я. Панасенко, І. В. Клименко, К. Г. Євтюхов (Україна). – 7 с., Опубл. 15.02.2007, Бюл. № 2.

Надійшла до редколегії 26.06.07.

О. М. САВЧУК, О. В. ШАТУНОВ, О. Г. РЕЙДЕМЕЙСТЕР, М. А. ГРІЧАНІЙ,
В. О. РИЖОВ (ДПТ), М. І. ЛУХАНІН (Укрзалізниця)

ПОКРАЩЕННЯ ДИНАМІКИ ПОРОЖНІХ ВАГОНІВ НА ВІЗКАХ МОДЕЛІ 18-100

Представлено нову схему ресорного комплексу вантажного візка 18-100 із застосуванням трикомпонентних клинів і підпружинених ковзунів, а також наведений аналіз результатів лабораторних і поїзних динамічних випробувань різних типів вантажних вагонів, обладнаних за цією новою схемою.

Представлена новая схема ресорного комплекта грузовой тележки 18-100 с применением трехкомпонентных клиньев и подпружиненных скользунов, а также приведен анализ результатов лабораторных и поездных динамических испытаний разных типов грузовых вагонов, оборудованных по этой новой схеме.

A new chart of springing complete set of freight light cart is represented 18-100 with the use of three-component wedges and subspringy skol'zunov, and also the analysis of results of alpha and train dynamic tests of different types of freight carriages of equipped on this new chart is resulted.

Один з недоліків вантажних вагонів на серійних візках моделі 18-100 – незадовільна динаміка під час руху порожнього вагона. Ресорний комплект візка спроектований так, щоб у завантаженому стані вагона статичний прогин складав 50 мм, що достатньо для нормальної плавності руху і для забезпечення нормативної різниці рівня осей автозчепів у поїзді. Але при цьому статичний прогин порожнього вагона складає тільки 6...9 мм, що недостатньо. Тому динамічні характеристики порожніх вагонів, в тому числі показники стійкості від сходів, знаходяться на грані допустимої межі. У візках нового покоління (моделі 18-7020) цей недолік усунутий шляхом постановки білінійного ресорного підвішування. Але насичення вагонного парку такими вагонами – процес досить повільний, розрахований на десятиріччя. Тому актуальною є задача удосконалення існуючих візків.

Крім того, порожні вагони мають низьку критичну швидкість, вище якої рух стає нестійким (за Ляпуновим). Це проявляється у збуренні автоколиваний виляння у горизонтальній площині і змушує обмежувати швидкість поїздів, у складі яких є порожні вагони [1].

Галузевою лабораторією вагонів розроблюється технологія ДПТ-ТАУС удосконалення візків моделі 18-100 з метою ліквідації вказаних недоліків. Передбачається, зокрема, заміна серійних жорстких клинів гасителя коливаний Ханіна на спеціальні трьохелементні клини (далі – «Т-клини») [2], яким і присвячена ця стаття. Технологією передбачено також обладнання візка пружними ковзунами.

Схема удосконаленого ресорного комплексу показана на рис. 1. Кожний Т-клин склада-

ється з башмака 3, пружної поліуретанової вставки 4 та корпусу 5.

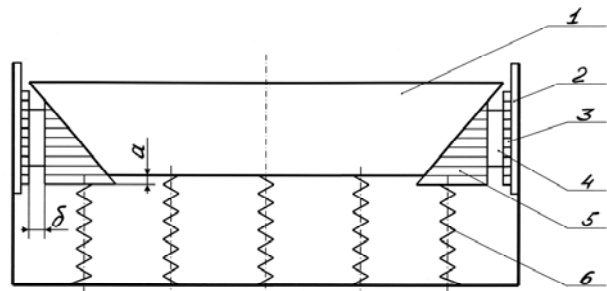


Рис. 1. Схема удосконаленого ресорного комплексу з трьохелементними клинами

Геометричні розміри Т-клина спроектовані так, що під порожнім вагоном надресорна балка l завищена відносно клинів на величину $a = 10$ мм. «Завищенням» визначається різниця між висотою положення поверхонь обпирання на пружини надресорної балки та Т-клинів. Одночасно вставка 4 забезпечує при порожньому вагоні зазор між башмаком та корпусом Т-клина $\delta = 10$ мм. Завдяки цьому, навантаження від порожнього вагона сприймають тільки дві підклинові пружини 6, тоді як інші п'ять пружин під надресорною балкою залишаються без навантаження. Це значить, що у порожньому стані вагон опирається не на усі пружини комплектів (до 28 шт.), а тільки на 8 підклинових пружин. Очевидно, що статичний прогин збільшиться, що і має привести до покращання динамічних показників. У завантаженому стані вагона вставка Т-клина стискається до ліквідації зазору, тобто $\delta = 0$. Це приведе до ліквідації завищення надресорної балки ($a = 0$). Таким чином, прогини усіх пружин під завантаженим

вагоном вирівнюються, що забезпечить їх рівномірність.

В удосконалених візках Т-клини мають виконувати такі функції:

- покращувати динаміку порожнього вагона за рахунок збільшення його статичного прогину;
- активувати роботу пружних ковзунів шляхом недопущення зазорів у системі «бокові рами – надресорна балка візка»;
- забезпечити рівномірність пружин ресорних комплектів вагона під повним навантаженням.

З метою перевірки достовірності теоретичних положень щодо роботи Т-клинів у ресорних комплектах візків моделі 18-100 був виготовлений вагоно-комплект (8 шт.) макетних Т-клинів. Макетний Т-клин наведений на рис. 2.

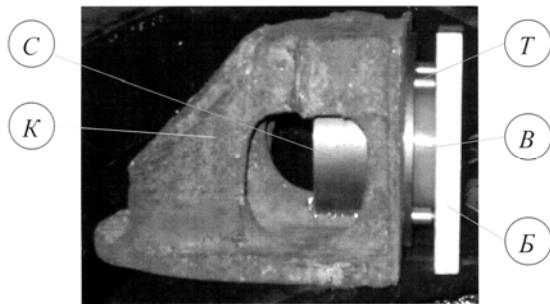


Рис. 2. Дослідний макетний трьохелементний клин (Т-клин)

Його корпус К одержано після механічної обробки зношеного серійного клина візка моделі 18-100, у вертикальній стінці якого зроблені отвори для встановлення стакана С та технологічних шпильок Т. У стакані розміщується білінійна пружна вставка В, а за допомогою технологічних шпильок Т до корпусу приєднується башмак Б. Довжина шпильок вибрана такою, щоб у зібраному Т-клинні вставка В була у початково стиснутому стані зусиллям ≈ 80 кН. Оскільки башмак Б має постійно тертись о фрикційну планку на боковині візка (див. рис. 1, поз. 2), його необхідно зробити стійким до зносу і мікросхоплень із планкою. Для цього башмаки були відлиті з високоміцного чавуна і загартовані до твердості ≈ 600 НВ.

Пружна вставка макетного Т-клина повинна була не тільки забезпечувати необхідний зазор δ між корпусом та башмаком, але і передавати діючі між ними зусилля під час руху вагона. Після виконання розрахунків на жорсткість та міцність було виготовлено чотири варіанти вставок, що відрізнялись марками поліуретану та деякими геометричними розмірами. Після випробувань на пресі був відібраний кращий варіант. Матеріал – **Адипрен L-167**, що має модуль пружності при стиску 35...45 МПа, межу міцності на розтягування 40...45 МПа, динамічний коефіцієнт поглинання енергії 25...30 %.

Лабораторні випробування Т-клинів проводились на стенді, що дозволяє навантажувати електродомкратом натурний візок моделі 18-100. Ці випробування підтвердили очікувану зміну статичного прогину вагона після обладнання візків Т-клинами. Одержані при стендових випробуваннях результати показані на графіку рис. 3. Верхня лінія на графіку побудована при навантаженні візка з Т-клинами, а нижня для існуючого комплекту з серійними клинами. Статичний прогин комплекту порожнього вагона (розрахункове навантаження на візок 70 кН) на удосконалених візках склав 15 мм проти 8 мм на існуючих візках, тобто зріс на 85 %. У завантаженому стані без урахування динамічних зусиль (навантаження 437,5 кН) прогини відповідно склали 65,0 мм та 50,0 мм. При максимальному навантаженні візка 656,35 кН статичні прогини комплектів досягли відповідно 89,5 мм та 75 мм, але при цьому прогини пружин під надресорною балкою та під клинами стали однаковими – 81,5 мм. Саме цим визначається рівномірність усіх пружин удосконаленого комплекту.

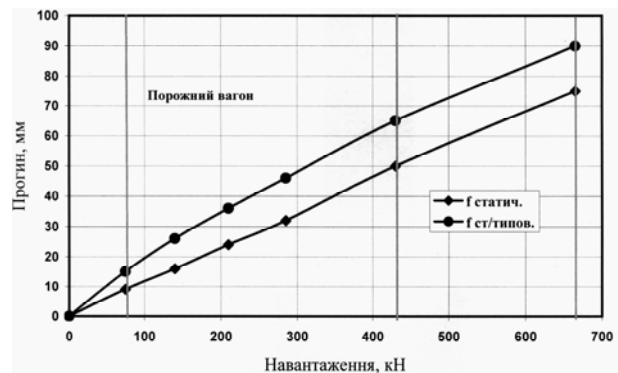


Рис. 3. Залежність статичного прогину комплекту від навантаження

Крім того, десятикратне навантаження на стенді візка силою, еквівалентною дії завантаженого вагона з максимальною динамічною добавкою, не привело до будь-яких помітних пошкоджень макетних Т-клинів. Цей результат приймався до уваги при плануванні і проведенні ходових динамічних випробувань.

За наказом Укрзалізниці при побудові на ДП «Укрспецвагон» хопера-обкотишевоза № 91218677 його візки моделі 18-100 були удосконалені за технологією ДПТ-ТАУС з пружними ковзунами та макетними Т-клинами. Цей дослідний обкотишевоз був включений у спеціальний зчеп для проведення ходових динамічних випробувань на полігоні Новомосковськ–Балівка Придніпровської залізниці. Випробування були проведені в жовтні 2006 р. галузевою випробувальною лабораторією вагонів університету.

Програмою та методикою випробувань передбачалась можливість руху вагонів з швидкістю до 132 км/год (120 + 10 %) з метою визначення критичної швидкості дослідного вагона.

Крім обкотишевоза, в дослідний зчеп включався піввагон-еталон на візках моделі 18-100. Цей піввагон побудови 1974 р. уже відпрацював свій початковий ресурс і був відремонтований КР з подовженням строку служби. Під час деповського ремонту (ДР) у ВЧД Нижньодніпровськ-Вузол у 2005 р. візки були обладнані пружними ковзунами за технологією ДПТ-ТАУС але клини гасителів коливальні залишені серійні із значними зносами поверхонь тертя. Таким чином, піввагон-еталон відрізнявся від дослідного обкотишевоза відсутністю Т-клинів та значними зносами ходових частин (після ДР його пробіг в експлуатації до випробувань перевищив 60 тис. км).



Рис. 4. Дослідний зчеп під час проведення ходових випробувань

Таке розміщення дозволяло постійно слідкувати за динамікою вагонів не тільки на моніторах, але і візуально, щоб своєчасно зафіксувати досягнення критичної швидкості руху і не допустити можливого сходу. Оскільки піввагон обмежував швидкість зчепу, під час поїздок приходилось його періодично відчіплювати і залишати на станції.

Сигнали динамічних процесів спочатку перетворювались з аналогової у цифрову форму, після чого реєструвались у пам'яті комп'ютера. Математична обробка цих даних теж виконувалась за комп'ютерними програмами, тому приведені нижче результати достовірні у межах точності датчиків.

Залежність динамічних зусиль на необресорені частини візка від швидкості руху порожнього хопера-обкотишевоза показана на рис. 5. Дані зареєстровані у досліді з відчепленим піввагоном, максимальна швидкість досягла 137 км/год. На верхньому графіку показані вертикальні динамічні зусилля P_d . Із збільшенням швидкості ці зусилля монотонно зростають.

Візки дослідних обкотишевоза та піввагона були обладнані датчиками для реєстрації таких динамічних величин:

- поперечних переміщень колісної пари у колійному зазорі для визначення критичної швидкості руху вагона (збурення автоколивальних виляння);
- вертикальних динамічних зусиль, діючих на бокові рами візків;
- горизонтальних (рамних) динамічних зусиль на колісну пару;
- динамічних напружень у надресорних балках;
- вертикальних та поперечних динамічних прискорень п'ятникових вузлів;
- швидкості руху.

Дослідний зчеп (рис. 4) складався з електровоза ЧС6, обкотишевоза, вагона-лабораторії та піввагона-еталона.

При $v = 80$ км/год середнє значення зусиль $P_{дсер} = 10$ кН (на рис. 5 сили у т), а найбільше – $P_{дмах} = 16$ кН. Відповідні коефіцієнти вертикальної динаміки $K_{двс} = 0,22$; $K_{двт} = 0,35$.

При $v = 120$ км/год середнє значення – $P_{дсер} = 13$ кН, а найбільше – $P_{дмах} = 17,5$ кН. Відповідні коефіцієнти вертикальної динаміки $K_{двс} = 0,29$; $K_{двт} = 0,39$.

Нижній графік на рис. 5 побудований для динамічних рамних сил H_r . Ці сили до $v = 100$ км/год теж змінюються монотонно, далі інтенсивність росту збільшується. При $v = 80$ км/год середнє значення $H_{рс} = 6,5$ кН, найбільше – $H_{ртах} = 8$ кН. Відповідні коефіцієнти горизонтальної динаміки $K_{дгс} = 0,112$; $K_{дгтах} = 0,12$. При $v = 120$ км/год середнє значення $H_{рс} = 15$ кН, найбільше – $H_{ртах} = 20$ кН. Відповідні коефіцієнти горизонтальної динаміки $K_{дгс} = 0,26$; $K_{дгтах} = 0,34$.

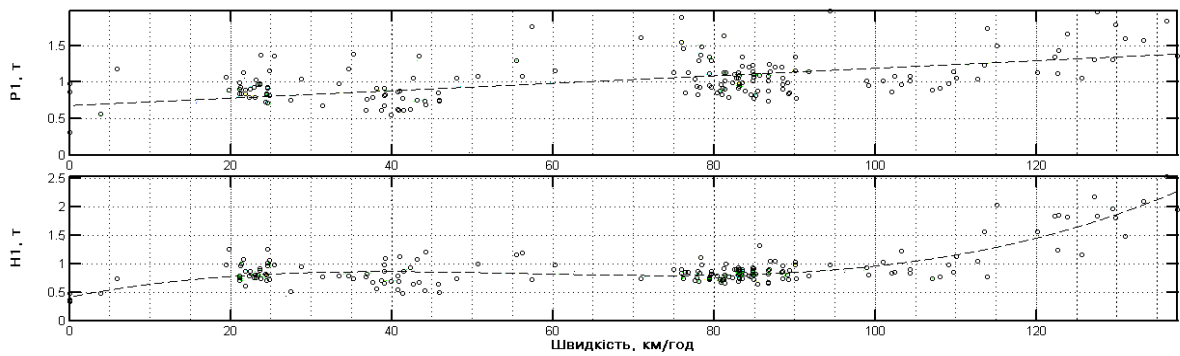


Рис. 5 Динамічні параметри порожнього обкатишевоза:
 P1 – залежність вертикальних динамічних сил на бокову раму візка від швидкості;
 H1 – залежність рамних динамічних сил від швидкості

Порівняємо приведені дані з нормативними показниками [3] для нових вагонів. Задовільним хід порожнього вантажного вагона оцінюється при $K_{ДВ} = 0,6$; $K_{ДГ} = 0,15$, хорошим – при $K_{ДВ} = 0,75$; $K_{ДГ} = 0,20$, відмінним – при $K_{ДВ} = 0,85$; $K_{ДГ} = 0,30$.

Достовірнішою є оцінка шляхом порівняльного аналізу основних динамічних параметрів обкатишевоза та піввагона-еталона, зареєстрованих під час сумісної дослідної поїздки. Таке порівняння зроблене у табл. 1, де у чисельнику наведені середні значення, а у знаменнику – максимальні.

Таблиця 1

Динамічні параметри порожніх вагонів, зареєстровані під час випробувань

Параметр	Вагон	Швидкість руху, км/год				
		50	60	70	80	90
Вертикальні динамічні зусилля на боковину, кН	обкатишевоз	9,5	10	11	12	13
		12	15	16	16	16
	піввагон	16	16	17	18	22
		21	21	22	22	24
Вертикальні прискорення шворневого вузла, долі g	обкатишевоз	0,13	0,16	0,2	0,24	0,27
		0,17	0,19	0,27	0,31	0,31
	піввагон	0,16	0,17	0,18	0,28	0,38
		0,23	0,22	0,29	0,30	0,42
Горизонтальні прискорення шворневого вузла, долі g	обкатишевоз	0,05	0,07	0,07	0,08	0,08
		0,07	0,1	0,1	0,1	0,1
	піввагон	0,09	0,14	0,2	0,23	0,33
		0,1	0,21	0,25	0,26	0,48*

* Збільшення прискорень пов'язане з автоколиваннями виляння.

Аналіз даних табл. 1 показує на те, що наявність Т-клинів привела до покращення динаміки порожнього обкатишевоза порівняно з піввагоном-еталоном. Динамічна навантаженість бокових рам візків зменшилась у середньому на 60 %, а прискорення шворневих вузлів – на 25 %.

Як узагальнюючий показник, розглянемо вплив Т-клинів на стійкість вагона проти сходу з рейок. Коефіцієнти запасу стійкості від сходу хопера-обкатишевоза K1 та піввагона-еталона K2 були розраховані спеціальними

комп'ютерними програмами згідно до зареєстрованих динамічних вертикальних та рамних сил на боковині візка поблизу направляючої колісної пари. Розрахунки велись через короткі інтервали з ймовірністю 0,001 (ОСТ 34.050.37). Тому результати мають вигляд суцільних смуг. Вповзання колеса на рейку вважається можливим тоді, коли мінімальні значення коефіцієнту подовж деякого часу пересікають граничну допустиму межу 1,35.

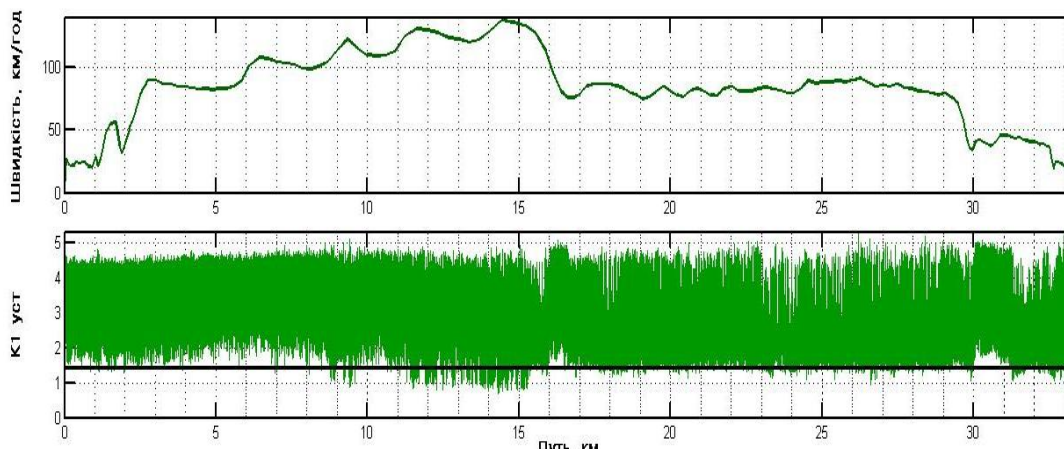


Рис. 6. Швидкість руху порожнього обкотишевоза та результати розрахунку коефіцієнтів стійкості від сходу з рейок

На рис. 6 показані графіки швидкості руху по довжині дослідного перегону та результати обчислень коефіцієнта стійкості K_1 обкотишевоза (піввагон у поїзді був відчеплений).

Смуга коефіцієнтів K_1 верхньою частиною досягає відмітки 5 одиниць (чим більше значення, тим стійкіше рухається колісна пара). Нижня ж частина смуги знаходиться в основному вище граничної лінії, нанесеної на графіку. Незадовільні значення коефіцієнтів (не короточасні пересікання обмежуючої лінії) спостерігаються на 10...15 кілометрах колії, де швидкість руху перевищила 120 км/год. В умовах експлуатації така швидкість заборонена. При меншій швидкості коефіцієнти K_1 задовільні. Це свідчить, що Т-клини у візках активізують роботу пружних ковзунів. Критична швидкість руху

порожнього вагона-обкотишевоза, при якій збурюються автоколивання виляння, виявилась вищою за конструктивну швидкість (120 км/год). Слід сказати, що колісні пари обкотишевоза були обточені за профілем УЗ-ДПТ, при якому критична швидкість порожнього вагона без пружних ковзунів дорівнює 80 км/год.

У піввагоні-еталоні з зношеними типовими клинами пружні ковзуни не виконували свої функції. Розраховані за даними сумісної поїздки коефіцієнти стійкості порожніх обкотишевоза K_1 та піввагона K_2 наведені на графіках рис. 7. При проходженні перших 14 кілометрів траси швидкість руху складала 75...100 км/год (див. графік швидкості). Проявились усі ознаки перевищення критичної швидкості піввагона – виляння візків та інтенсивний звивистий рух.

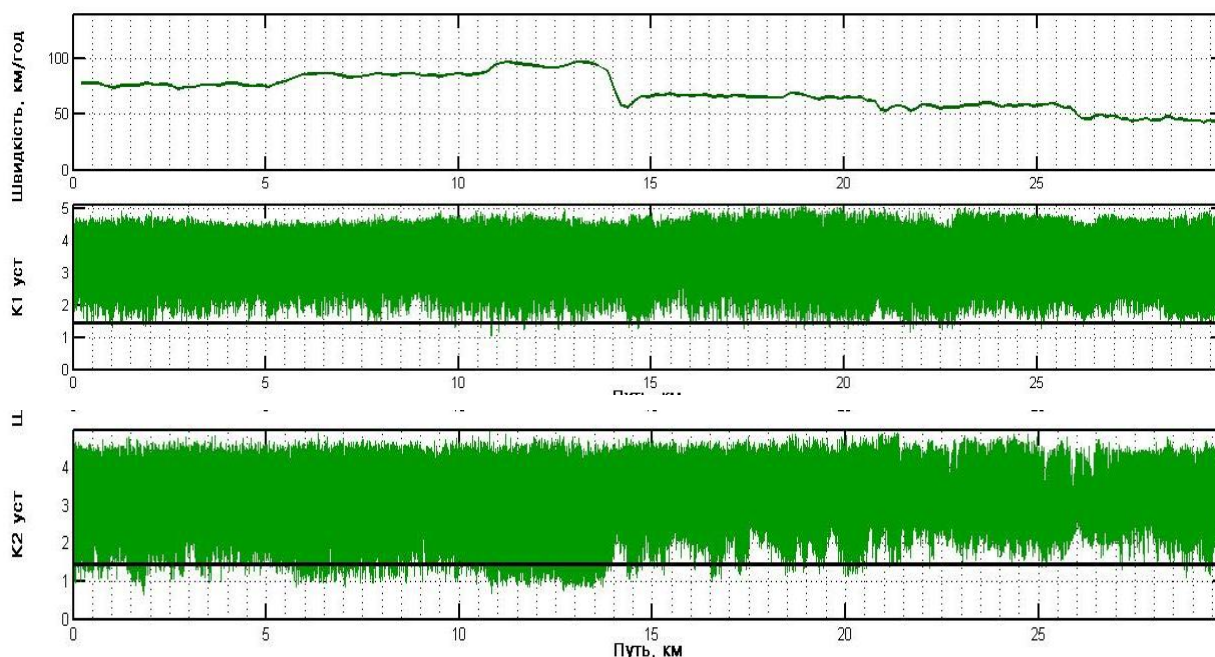


Рис. 7. Сукупність значень коефіцієнтів стійкості від сходу обкотишевоза (K_1) та піввагона (K_2) у дослідній поїзді сцепом

На цій ділянці нижня частина смуги К2 довгостроково виходить за межу допустимих значень, тобто стійкість порожнього піввагона незадовільна. Коефіцієнти стійкості обкотишевоза К1 на вказаній ділянці задовільні. Після проходу 14-го км швидкість руху зчепу була зменшена, коефіцієнти стійкості обох вагонів задовільні.

Після завершення циклу випробувань порожніх вагонів проведено їх завантаження і розпочато другий цикл. Однак, вже після першої поїздки було виявлене місцеве пошкодження вставок макетних Т-клинів, пов'язане з недостатньою міцністю у зонах перекосів башмака відносно корпусу. Це вимусило зняти їх з випробувань.

Висновок. Проведені розробки та випробування щодо використання трьохелементних клинів при удосконаленні візків моделі 18-100 за технологією ДПТ-ТАУС показали:

– покращуються динамічні показники руху порожнього вагона за рахунок збільшення статичного прогину, а саме: динамічна напруженість бокових рам візка зменшується вдвоє, прискорення шворневого вузла вагона зменшуються на 25 %;

– активізується робота пружних ковзунів, що приводить до збільшення критичної швидкості та покращення стійкості руху порожнього вагона (зафіксовано, що критична швидкість обкотишевоза перевищила конструктивну);

– макетні Т-клинки виявились недостатньо міцними у зонах концентрації напружень, що необхідно врахувати при проектуванні промислових зразків.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Савчук О. М. Об интенсивном влиянии тележек / О. М. Савчук, О. В. Шатунов, Н. А. Гричаний. – М. Железнодорожный транспорт. РФ. – № 3, 2003 г. – С. 44–45.
2. Патент України № 10338 (В61F5/06). Ресорний комплект вантажного вагонного візка // О. М. Савчук, О. М. Пшінько, В. О. Мельничук, А. Д. Лашко, О. Г. Рейдемейстер, А. А. Міщенко, – К. Держпатент. Бюл. № 11, 2005 г.
3. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). – М. ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996 г. – 317 с.

Надійшла до редколегії 17.07.2007.

ДИСЛОКАЦІЙНА МОДЕЛЬ ТЕРТЯ БАГАТОШАРУВАТИХ ПОКРИТТІВ

Для надійної експлуатації існуючого рухомого складу необхідно здійснювати якісний ремонт. Один з напрямів розвитку ремонтного виробництва - розвиток нових технологій відновлення деталей, що зношуються. Розглянута дислокаційна модель тертя та вплив шаруватості на зносостійкість покриттів.

Для надежной эксплуатации существующего подвижного состава необходимо осуществлять качественный ремонт. Одно из направлений развития ремонтного производства - развитие новых технологий восстановления изнашивающихся деталей. Рассмотрена дислокационная модель трения и влияние слоистости на износостойкость покрытий.

For maintenance of the existing rolling-stock in working order it is necessary to carry out qualitative repair. One of directions of development of repair manufacture is the development of new technologies of restoration of the worn out details. It is considered disposition model of friction and influence of lamination on wear resistance of coverings.

При вирішенні таких важливих задач, як підвищення надійності експлуатації та збільшення ресурсу вузлів та механізмів треба підходити комплексно. Як відомо, на ресурс деталей впливає багато чинників, починаючи зі стадії проектування, виготовлення, експлуатації, ремонту та безпосередньо матеріалів цих деталей. Якщо проектування, виготовлення і експлуатацію деталей рухомого складу не розглядати, оскільки це прерогатива конструкторських бюро, то є можливість підвищення ресурсу деталей при їх ремонті, а саме при відновленні зношених деталей. Розглянемо це питання більш детально.

Впливати на ресурс при відновленні зношених деталей можна використовуючи той або інший метод нанесення, а також матеріали відновлювальних покриттів. Збільшення ресурсу відновлених деталей можливе за умовою зменшення зношування, тому постає задача підбору технологічних параметрів методу відновлення та матеріалів. Але для того, щоб знати, яким чином відновлювальні матеріали впливають на зношування необхідно розглянути вплив структури матеріалів на їх основні механічні властивості.

Можна стверджувати, що в механізмі руйнування контактуючих поверхонь при терті головним чинником є упругопластична деформація. При цьому треба враховувати, що на відміну від об'ємного напружено-деформованого стану поверхневих шарів, при терті максимальні напруження виникають в мікрооб'ємах поверхневого шару. Це легко пояснити тим, що поверхні контактують окремими мікрорівнями. Тому на-

пруження, що виникають в поверхневих шарах залежать як від шорсткості контактуючих поверхонь, так і від умов тертя: навантаження, наявності змащення, швидкості ковзання і таке інше. Тобто при взаємодії поверхонь в кожному мікрорівні виникає циклічна зміна знаків напружень. На механізм пластичної деформації також впливає дифузія зовнішнього середовища, та внаслідок активації поверхневих шарів збільшення дефектності структури металів.

З аналізу літературних джерел можна зробити висновок: параметром мікроструктури, що найбільш часто вимірюють є розмір зерна. Змінюючи розмір зерна можна керувати міцністю та в'язкістю метала, наприклад, зменшення розмірів зерна може привести до одночасного підвищення міцності і в'язкості металу, а це у свою чергу, до збільшення опору крихкому руйнуванню. Існує встановлена експериментально залежність напруження течії σ_s від розміру зерна D металу:

$$\sigma_s = \sigma_0 + kD^{-\frac{1}{2}}. \quad (1)$$

Встановлено також, що напруження течії σ_s лінійно залежить від розміру субзерен, який є елементом субструктури $\varepsilon^{-\frac{1}{2}}$. В [1] отримана залежність на основі загальних положень дислокаційної теорії:

$$\sigma_s = \alpha\varepsilon^{-\frac{1}{2}}. \quad (2)$$

При терті структура тонких поверхневих шарів як металів, так і сплавів характеризується значною густиною дислокацій (дефектів кристалічної решітки). При ударних навантаженнях деталей (хвостовик автозчіпки – ударна плита, хвостовик – клин та інше), ковзанні (валики гальмової важільної передачі, штоки гідравлічних гасників коливачів та інше) у поверхневому шарі досягаються значення густини дислокацій на один-два порядки вище, ніж при звичайних видах напруженого стану для того ж ступеню залишкової деформації. В той же час, як відомо, характеристики структури поверхневих шарів при терті визначаються співвідношенням нормальної та тангенціальної складових навантажень та властивостями граничного шару змазки. А оскільки швидкість руху дислокацій є функцією напруження зсуву, то у при поверхневих шарах кристалу швидкість руху дислокацій може суттєво перевищувати швидкість їх руху в об'ємі матеріалу.

Саме наявність дислокацій, їх рух та взаємне розташування у кристалічній решітки визначає механізм пластичної деформації шарів при контактній взаємодії і призводить до певних особливостей механізму тертя та зносу. Невипадково в ряді робіт в основу розрахунку сили і коефіцієнта тертя покладена дислокаційна модель зовнішнього тертя. Це пов'язано з тим, що пластична деформація має дислокаційну природу і являється основним наслідком контактної взаємодії поверхонь.

Як показано в дослідженнях [2] процес деформації є стадійним. Стадії деформування відображують ступінь розвитку і накопичення мікроруйнувань. Автор виділяє, як мінімум три стадії: на першій практично не порушується суцільність матеріалу, а основний процес деформування є пластично-диструкційним. На другій стадії порушення суцільності матеріалу накопичуються по всьому об'єму зразка. Третя стадія – локальний розвиток процесу руйнування зразка, який починається з поверхні і поширюється вглибину по перетину.

На пластичну деформацію впливає рух дислокацій в певних кристалографічних площинах і напрямках. При зміні знаку навантаження (напружень), дислокації починають рух у зворотному напрямку, тим самим викликаючи зворотну течію і петлю гістерезису. Це явище називають ефектом зворотності і пов'язують з ефектом Баушенгера, величина якого залежить від амплітуди деформації. Зворотний рух дислокацій приводить до зародження точкових дефектів типу вакансій. Поява мікропорожнин сприяє появі і розвитку мікротріщин, які у свою чергу

приводять до руйнування матеріалу. На інтенсивність процесу зворотно-поступального руху дислокацій і пов'язаного з ним розвитку мікропошкоджень матеріалу впливає структура матеріалу, яка залежить від величини та характеру навантаження, а також від попередньої термічної обробки.

Створення зони низької густини дислокацій пов'язано з кінетикою розвитку дислокацій в поверхневих шарах при терті і величиною потенціального бар'єру. Глибина зони зниженої густини дислокацій залежить від напруження тертя дислокацій, тобто напруження, що гальмує рух дислокацій. Зміна напруження тертя впливає на розподіл дислокацій в плоских скупченнях, положення яких задовольняє системі рівнянь рівноваги [3]:

$$\sum_{\substack{i=0 \\ j \neq i}}^{n-1} \frac{Ab}{X_j - X_i} - b\tau = 0 \quad (j = 1, 2, 3 \dots n), \quad (3)$$

$$A = \frac{Gb}{2\pi(1-\nu)} [\sin \alpha + (1-\nu) \cos \alpha], \quad (4)$$

де b - вектор Бюргерса;

τ - зовнішнє прикладене напруження;

X_j - координата j -ої дислокації;

X_i - координата інших дислокацій в скупченні;

G - модуль зсуву;

ν - коефіцієнт Пуассона;

$n = \frac{\pi L \tau}{Gb}$ - число дислокацій в скупченні;

L - довжина скупчення;

α - кут між лінією дислокації і вектором Бюргерса.

При наявності сил тертя напруження, що необхідні для утримання дислокацій в положенні рівноваги, необхідно зменшити на величину напружень тертя σ_f . Тоді (3) прийме вигляд

$$\sum_{\substack{i=0 \\ j \neq i}}^{n-1} \frac{Ab}{X_j - X_i} - b(\tau - \sigma_f) = 0 \quad (j = 1, 2, 3 \dots n), \quad (5)$$

Розв'язання рівнянь (3)-(5) дозволяє визначити σ_f по розташуванні дислокацій у скупченні.

З роботи [4] витікає, що процес зношення пов'язаний із зміною структури металу при пластичній деформації тертям

$$I = f(A, E, F_\beta), \quad (6)$$

де I - інтенсивність зношування; A - робота тертя; E - модуль пружності матеріалу; F_β -

характеристика ширини (фізичної) інтерференційних ліній (як правило, вона є функцією розміру блоків мозаїки та мікро напружень). Інакше кажучи F_B характеризує густину лінійних дефектів матеріалу. Між зносом і параметром F_B спостерігається пряма пропорційність.

Дослідження науковців показують, що одним із факторів, що перешкоджають вільному виходу дислокацій на поверхню, можуть бути різні тверді поверхневі шари кристалу: окисні чи гідроокисні або металеві плівки, тощо. Із збільшенням модуля пружності плівок зростає опір виходу дислокацій. Також помітно посилити опір виходу дислокацій може відмінність параметрів ґратки та підложки, характер кристалічної структури та інше.

В концепції викладеного вище можливість впливати на рух дислокацій та чинити опір їх виходу дає шарувата структура покриття. Це обумовлено створенням потенціальних бар'єрів на шляху руху дефектів кристалічної ґратки. На основі аналізу зміни дислокаційної структури при зовнішньому терті можна припустити, що сила тертя пов'язана зі змінами дислокаційної структури, які виникають на поверхнях тертя. При цьому зовнішня робота при терті відповідає внутрішній роботі по зміні дислокаційної структури. Таким чином, роботу тертя деталей можна частково перевести в роботу шарів.

Зауважимо, що однозначних оцінок і залежностей тертя від дислокаційної структури на даний час немає. Це пояснюється неможливістю точного експериментального визначення істинної густини дислокацій в момент контактної взаємодії. Однозначно можна лише зазначити, що затрати енергії при терті не визначаються лише дислокаційними процесами в поверхневих шарах. При терті зона пластичної деформації не обмежується поверхневими нерівностями, а йде на глибину покриття. При цьому поверхневий шар покриття може мати невелику густину дислокацій. При ковзанні дислокації накопичуються на деякій відстані від поверхні, що приводить до виникнення мікропустот в шарі з підвищеною густиною дислокацій. Виникнення пустот інтенсифікується. З часом мікропустоти коалесцирують шляхом зростання або зрушення матеріалу, що приводить до виникнення тріщин, паралельних поверхні зносу. Коли тріщини досягають критичної довжини, матеріал між тріщиною і поверхнею витягується в тонку пластину і відшаровується. Взаємодія поверхонь при терті твердих тіл приводе до упругопластичних деформацій поверхневих

шарів, які можуть досягати граничних значень, змінюючи фізичні та механічні властивості матеріалів, їх структуру та характер протікання процесів.

Впливати на структуру шарів відновлювальних покриттів в залежності від методу їх нанесення можна за допомогою використання різних матеріалів або змінюючи режими технологічного процесу, або комбінуючи обидва варіанти. Оскільки найбільш поширеними відновлювальними технологіями є наплавка, газотермічне наплення та електролітичні методи, то, на наш погляд, доцільно на ці технології звернути найбільшу увагу. Нанесення шаруватих покриттів дає можливість отримувати нові механічні властивості відновлених деталей з точки зору зростання їх ресурсу. Наприклад, наші дослідження показали, що нанесення шарів наплавкою в такій послідовності: дріт Св08Г2С (перший шар, накладається на поверхню деталі), дріт 30ХГСА (другий шар), дріт 65Г (третій шар, умовно «робочий» – безпосередньо контактує з контртілом) приблизно на 12...16 % зменшує зношення покриття. Наведений приклад в найбільшому ступені стосується відновлення зношених поверхонь хвостовика автозчеплення та його «контртіла» – упорної плити. Враховуючи, що зноси вказаних деталей досягають 12 мм, а в окремих випадках і 20 мм, то наплавлення за запропонованою технологією є доцільним. Застосування розробленої технології отримання шарових покриттів дозволяє стримувати зростання, вільне переміщення та об'єднання дефектів і таким чином значно зменшити зношення деталей.

БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Трефилов В. И. Физические основы прочности тугоплавких металлов / В. И. Трефилов, Ю. В. Мильман, С. А. Фирстов. – К.: Наукова думка, 1975. – 315 с.
2. Рыбакова Л. М. Структура и износостойкость металла / Л. М. Рыбакова, Л. И. Куксенова. – М.: Машиностроение, 1982. – 212 с.
3. Ройтбурд А. Л. К исследованию микронапряжений в поликристаллах / А. Л. Ройтбурд, В. П. Рутберг, М. П. Усиков, Л. М. Утевский. – Физика твердого тела, 1964. Т. 6. С. 321.
4. Громаковский Д. Г. Идентификация физической модели износа, описанной уравнениями математической физики. / Д. Г. Громаковский, А. И. Лашманов, Б. А. Романчев // Тезисы докладов VIII Всесоюзной конференции по физике прочности и пластичности металлов и сплавов. – Куйбышев, 1976. С. 9.

Надійшла до редколегії 19.09.2007.

ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗДЕЛЕНИЙ ОТЦЕПОВ СОСТАВА НА СТРЕЛКАХ

Розроблено методику розрахунку ймовірностей розділення на стрілками несуміжних відцепів состава; виконані дослідження зв'язку цих ймовірностей з параметрами составів та з конструкцією гіркової горловини сортувального парку.

Разработана методика расчета вероятностей разделения на стрелках несмежных отцепов состава; выполнены исследования связи этих вероятностей с параметрами составов и с конструкцией горочной горловины сортировочного парка.

The method of calculation of probabilities of discontinuous cuts' divisions on the switch points is developed. The researches as for connection these probabilities with the parameters of the trains are executed. The researches also tackle the problem of the connection between the above mentioned probabilities and the construction of the hump neck.

Одной из основных проблем регулирования скорости скатывания отцепов с горки является обеспечение необходимых интервалов между ними на разделительных стрелках. При этом выбор режимов торможения определяется как параметрами скатывающихся отцепов состава, так и последовательностью номеров стрелок их разделения. Так, практически во всех системах автоматизации сортировочного процесса [1] выбор режимов роспуска составов и скатывания отцепов осуществляется с учетом координат стрелок разделения, которые, в свою очередь, определяются маршрутами скатывания смежных отцепов состава.

При решении задач оптимизации регулирования скорости отцепов с горки обычно рассматриваются интервалы на разделительных стрелках только между смежными отцепами состава (см., например, [2]).

Оценка технико-эксплуатационных параметров сортировочных горок теоретическими методами осуществляется на основе исследований процесса скатывания расчетной группы из трех отцепов; при этом рассматриваются разделения на стрелках только смежных отцепов группы.

Частота разделения отцепов расформируемых составов на отдельных стрелочных позициях горки зависит от специализации сортировочных путей. В [3] предложена методика поиска оптимальной специализации путей сортировочного парка, которая обеспечивает преимущественное разделение скатывающихся отцепов на головных и пучковых стрелках; при этом и в данной работе учитываются разделения только смежных отцепов.

Таким образом, как показывает анализ научных работ, в настоящее время при исследованиях сортировочного процесса рассматриваются условия разделения только смежных отцепов состава (расчетной группы). Между тем, как показали исследования, в процессах разделения на стрелках участвуют не только смежные отцепы состава, но также и отцепы, разделенные в составе одним или несколькими другими отцепами (несмежные отцепы). При этом установлено, что условия разделения несмежных отцепов оказывают не меньшее влияние на качество сортировочного процесса, чем обычно контролируемые условия разделения смежных отцепов состава. Вот почему возникла необходимость определения и анализа вероятностей разделения на стрелках несмежных отцепов состава. Знание указанных вероятностей необходимо для определения режимов работы тормозных позиций на горках, для расчета производительности последних, а также для выбора рациональной специализации путей в сортировочных парках. В этой связи в данной статье поставлены задачи разработки методики расчета вероятностей разделения несмежных отцепов состава на стрелках сортировочной горки, а также исследования их связи с параметрами составов и конструкцией горочной горловины.

Для доказательства необходимости учета вторичных разделений отцепов на стрелках были выполнены исследования процесса роспуска составов на имитационной модели. В результате исследований было установлено, что при определенных режимах торможения интервалы на разделительных стрелках между отдельными несмежными

отцепами могут оказаться меньше допустимых.

Для иллюстрации рассмотрим группу из 3-х отцепов, в которой имеет место указанное разделение. В данной группе кроме двух разделений на стрелках смежных отцепов (отцепов 1 и 2 на стрелке δ_{12} , а также отцепов 2 и 3 на стрелке δ_{23}) происходит также разделение первого и третьего отцепов на некоторой стрелке δ_{13} . Это разделение будет иметь место, если первая и вторая пары отцепов группы разделяются на одной и той же стрелке ($\delta_{12} = \delta_{23} = \delta$); при этом указанная стрелка δ не должна быть последней на пути скатывания, а первый и третий отцепы должны следовать на разные пути.

Очевидно, что начальный интервал на вершине горки между первым и третьим отцепами существенно больше, чем интервалы в парах 1-2 и 2-3, что улучшает условия разделения указанных отцепов. Тем не менее, при определении режимов торможения отцепов группы необходимо учитывать и контролировать условия разделения несмежных отцепов 1 и 3. В подтверждение справедливости данного требования на рис. 1, а, б приведены результаты моделирования скатывания группы из трех отцепов ОХ-ОХ-ОП, следующих, соответственно, на пути 1, 9 и 2 сортировочного парка (стрелки разделения $\delta_{12} = 2$, $\delta_{23} = 2$, $\delta_{13} = 5$) при определенных режимах торможения.

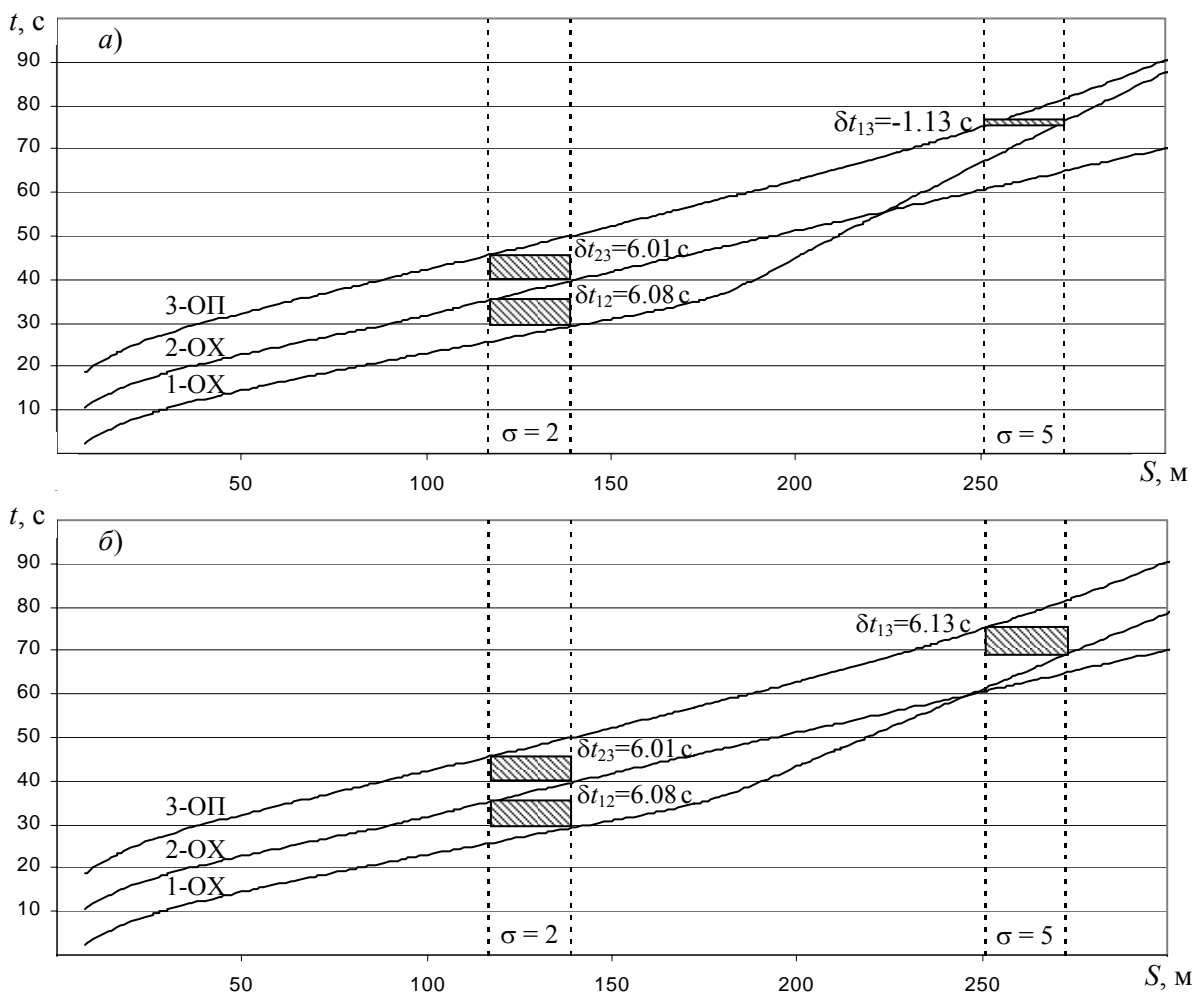


Рис. 1. Графики времени скатывания отцепов расчетной группы при различных режимах торможения первого отцепа: а – без учета разделения несмежных отцепов 1 и 3; б – с учетом разделения отцепов 1 и 3

Как видно из рис. 1, а, и первая и вторая пары отцепов группы успешно разделяются на 2-й стрелке ($\delta t_{12} = 6,08$ с, $\delta t_{23} = 6,01$ с); в то же время третий отцеп нагоняет первый на 5-й стрелке ($\delta t_{13} = -1,13$ с), на которой они должны были разделиться. Данная ситуация возникла из-

за неудачного выбора режимов торможения отцепов группы, который был сделан без учета разделения несмежных отцепов. Если же изменить режим скатывания первого отцепа группы, уменьшив торможение на средней тормозной позиции горки, то можно обеспечить его разде-

ление с третьим отцепом на стрелке 5 (см. рис. 1, б). Очевидно, что за счет ускорения скатывания первого отцепа группы и некоторого ухудшения условий его разделения с предыдущим отцепом удалось обеспечить достаточный интервал ($\delta t_{13} = 6,13$ с) на 5-й стрелке при разделении с несмежным третьим отцепом.

Таким образом, данный пример свидетельствует о необходимости учета вторичных разделений отцепов при определении режимов торможения отцепов состава.

Методику расчета вероятностей разделения несмежных отцепов состава на стрелках сортировочной горки рассмотрим вначале на элементарной группе из трех отцепов. Для определения вероятности разделения на некоторой стрелке σ_{13} первого и третьего отцепов группы рассмотрим следующие случайные события:

$A_{1л}, A_{1п}$ – первый отцеп на данной стрелке отклоняется, соответственно, влево и вправо;

$A_{3л}, A_{3п}$ – третий отцеп на данной стрелке отклоняется, соответственно, влево и вправо;

\bar{A}_2 – второй отцеп при скатывании не следует данную стрелку.

Тогда сложное событие, состоящее в том, что первый и третий отцепы группы разделяются на стрелке σ_{13} , можно записать как

$$C = A_{1л} \cdot \bar{A}_2 \cdot A_{3п} + A_{1п} \cdot \bar{A}_2 \cdot A_{3л} \quad (1)$$

Учитывая, что слагаемые в данном выражении представляют собой несовместные события, вероятность события C можно найти как сумму их вероятностей:

$$P(C) = P(A_{1л} \cdot \bar{A}_2 \cdot A_{3п}) + P(A_{1п} \cdot \bar{A}_2 \cdot A_{3л}) \quad (2)$$

События, входящие в данное выражение, также являются сложными; их можно представить в виде определенной суммы несовместных событий A_{ij} , состоящих в том, что i -й отцеп следует на j -й путь. Например, событие $A_{1л}$ является суммой несовместных событий, состоящих в том, что 1-й отцеп следует на один из путей $m_{л}$:

$$A_{1л} = \sum_{m_{л}} A_{1j}, \quad j = w, \dots, w + m_{л} - 1,$$

где $w, \dots, w + m_{л} - 1$ являются номерами путей, следуя на которые отцеп должен отклониться на данной стрелке влево.

Вероятности отклонения i -го отцепа на некоторой стрелке σ влево и вправо можно найти, используя теорему сложения вероятностей:

$$P(A_{iл}) = P\left(\sum_{m_{л}} A_{ij}\right) = \sum_{m_{л}} P(A_{ij}), j = w, \dots, w + m_{л} - 1$$

$$P(A_{iп}) = P\left(\sum_{m_{п}} A_{ij}\right) = \sum_{m_{п}} P(A_{ij}), j = w, \dots, w + m_{п} - 1$$

Вероятности элементарных событий $P(A_{ij})$ можно оценить по частоте поступления отцепов на соответствующие пути:

$$P^*(A_{ij}) = \frac{Z_j}{Z},$$

где Z_j – число отцепов в некоторой выборке, следующих на j -й путь сортировочного парка; Z – объем выборки.

Если принять, что распределение отцепов по M путям сортировочного парка равномерно, то выражения для указанных вероятностей упрощаются:

$$P(A_{iл}) = \frac{m_{л}(\sigma)}{M}, \quad P(A_{iп}) = \frac{m_{п}(\sigma)}{M},$$

где $m_{л}(\sigma), m_{п}(\sigma)$ – число путей сортировочного парка, на которые i -й отцеп может проследовать, отклоняясь на стрелке σ , соответственно, влево и вправо (рис. 2).

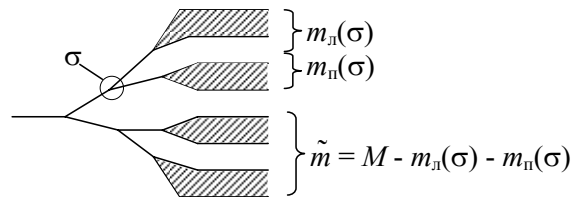


Рис. 2. Схема определения вероятности вторичного разделения крайних отцепов группы на стрелке σ

Как было показано в [4], события, входящие в (1), не являются независимыми. Действительно, если i -й отцеп состава следует на j -й путь, то $(i+1)$ -й отцеп может следовать на любой путь, кроме j -го. Тогда вероятности произведений событий (2) можно найти как

$$P(A_{1л} \cdot \bar{A}_2 \cdot A_{3п}) = P(A_{1л}) \cdot P(\bar{A}_2 | A_{1л}) \cdot P(A_{3п} | A_{1л}, \bar{A}_2)$$

,

$$P(A_{1п} \cdot \bar{A}_2 \cdot A_{3л}) = P(A_{1п}) \cdot P(\bar{A}_2 | A_{1п}) \cdot P(A_{3л} | A_{1п}, \bar{A}_2)$$

.

Условные вероятности событий в данных выражениях вычисляются при условии, что все предыдущие события имели место:

$$P(\bar{A}_2 | A_{1n}) = P(\bar{A}_2 | A_{1n}) = \frac{M - m_n(\sigma) - m_n(\sigma)}{M - 1},$$

$$P(A_{3n} | A_{1n}, \bar{A}_2) = \frac{m_n(\sigma)}{M - 1},$$

$$P(A_{3n} | A_{1n}, \bar{A}_2) = \frac{m_n(\sigma)}{M - 1}.$$

Тогда в окончательном виде вероятность $P(\sigma)$ события C (1), состоящего в том, что в группе из 3-х отцепов будет иметь место разделение 1-го и 3-го отцепов на стрелке σ можно записать как:

$$P_{13}(\sigma) = \frac{2m_n(\sigma) \cdot m_n(\sigma) \cdot (M - m_n(\sigma) - m_n(\sigma))}{M(M - 1)^2}. \quad (3)$$

С помощью полученного выражения были определены вероятности деления на стрелках первого и третьего отцепов группы для сортировочных парков из 4, 8, 16 и 32 путей. В табл. 1 приведены указанные вероятности, определенные для всех стрелочных позиций сортировочного парка путем суммирования значений $P(\sigma)$, которые получены с помощью (3) для всех стрелок, принадлежащих данной позиции.

Таблица 1

Вероятности вторичных разделений на стрелках в группе из 3-х отцепов

Число путей M в парке	Номер стрелочной позиции				P	r_3
	2	3	4	5		
4	0,222	-	-	-	0,222	1,111
8	0,163	0,122	-	-	0,285	1,142
16	0,142	0,107	0,062	-	0,311	1,156
32	0,133	0,100	0,058	0,031	0,322	1,161

Как видно из приведенной таблицы, вторичные разделения в тройке отцепов встречаются достаточно часто (в каждой третьей выбранной случайным образом группе). При этом вероятность вторичных разделений экспоненциально возрастает по мере увеличения числа путей в сортировочном парке (рис. 3).

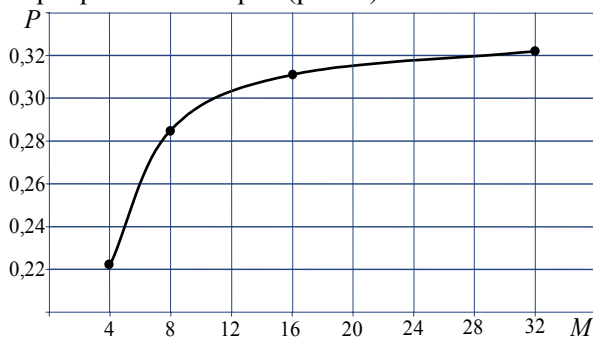


Рис. 3. Зависимость вероятности вторичных разделений в группе из трех отцепов от числа путей в сортировочном парке

Полученное выражение (3) может быть модифицировано для определения вероятности деления любой пары несмежных отцепов состава $(i, i+k)$, $k > 1$, на некоторой стрелке σ . Для того чтобы указанное деление состоялось, необходимо, чтобы i -й и $(i+k)$ -й отцепы проследовали стрелку σ в разных направлениях; при этом все отцепы с $(i+1)$ -го по $(i+k-1)$ -й не должны следовать через эту стрелку. Тогда указанную вероятность можно определить как

$$P_{i,i+k}(\sigma) = \frac{2m_n(\sigma) \cdot m_n(\sigma) \cdot (M - m_n(\sigma) - m_n(\sigma))^{k-1}}{M(M - 1)^k}. \quad (4)$$

Очевидно, что (3) является частным случаем данного выражения, которое позволяет найти вероятность деления на стрелке σ любой пары отцепов состава, в том числе смежных (при $k=1$).

Представляет интерес характер изменения вероятности $P_{i,i+k}(\sigma)$ при увеличении расстояния между отцепами (параметр k). Как показывает анализ выражения (4), указанная вероятность максимальна для смежных отцепов (при $k=1$) и убывает по мере удаления отцепов состава друг от друга и, соответственно, увеличения k (см. рис. 4). При этом скорость изменения вероятности $P_{i,i+k}(\sigma)$ существенно зависит от номера разделительной стрелки σ . Для головных стрелок $\delta=2$ величина $P(\delta)$ резко уменьшается с ростом k . По мере роста σ степень указанной зависимости уменьшается, так что для последних стрелок пучков ($\delta=5$) значение $P(\delta)$ практически не изменяется с увеличением k (см. рис. 4).

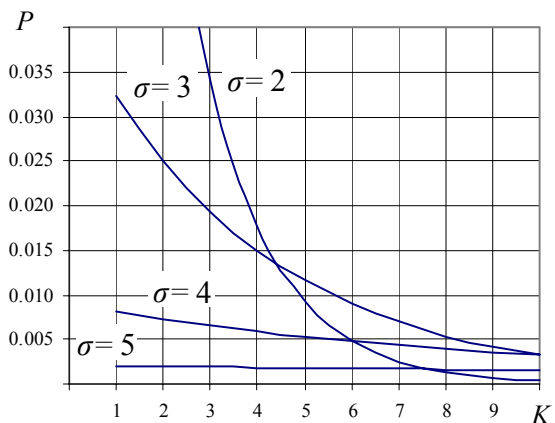


Рис. 4. Зависимости вероятности разделения пары

отцепов на стрелке σ от их размещения в составе

Для решения различных практических задач, например, для выбора рациональной специализации путей сортировочного парка, представляет интерес оценка общего числа разделений отцепов R_n в расформируемых составах из n отцепов. Для получения указанной оценки рассмотрим первоначально элементарную группу из 3-х отцепов ($n = 3$). Очевидно, что в данной группе имеют место 2 разделения смежных отцепов, а также с вероятностью P (см. табл. 1) может происходить разделение крайних отцепов 1 и 3. Следовательно, в группе может быть 2 разделения с вероятностью $1-P$ и 3 разделения с вероятностью P . Тогда очевидно, что математическое ожидание числа разделений в группе из 3-х отцепов при их равномерном распределении по путям сортировочного парка можно определить как

$$M[R_3] = 2(1 - P) + 3P = 2 + P.$$

Для удобства сравнения числа разделений в составах с разным числом отцепов целесообразно найти их среднее число r_n , приходящееся на одну пару смежных отцепов состава:

$$r_n = \frac{M[R_n]}{n-1}.$$

Очевидно, что для группы из трех отцепов указанная величина будет равна $r_3 = 1 + P/2$; значения r_3 для сортировочных парков с различным числом путей приведены в табл. 1.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о необходимости учета вторичных разделений отцепов состава при исследованиях сортировочного процесса на горках.

Анализ разделений отцепов на стрелках с использованием вероятностного подхода позволил получить аналитические выражения для

определения вероятности разделения на некоторой стрелке произвольной пары отцепов состава, а также для расчета среднего числа разделений в составе, приходящееся на одну пару смежных отцепов.

В результате анализа полученных выражений установлено, что с ростом числа отцепов увеличивается сложность аналитического расчета указанных параметров. В этой связи в дальнейшем необходимо разработать методику статистической оценки частоты разделений отцепов для произвольных составов и конструкций сортировочных горок. Данная методика необходима как для выбора рациональной специализации путей сортировочных парков, так и для определения режимов интервального регулирования скорости скатывания отцепов при роспуске составов на горках.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Модин Н. К. Механизация и автоматизация станционных процессов. – М.: Транспорт, 1985. – 224 с.
2. Муха Ю. А. Автоматизация и механизация переработки вагонов на станциях / Ю. А. Муха, И. В. Харланович, В. П. Шейкин и др. – М.: Транспорт, 1985. – 248 с.
3. Явна А. А. Методика специализации путей подгорочного парка / А. А. Явна, В. Н. Иванченко, Л. В. Пальчик, А. Г. Кулькин // Вестник ВНИИЖТа. – 1980. – №2. – с. 9 – 15.
4. Бобровский В. И. Определение вероятностей разделения отцепов на стрелках сортировочной горки // Вопросы механизации и автоматизации сортировочного процесса на станциях: Тр. ДИИТа. – Вып. 181/10. – Д. – 1976. – С. 56 – 63.

Надійшла до редколегії 20.07.2007.

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ПОЇЗНИХ ДИСПЕТЧЕРІВ

Виконано дослідження показників роботи поїзних диспетчерів. Визначені характеристики розподілу випадкової величин показників.

Выполнены исследования показателей работы поездных диспетчеров. Определены характеристики распределения случайной величины показателей.

There has been executed the research of the significants of the train dispatchers' work. There has also been defined the characteristics of the random value distribution of the above significants.

Одним з найбільш складних процесів на залізничному транспорті є організація роботи залізничних ліній та станцій. Керування рухом поїздів на ділянці відповідно до [1] покладено на поїзного диспетчера (ДНЦ), який відповідає за виконання графіку руху поїздів на ділянці, яку він обслуговує. Від якості роботи диспетчера суттєво залежать показники виконання графіку руху поїздів.

З появою нових інформаційних технологій ведуться роботи по автоматизації розв'язання задач оперативного управління рухом поїздів [2-4]. На сьогоднішній день вирішити ці задачі в автоматичному режимі не виявилось можливим. Тому створені програмні комплекси працюють на основі принципу підтримки прийняття рішень, а ключову роль все одно виконують диспетчери. Отже, проблема підготовки диспетчерів є актуальною і на сьогоднішній день.

При підготовці та під час роботи оперативного-диспетчерського персоналу виникає необхідність оцінювання якості виконаної роботи. На Укрзалізниці оцінка виконується за кількісними та якісними показниками. Оскільки функціонування залізничних ділянок проходить в умовах дії великої кількості випадкових факторів, тому і показники їх роботи є випадковими величинами. Для визначення впливу ДНЦ на ці показники виконано статистичний аналіз звітних даних Криворізької дирекції Придніпровської залізниці. Аналіз роботи виконано по семи показниках графіку руху поїздів:

– здавання вагонів

$$U_{зд} = \sum_{зд1...i} U_{зд1...i} = U_{зда} + U_{зdB} + U_{зdi};$$

$$U_{зд} = U_{зд}^{нав} + U_{зд}^{пор};$$

де $U_{зdi}$ – кількість зданих вагонів на i -му пункті;

$U_{зд}^{нав}$, $U_{зд}^{пор}$ – кількість зданих навантажених та порожніх вагонів відповідно;

– обіг вагонів

$$\vartheta = \frac{1}{24} \left(\frac{L}{V_d} + K_m t_{вант} + \frac{L}{l_{тех}} t_{тех} \right);$$

де L – повний рейс;

V_d – дільнична швидкість;

K_m – коефіцієнт місцевої роботи;

$t_{вант}$ – простій вагона під однією вантажною операцією;

$l_{тех}$ – вагонне плече;

$t_{тех}$ – простій транзитного вагона на технічних станціях;

– навантаження вагонів

$$U_n = \sum U_{1+...+n} = U_1 + U_2 + \dots + U_n;$$

де $\sum U_{1+...+n}$ – сума навантажених станціями вагонів;

U_i – навантаження вагонів на i -ій станції;

$$V_d = \frac{\sum NL}{\sum Nt};$$

де $\sum NL$ – поїздо-кілометри пробігу поїздів;

$\sum Nt$ – поїздо-години пробігу;

– середня маса поїзда

$$Q_{бр} = \frac{\sum Q_{бр} L_l}{\sum NL} = \frac{\sum Q_{бр} L_l}{\sum MS_l^{лін}};$$

де $\sum Q_{бр} L_l$ – тонно-кілометри брутто;

$\sum NL$ – поїздо-кілометри;

$\sum MS_l^{лін}$ – локомотиво-кілометри в голові поїздів;

– середньодобова продуктивність локомотива

$$W_l = \frac{\sum Q_{бр} L_l}{M_{ек}};$$

де $M_{ек}$ – експлуатований парк локомотивів;

– середній простій транзитного вагона на одній технічній станції

$$t_{\text{тех}} = \frac{\sum n_{\text{тр}}^{\text{від}} t_{\text{тр}}}{\sum n_{\text{тр}}^{\text{від}}}$$

де $\sum n_{\text{тр}}^{\text{від}} t_{\text{тр}}$ – вагоно-години простою транзитних вагонів;

$\sum n_{\text{тр}}^{\text{від}}$ – кількість відправлених транзитних вагонів.

В результаті статистичної обробки звітних даних по дирекції отримані розподілення випа-

дкової величини показників роботи двох диспетчерів. На рис. 1 представлено функції розподілення випадкової величини маси сформованих поїздів. Встановлено, що їх розподілення за нормальним законом.

Багатокутники розподілу випадкової величини дільничної швидкості поїздів на диспетчерській ділянці при роботі двох диспетчерів представлені на рис. 2.

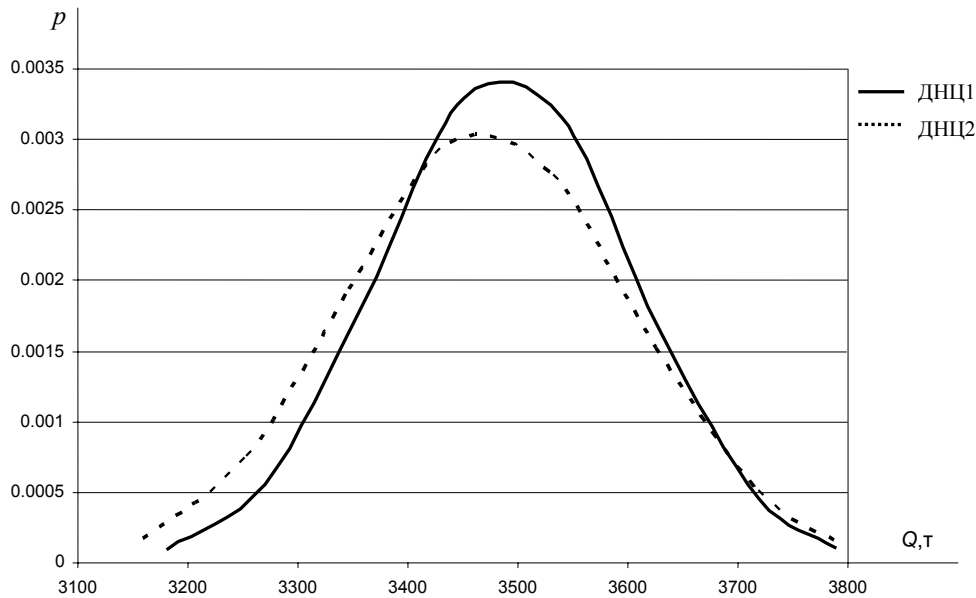


Рис. 1. Функції розподілу випадкової величини маси поїздів, що сформовані на диспетчерській ділянці при роботі двох диспетчерів

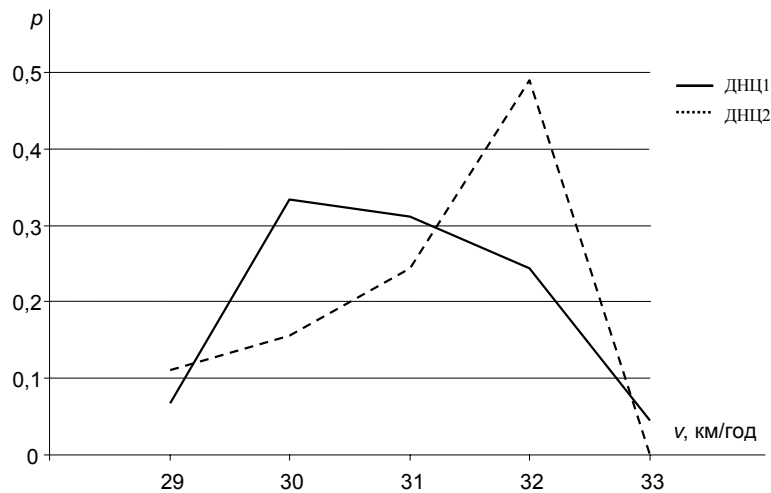


Рис. 2. Багатокутник розподілення випадкової величини дільничної швидкості поїздів на диспетчерській ділянці при роботі двох диспетчерів

За допомогою критерія Уїлксона проведено порівняння показників роботи двох ДНЦ. Виявлено, що вибірки за такими показниками, як добова здача вагонів, добове навантаження, середня вага поїзда, відносяться до однієї гене-

ральної сукупності. Це пояснюється тим, що відділом перевезень ведеться жорсткий контроль за виконанням кількісних показників.

Інша ситуація спостерігається з виконанням якісних показників. Обороти вагону, дільнична

швидкість, середньодобова продуктивність локомотива, середній простій одного вагона на одній технічній станції – всі ці показники суттєво відрізняються при роботі різних ДНЦ.

У табл. 1 наведені значення математичних очікувань та дисперсій вищевказаних показни-

ків. Так, наприклад, при практично однаковому значенні математичного очікування дільничної швидкості (30,54 та 31,11 км/год) у двох диспетчерів суттєво відрізняється дисперсія цього показника (10,41 та 1,08 (км/год)²).

Таблиця 1

Статистичні параметри показників роботи двох диспетчерів			
Показник		ДНЦ 1	ДНЦ 2
здавання вагонів, $U_{зд}$	математичне очікування, ваг	7277	7376
	дисперсія, ваг ²	687482	507175
обіг вагонів, ϑ	математичне очікування, діб	1,556	1,538
	дисперсія, діб ²	0,007	0,008
навантаження вагонів, U_n	математичне очікування, ваг	2905	2843
	дисперсія, ваг ²	39963	49336
дільнична швидкість, V_d	математичне очікування, км/год	30,54	31,11
	дисперсія, км/год ²	10,41	1,08
маса сформованих поїздів, $Q_{бр}$	математичне очікування, т	3489	3471
	дисперсія, т ²	13094	16903
середньодобова продуктивність локомотива, W_l	математичне очікування, ткм	982,47	940,4
	дисперсія, (ткм) ²	5277	7152
середній простій транзитного вагона на одній технічній станції, $t_{тех}$	математичне очікування, год	4,70	4,69
	дисперсія, год ²	0,357	0,295

Отже, робота диспетчерського апарату суттєво впливає на якісні показники роботи залізничних ділянок. Одним з найефективніших способів підготовки оперативно-диспетчерського персоналу є комп'ютерні тренажери, що дозволяють імітувати роботу окремих підсистем залізничного транспорту. На їх основі можна проводити навчання не тільки працівників-початківців, а й підвищувати кваліфікацію досвідченого персоналу.

Тренажер повинен дозволити працювати диспетчеру як у нормальних умовах роботи, так і в умовах обмеження швидкості поїздів, закриття окремих головних колій двоколієних перегонів чи стрілочних переводів станцій, при управлінні рухом поїздів по телефонним засобам зв'язку і т. ін.

Таким чином, створення комп'ютерних тренажерів ДНЦ дозволить проводити навчання оперативно-диспетчерського персоналу та підвищити кваліфікацію працівників при виникненні нестандартних ситуацій на диспетчерських ділянках.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Інструкція з руху поїздів та маневрової роботи.
2. International Railway Journal, № 6. 2002.
3. International Railway Journal, № 4,10. 1991.
4. Левин Д. Ю. Оптимизация потоков поездов. – М.: Транспорт, 1998. – 175 с.

Надійшла до редколегії 24.07.2007.

ЧАСТНОЕ РЕШЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ БУНКЕРОВ И СИЛОСОВ

В роботі представлені аналітичні рішення, що дозволяють оптимізувати зовнішню геометричну форму бункерних і силосних ємностей для сипучих матеріалів за критерієм мінімуму маси споруди. Розглянуто частковий випадок двоступеневої конструкції з вертикальною верхньою частиною. Використано метод зведення до задачі з одним невідомим. Приведене рішення співставляється із рішенням, отриманим автором методом невизначених множників Лагранжа.

В работе представлены аналитические решения, позволяющие оптимизировать внешнюю геометрическую форму бункерных и силосных емкостей для сыпучих материалов по критерию минимума массы сооружения. Рассмотрен частный случай двухступенчатой конструкции с вертикальной верхней частью. Использован метод сведения к задаче с одним неизвестным. Приведенные решения сопоставляются с решениями, полученными автором методом неопределенных множителей Лагранжа.

In the paper analytical solutions for optimization of external geometrical shape according to criteria of mass-minimum of bunker and silo capacities for granular materials are presented. The special case of two-parted construction with the vertical upper part was considered. The method of transformation to the problem with one unknown symbol was used. The given solutions are compared with solutions, which were obtained by the author according to the Lagrange method of uncertain multiplies.

1. Применяемые геометрические формы бункеров и силосов

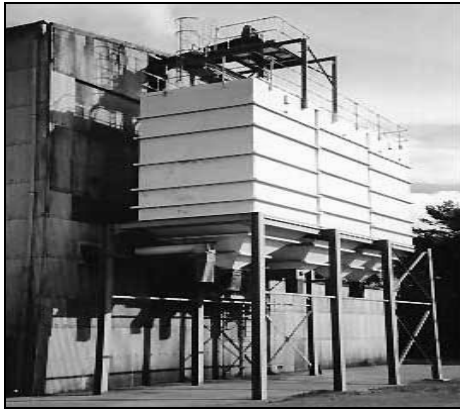
Бункерные и силосные конструкции (сокращенно – бункера и силосы, соответственно) являются в настоящее время двумя разновидностями листовых сооружений, предназначенных для выполнения технологических операций по временному или длительному хранению различных типов сыпучих веществ. Такие конструкции относятся к классу емкостных, поскольку представляют собой сосуды, заполняемые хранимым содержимым.

Номенклатура современных сыпучих материалов, применяемых в различных отраслях промышленности, сельского хозяйства и на транспорте, насчитывает сотни их типов. Несмотря на это, в конструктивном отношении бункера и силосы не отличаются большим разнообразием и внешне достаточно схожи между собой. Во многих случаях они состоят из двух частей. Верхняя часть, называемая вертикальной, поскольку геометрически представляет собой сосуд с вертикальными стенками, предназначена для накопления необходимого объема хранимого сыпучего материала. Нижняя часть, называемая воронкообразной частью (сокращенно – воронкой или течкой), поскольку образована наклонными стенками, предназначена для самотечной выгрузки этого материала из сооружения.

К настоящему времени различие между силосом и бункером, согласно стандарту [1] и укоренившейся в специальной литературе традиции [2; 3], сводится к различию в высоте вертикальной части. При этом используются несколько различных количественных критериев (подробно проанализировано в монографии [4]), приводящие, впрочем, к близким результатам. В связи с этим бункера принято проектировать с невысокой вертикальной частью, а силосы, наоборот, имеют ее достаточно развитую по высоте. При этом бункера, равно как и силосы, чаще всего проектируют либо прямоугольного в плане очертания, либо круглого. В первом случае, такие бункера называют пирамидально-призматическими, а во втором случае – конусно-цилиндрическими. Силосы же аналогичных специальных терминов не имеют.

На рис. 1 приведены четыре основных геометрических формы емкостных конструкций для сыпучих материалов, сложившихся в отечественной практике к настоящему времени. Они являются достаточно стандартными независимо от материала, из которого изготавливается сооружение.

Заметим, что ситуация с геометрической формой емкостных конструкций в зарубежной проектной практике приблизительно аналогична [5; 6]. Однако применяемая терминология несколько отличается от отечественной. В частности, как бункера (англ. bunker), так и силосы.



а



б



в



г

Рис. 1. Современные геометрические формы бункеров и силосов:
а – прямоугольный силос; *б* – круглый силос; *в* – пирамидально-призматический бункер;
г – конусно-цилиндрический бункер

(англ. silos) называют единым англоязычным термином – bin, что в переводе на русский язык приблизительно следует понимать, как «емкость для сыпучих материалов»¹. Каких-либо иных специальных терминов, подчеркивающих геометрические особенности внешней формы той или иной разновидности емкостных конструкций, употреблять не принято

2. Какая же форма является наиболее экономичной

Такой вопрос будет являться закономерным, если попытаться проанализировать приведенные на рис. 1 современные наиболее часто применяемые геометрические формы емкостных конструкций для сыпучих материалов с точки зрения расхода стали (или любого иного материала, из которого может быть изготовлена подобная емкость, например, железобетона).

Сформулированный вопрос, фактически, может быть разделен на два самостоятельных отдельных вопроса. Во-первых, какая форма, круглая или прямоугольная, является более

предпочтительной? И, во-вторых, что более рационально, проектировать емкость меньшего размера в плане, но с высокой вертикальной частью или невысокую емкость равного объема, но занимающую бóльшую площадь?

Скажем заранее, что однозначного окончательного ответа на оба эти вопроса автор привести не может. Все дело в том, какие именно факторы включаются в оценку экономичности конструкции. В наиболее полном их списке можно указать стоимость земли, на которой предполагается эксплуатация сооружений, стоимость материалов и их доставки, трудоемкость и, соответственно, стоимость изготовления конструкции той или иной формы, массу конструкции, зависящую как от внешней геометрической формы, так и от специфики загружаемого сыпучего материала, эксплуатационные расходы, связанные как с общим уровнем надежности конструкции (частота выполнения ремонтных работ), так и опять же, с геометрической формой конструкции (например, площадью конструкции, которую необходимо подвергать антикоррозионной защите)... Автор, не берется продолжать данный список, не ставя перед собой такой задачи.

¹ Приведена авторская трактовка переводимого термина.

Отметим, что подобные экономические модели возможно найти в работах известного специалиста Я. М. Лихтарникова (см., например, [7]). Однако все они были разработаны для иных социально-экономических условий ведения народного хозяйства и к современным рыночным отношениям вряд ли приложимы.

Исходя из вышесказанного, автором в качестве критерия для сравнения экономичности внешней геометрической формы емкостей был выбран единственный и достаточно простой критерий - масса сооружения, причем определяемая без учета влияния сыпучего материала.

Такой подход на первый взгляд может показаться чрезмерно упрощенным, однако, подобная количественная оценка вполне может быть включена как составной элемент в экономическую оценку более сложного типа, уже с учетом ряда иных факторов. Поэтому, практическая ценность рассматриваемого автором подхода все-таки достаточно значительная.

В рассмотренной постановке сформулированная задача уже рассматривалась автором ранее [8]. В этой же работе приводится и короткий исторический обзор имеющихся подходов к ее разрешению, который автор не считает целесообразным повторно приводить в настоящей публикации. В работе [8] приведено также и аналитическое решение, полученное автором на основе разработанной им общей математической модели для оптимизации внешней геометрической формы емкостных конструкций. При этом использовался метод неопределенных множителей Лагранжа, позволяющий находить требуемое решение для задачи со многими переменными (емкости со многими функциональными частями).

В рассматриваемом в данной публикации случае емкости состоят из двух частей – вертикальной верхней и наклонной нижней. Поэтому, фактически задача является достаточно несложной с математической точки зрения и представляет собой один из частных случаев, который получается из общего решения по методу Лагранжа. Однако, следуя принципу, изложенному в работе [9] и гласящему: «Важнейшим средством повышения правдоподобия какого-либо утверждения является его повторное независимое получение (рациональное доказательство)» – автор считает целесообразным получить данное решение каким-либо иным методом, что и изложено далее.

Попробуем, однако, рассматривать сформулированную задачу по порядку. В начале данного раздела были поставлены два вопроса, в

ответах на которые автор видит оценку эффективности внешней геометрической формы наиболее распространенных в настоящее время емкостей для сыпучих материалов.

3. Оценка эффективности круглой формы емкости

Начнем с первого вопроса – что экономичнее, круглая или квадратная форма емкости в плане?

Фактически, ответ на данный вопрос известен еще из школьного курса элементарной математики: при равенстве площадей меньший периметр (а именно так звучит математическая формулировка рассматриваемой задачи) будет иметь круг.

Столь простые факты автор не считал бы необходимым излагать в данной публикации, если бы не его стремление к практически важной количественной оценке эффективности различных геометрических форм. Проведем для этого несложные математические преобразования.

Рассмотрим правильный многоугольник с произвольным количеством сторон n , которое в предельном случае может равняться бесконечности, т. е. многоугольник трансформируется в круг. На рис. 2 для определенности приведен восьмиугольник с радиусом вписанной окружности R .

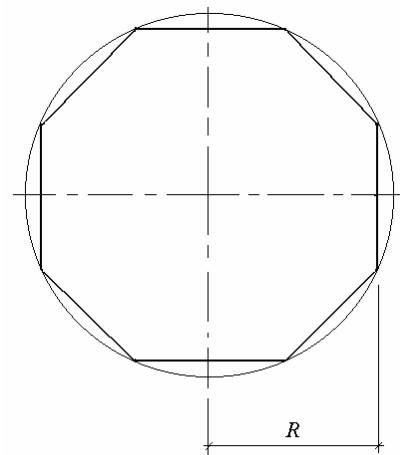


Рис. 2. Правильный восьмиугольник

Площадь A и периметр P правильного многоугольника определяются выражениями (1) и (2), соответственно:

$$A = nR^2 \operatorname{tg} \alpha, \quad (1)$$

$$P = 2nR \operatorname{tg} \alpha. \quad (2)$$

Считая площадь константой при изменении количества сторон многоугольника, выразим из

выражения (1) радиус R и подставим в выражение (2). После преобразований получим функциональную зависимость $P(n)$ в виде выражения (3)

$$P(n) = 2\sqrt{An \operatorname{tg}(\pi/n)}. \quad (3)$$

Для отыскания многоугольника с наименьшим периметром далее необходимо взять первую производную данной функции и приравнять ее нулю. После чего можно будет убедиться в справедливости утверждения о круге, как о фигуре с наименьшим периметром (длиной окружности) при заданной площади.

Однако нас интересует иная сторона вопроса. Найдем отношение периметра многоугольника с произвольным числом сторон P_n к периметру (длине окружности) круга ($n \rightarrow \infty$) P_∞ . Оно представится соотношением (4):

$$\frac{P_n}{P_\infty} = \sqrt{\frac{n \operatorname{tg}(\pi/n)}{\pi}}. \quad (4)$$

Далее несложно для различных значений n из натурального ряда (кроме $n = 2$ для физически не существующего «двухугольника») рассчитать полученное соотношение. Результаты приведены в табл. 1.

Видно, что при $n \geq 6$ различие в длине периметра лежит в пределах практической инженерной точности расчетов в 5 %. Для случая квадратной в плане емкости ($n = 4$) потребуется почти на 13 % больше материала, чем для равной по объему круглой емкости.

Таблица 1

Отношение периметра многоугольника к периметру (длине окружности) круга	
Количество сторон n	Отношение P_n / P_∞
3	1,286
4	1,128
5	1,075
6	1,050
8	1,021
12	1,012
20	1,004

Далее постараемся количественно оценить насколько прямоугольная в плане емкость оказывается более материалоемкой по сравнению с квадратной. Для этого составим выражения для

определения площади A_k и периметра P_k прямоугольника, приняв соотношение между его большей a и меньшей b сторонами равным k . Получим выражения (5) и (6), соответственно:

$$A_k = kb^2, \quad (5)$$

$$P_k = 2(k+1)b. \quad (6)$$

Выражая, как и ранее, из (5) значение стороны b и подставляя в (6), после преобразований получим зависимость (7):

$$P_k(k) = 2\sqrt{A} \frac{1+k}{\sqrt{k}}. \quad (7)$$

Далее, найдем отношение периметра прямоугольника с произвольным соотношением сторон $k \geq 1$ P_k к периметру квадрата P_4 . Оно представится соотношением (8):

$$\frac{P_k}{P_4} = \frac{1+k}{2\sqrt{k}}. \quad (8)$$

В табл. 2 приведены результаты количественного расчета данного соотношения при различных значениях параметра k .

Из таблицы видно, что при $k \leq 2$ различие в длине периметра практически находится в пределах инженерной точности, а при более вытянутой в плане прямоугольной форме емкости – значение монотонно возрастает, но не очень значительно.

Таблица 2

Отношение периметра прямоугольника к периметру квадрата

Параметр k	Отношение P_k/P_4
1,0	1,000
1,2	1,004
1,5	1,021
2,0	1,061
3,0	1,155
5,0	1,342
10,0	1,739

Если сравнить соотношение периметров (а значит и боковых площадей, и масс конструкций) для прямоугольной в плане емкости с отношением сторон 2:1 и круглой емкости, то при равном объеме оно составит, как нетрудно подсчитать, величину равную 1,197. Это означает, что практически в этом случае принимая пря-

моугольную форму емкости взамен круглой в плане мы тратим на 20 % больше материала. Думается, что данная цифра уже заставляет задуматься.

4. Оценка эффективности низкой емкости

Вторым интересующим нас вопросом при оценке экономичности применяемых в настоящее время геометрических форм емкостей является вопрос о целесообразности увеличения высоты их вертикальной части.

Рассмотрим емкость пирамидально-призматической формы (рис. 1,а и 1,в). Ее вертикальное поперечное сечение в одной из плоскостей симметрии представлено на рис. 3.

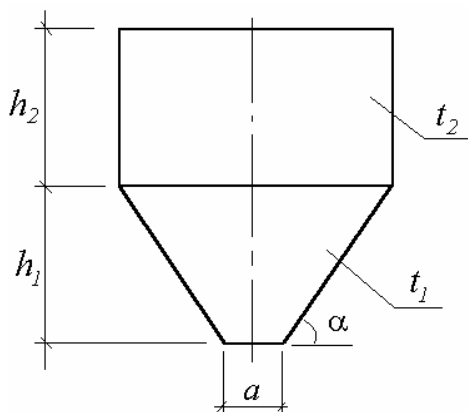


Рис. 3. Вертикальное сечение пирамидально-призматической емкости

Объем такой емкости V можно вычислить как сумму объемов нижней пирамидальной части V_1 и верхней призматической V_2 . Поскольку обе фигуры прямые и правильные, то выражение с учетом обозначений приведенных на рис. 3 примет вид (9):

$$V = V_1 + V_2 = h_1 \left(a^2 + \frac{2ah_1}{\operatorname{tg} \alpha} + \frac{4h_1^2}{3\operatorname{tg}^2 \alpha} \right) + h_2 \left(a + \frac{2h_1}{\operatorname{tg} \alpha} \right)^2. \quad (9)$$

Объем затраченного на емкость материала M будет равен произведению площади боковой поверхности каждой из частей емкости, умноженной на их толщину t_1 или t_2 , и определится выражением (10):

$$M = \frac{4h_1}{\sin \alpha} \left(a + \frac{h_1}{\operatorname{tg} \alpha} \right) t_1 + 4h_2 \left(a + \frac{2h_1}{\operatorname{tg} \alpha} \right) t_2. \quad (10)$$

Математическая формулировка задачи бу-

дет заключаться в отыскании минимума этой функции двух переменных h_1 и h_2 . Для этого используем метод сведения к задаче об исследовании на экстремум функции одной переменной. В данном случае это может быть выполнено достаточно легко.

Выразим из выражения (9) величину h_2 . Получим выражение для отыскания высоты вертикальной части емкости (11):

$$h_2 = \frac{V - h_1 \left(a^2 + \frac{2ah_1}{\operatorname{tg} \alpha} + \frac{4h_1^2}{3\operatorname{tg}^2 \alpha} \right)}{\left(a + \frac{2h_1}{\operatorname{tg} \alpha} \right)^2}. \quad (11)$$

Подставив выражение (11) в выражение (10), получим функцию одной переменной $M(h_1)$ в виде (12):

$$M(h_1) = \frac{4h_1}{\sin \alpha} \left(a + \frac{h_1}{\operatorname{tg} \alpha} \right) t_1 + 4 \frac{V - h_1 \left(a^2 + \frac{2ah_1}{\operatorname{tg} \alpha} + \frac{4h_1^2}{3\operatorname{tg}^2 \alpha} \right)}{\left(a + \frac{2h_1}{\operatorname{tg} \alpha} \right)^2} t_2. \quad (12)$$

Далее, взяв первую производную, выполнив промежуточные преобразования и приравняв ее нулю, получим кубическое уравнение (13).

Выполнив ряд преобразований, данное уравнение может быть приведено к классическому виду (14) с достаточно простыми коэффициентами при неизвестных, но сложным свободным членом.

$$\frac{t_1}{\sin \alpha} \left(a + \frac{2h_1}{\operatorname{tg} \alpha} \right) - t_2 \left(a + \frac{4h_1}{\operatorname{tg} \alpha} \right) - \frac{2t_2 V \operatorname{tg} \alpha}{(a \operatorname{tg} \alpha + 2h_1)^2} + \frac{t_2 \left(12ah_1^2 + 4a^2 h_1 \operatorname{tg} \alpha + \frac{32h_1^3}{3\operatorname{tg} \alpha} \right)}{(a \operatorname{tg} \alpha + 2h_1)^2} = 0. \quad (13)$$

$$h_1^3 + (1,5a \operatorname{tg} \alpha) h_1^2 + (0,75a \operatorname{tg} \alpha) h_1 + \frac{3a^3 \operatorname{tg}^3 \alpha (t_1 - t_2 \sin \alpha)}{8(3t_1 - 2t_2 \sin \alpha)} - \frac{6Vt_2 \operatorname{tg}^2 \alpha \sin \alpha}{8(3t_1 - 2t_2 \sin \alpha)} = 0. \quad (14)$$

Для решения этого уравнения будем использовать формулы Кардано [10]. Коэффициенты «неполного» кубического уравнения определяются выражениями (15) и (16):

$$p = 0, \quad (15)$$

$$q = -\frac{a^3 t_2 \operatorname{tg}^3 \alpha \sin \alpha + 6t_2 V \operatorname{tg}^2 \alpha \sin \alpha}{8(3t_1 + 2t_2 \sin \alpha)}. \quad (16)$$

Вспомогательный параметр Q оказывается положительным, что означает наличие у уравнения одного действительного корня и двух сопряженных комплексных корней. Нас интересует только действительный корень, который для «неполного» кубического уравнения определится выражением (17)²:

$$x_1 = \sqrt[3]{|q|}. \quad (17)$$

Окончательно, корень исходного кубического уравнения (14) определится выражением (18):

$$h_1 = \sqrt[3]{\frac{a^3 t_2 \operatorname{tg}^3 \alpha \sin \alpha + 6t_2 V \operatorname{tg}^2 \alpha \sin \alpha}{8(3t_1 + 2t_2 \sin \alpha)} - 0,5a \operatorname{tg} \alpha}. \quad (18)$$

Данное решение абсолютно точно повторяет решение, полученное автором ранее с помощью метода неопределенных множителей Лагранжа и представленное в работе [8]. Используя принятые в ней обозначения ($h_1 = y_1^{\text{opt}}$ и $a = 2a_0$), решение (18) может быть переписано в виде (19), которое в точности совпадает с решением работы [8, выражение (18)]:

$$y_1^{\text{opt}} = \sqrt[3]{\frac{4a_0^3 t_2 \operatorname{tg}^3 \alpha \sin \alpha + 3t_2 V \operatorname{tg}^2 \alpha \sin \alpha}{4(3t_1 + 2t_2 \sin \alpha)} - a_0 \operatorname{tg} \alpha}. \quad (19)$$

Для отыскания величины h_2 возможно использовать полученное в ходе настоящих выкладок выражение (11). Однако оно является достаточно громоздким и малоудобным при проведении практических расчетов. Поэтому, автор рекомендует пользоваться выражением, полученным по методу неопределенных множителей Лагранжа в виде (20), заимствованном из работы [8, (19)]:

$$y_2^{\text{opt}} = \frac{V - 4[a_0^2 y_1 + a_0 y_1^2 / \operatorname{tg} \alpha + y_1^3 / (3 \operatorname{tg}^2 \alpha)]}{4(a_0 - y_1 / \operatorname{tg} \alpha)^2}. \quad (20)$$

Для детального ответа на поставленный в начале данного раздела вопрос автор также ссылается к работе [8], в которой он рассматривается достаточно подробно. Здесь же отметим коротко, что, как показывают расчеты, выполненные в соответствии с выражениями (19) и (20), более рациональными емкостями следует считать емкости с невысокой вертикальной призматической частью. При этом для емкостей равных объемов с высокой и низкой вертикальными частями различие в затратах материала может составлять до нескольких раз.

5. Дополнительные замечания

Сделаем несколько дополнительных замечаний, относительно изложенного в настоящей работе материала.

Во-первых, выполнив аналогичные выкладки для случая конусно-цилиндрической емкости (рис. 1, б, з), можно получить решения, аналогичные решениям для пирамидально-призматической емкости. Они отличаются лишь одним единственным коэффициентом и имеют вид выражений (21) и (22), аналогичных выражениям (19) и (20), соответственно:

$$y_1^{\text{opt}} = \sqrt[3]{\frac{\pi a_0^3 t_2 \operatorname{tg}^3 \alpha \sin \alpha + 3t_2 V \operatorname{tg}^2 \alpha \sin \alpha}{\pi(3t_1 + 2t_2 \sin \alpha)} - a_0 \operatorname{tg} \alpha}. \quad (21)$$

$$y_2^{\text{opt}} = \frac{V - \pi[a_0^2 y_1 + a_0 y_1^2 / \operatorname{tg} \alpha + y_1^3 / (3 \operatorname{tg}^2 \alpha)]}{\pi(a_0 - y_1 / \operatorname{tg} \alpha)^2}. \quad (22)$$

Во-вторых, в целом изложенное решение поставленной задачи методом сведения к отысканию экстремума функции с одной переменной оказывается пригодным только для случая емкостей, состоящих из двух частей. Это связано с тем, что в общем случае возможно составить лишь два выражения (для вычисления объема емкости, подобное выражению (9) настоящей работы, и для нахождения массы затрачиваемого материала, подобное выражению (10) настоящей работы), которые будут содержать столько неизвестных, сколько частей имеет рассматриваемая емкость. Поэтому, с математической точки зрения в этом случае свести задачу к отысканию экстремума функции двух переменных просто невозможно.

² В выражении (17) автором для обозначения корня вместо переменной u согласно [10] использована переменная x . Это сделано во избежание путаницы с самыми авторскими решениями (19)–(22), в котором также фигурирует переменная u .

В-третьих, сопоставляя трудоемкость и сложность получения конечных зависимостей по методу неопределенных множителей Лагранжа и методу сведения к отысканию экстремума функции одной переменной, автор пришел к заключению, что для рассматриваемого случая они примерно одинаковы. Для случаев более простых емкостей (когда, например, ширина выпускного отверстия условно принята $a = 0$ или верхняя часть емкости принята наклонной внутрь сосуда), метод сведения к отысканию экстремума функции одной переменной оказывается намного более предпочтительным, позволяя находить решения быстрее и проще. В случае же более сложной емкости трудоемкость его применения резко возрастает. При этом гораздо рациональнее оказывается использовать метод неопределенных множителей Лагранжа и разработанный на его основе автором подход к отысканию оптимального решения.

6. Заключительные замечания

Таким образом, подытоживая приведенные в настоящей работе рекомендации, относительно выбора наименее материалоемкой внешней геометрической формы емкости, можно констатировать следующее:

1. Емкость круглой в плане формы при равенстве объемов оказывается примерно на 13 % экономичнее квадратной емкости и примерно на 20 % экономичнее прямоугольной со сторонами, относящимися как 2:1.

2. Емкость с невысокой вертикальной частью, независимо от геометрической формы в плане, оказывается экономичнее высокой емкости с тем же полезным объемом приблизительно на величину до 2-3 раз.

3. Изложенный в настоящей работе метод решения задачи оптимизации внешней геометрической формы емкостей может быть достаточно эффективно использован для двухступенчатых сооружений. Для емкостей, состоящих из трех и более частей, а также, имеющих непрямолинейные очертания стенок рекомендуется применение разработанного автором ранее подхода на основе метода неопределенных множителей Лагранжа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ДБН В.2.2-8-98. Підприємства, будівлі та споруди по зберіганню та переробці зерна. – Введ. 01.07.98. – Вид. офіц. - К.: Держбуд України, 1988. – 41 с. – Укр. та рос. мовами.
2. Руководство по расчету и проектированию железобетонных, стальных и комбинированных бункеров / Ленпромстройпроект. – М.: Стройиздат, 1983. – 200 с.
3. Справочник проектировщика. Металлические конструкции: В 3 т. / Под ред. В. В. Кузнецова. – Т. 2: Стальные конструкции зданий и сооружений. – М.: АСВ, 1998. – 526 с.
4. Банников Д. О. Расчет пирамидально-призматических бункеров методом конечных элементов. / Д. О. Банников, М. И. Казакевич. – Д.: Наука и образование, 2003. – 150 с.
5. Structural Engineering Handbook / Edited by Edwin H. Gaylord, Jr., Charles N. Gaylord, James E. Stallmeyer. - 4th ed. - McGraw-Hill, 1997. – 624 p.
6. ESDEP WG: Vol. 15: Structural Systems. Bins: Lecture 15C.2. – 31 p.
7. Лихтарников Я. М. Металлические конструкции. Методы технико-экономического анализа при проектировании. – М.: Стройиздат, 1968. – 264 с.
8. Банников Д. О. Снижение площади коррозионного износа стальных емкостных конструкций // Вісник ДПТУ. – Д.: ДПТ, 2005. - Вип. 9.– С. 136–145.
9. Блехман И. И. Механика и прикладная математика: Логика и особенности приложений математики. / И. И. Блехман, А. Д. Мышкис, Я. Г. Пановко. – М.: Наука, 1983. – 328 с.
10. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров. Определения, теоремы, формулы: Пер. с англ. / Г. Корн, Т. Корн. Под общ. ред. И. Г. Абрамовича. – М.: Наука, 1970. – 720 с.

Поступила в редакцию 23.07.2007.

А. С. РАСПОПОВ (ДИИТ)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАСЧЕТА ИЗГИБНО-КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ НЕРАЗРЕЗНЫХ БАЛОК И РАМ

Досліджено можливості застосування логічних моделей та асоційованих матриць до розрахунку згинально-крутильних коливань нерозрізних балок та рам з розподіленими параметрами. Отримані матриці враховують різні сполучення пружних закріплень та наявність зосереджених мас.

Исследованы возможности применения логических моделей и ассоциированных матриц к расчету изгибно-крутильных колебаний неразрезных балок и рам с распределенными параметрами. Полученные матрицы учитывают различные сочетания упругих закреплений и наличие сосредоточенных масс.

The suitability logic models and associable matrixes to calculation flexural-torsion oscillations of continuous beam with distribution parameters are researched. The inferential matrixes to consider various combination of elastic constraints and given localized masses.

Одновременно изгибные и крутильные колебания возникают в рамных конструкциях и в системах пересекающихся балок. Их также следует учитывать при изучении вибраций мостов, имеющих несимметричное поперечное сечение и эксцентриситет приложения нагрузки. Оба вида колебаний могут вызвать появление автоколебательных движений, создающих опасные перемещения и напряжения в конструкциях [1, 2]. Однако, решение задачи о совместных колебаниях в точной постановке представляет значительные трудности, что приводит либо к использованию приближенных методов и расчетных схем, либо к изучению тех или других видов колебаний в отдельности [2, 3].

Рассмотрим прямолинейную n -пролетную балку с кусочно-непрерывными характеристиками и однородными граничными условиями. Сечения элементов, погонная масса μ_i , жесткости при кручении GJ_k , изгибе EJ в пределах каждого из пролетов считается постоянными. Ось x направлена вдоль оси балки.

Для i -го участка балки, совершающего одновременно изгибные колебания в направлении оси y и крутильные колебания вокруг оси x количество начальных (НП) и конечных (КП) граничных параметров будет равно шести: углы поворота сечения φ_x, φ_z вокруг осей x, z , соответственно, крутящий и изгибающий моменты M_x, M_z , линейное перемещение u_y и поперечная сила N_y .

Зависимость между параметрами НП и КП на границах i -го участка балки определяется равенством [4]:

$$\mathfrak{P}_{i+1} = M_B \mathfrak{P}_i, \quad (1)$$

где M_B – матрица влияния начальных параметров; \mathfrak{P}_i и \mathfrak{P}_{i+1} – векторы граничных параметров в i -м и $i+1$ сечениях балки; $\mathfrak{P}_{i,i+1} = \{\varphi_x, u_y, \varphi_z, M_z, N_y, M_x\}_{i,i+1}$.

Матрицу M_B можно представить в виде:

$$M_B = \begin{pmatrix} \cos \lambda_k & 0 & 0 & 0 & 0 & -\beta \lambda_k \sin \lambda_k \\ 0 & S & \frac{\lambda_n V}{l} & \frac{EJ \lambda_n^2 U}{l^2} & \frac{EJ \lambda_n^3 T}{l^3} & 0 \\ 0 & \frac{l}{\lambda_n} T & S & \frac{EJ \lambda_n V}{l} & \frac{EJ \lambda_n^2 U}{l^2} & 0 \\ 0 & \frac{l^2}{EJ \lambda_n^2} U & \frac{l}{EJ \lambda_n} T & S & \frac{\lambda_n V}{l} & 0 \\ 0 & \frac{l^3}{EJ \lambda_n^3} V & \frac{l^2}{EJ \lambda_n^2} U & \frac{l}{\lambda_n} T & S & 0 \\ \frac{1}{\beta \lambda_k} \sin \lambda_k & 0 & 0 & 0 & 0 & \cos \lambda_k \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где S, T, U, V – круговые и гиперболические функции А. Крылова [5]; $\lambda_{\kappa}^2 = \frac{J_{xi}\omega_j^2 l_i^2}{GJ_{\kappa i}}$,

$\lambda_n^4 = \frac{\mu_i \omega_j^2 l_i^4}{EJ_i}$ – частотные параметры, соответственно, для крутильных и изгибных колебаний; $\beta_i = \frac{GJ_{\kappa i}}{l_i}$; l_i – длина i -го пролета балки; J_{xi} – погонный момент инерции массы балки относительно ее продольной оси; ω_j – круговая частота j -й формы колебаний.

С учетом положений [6; 8], совокупность состояний граничных параметров отдельного стержня при изгибно-крутильных колебаниях может быть выражена булевыми функциями шести переменных, определяющими коды его граничных условий. В общем случае, возможным состояниям концов стержня из равного количества фиксированных $\{0\}$ и произвольных $\{1\}$ граничных параметров соответствуют частотные определители из миноров 3-го порядка матрицы M_B , которые могут быть представлены в составе ассоциированной блочной матрицы $M_i^{нк}$ с

кодами НП и КП для угловых перемещений φ_x и крутящих моментов M_x .

$$M_i^{нк} = \begin{array}{c|cc} & \text{01} & \text{10} \\ \hline \text{10} & \left\| \begin{array}{c|c} M_{11} & M_{12} \\ \hline M_{21} & M_{22} \end{array} \right\| & \\ \hline \text{01} & & \end{array} \quad (3)$$

Подматрицы блочной матрицы $M_i^{нк}$ имеют вид:

$$M_{11} = \cos \lambda_{\kappa} M_{1001}; \quad M_{12} = -\beta \lambda_{\kappa} \sin \lambda_{\kappa} M_{1010};$$

$$M_{21} = \frac{1}{\beta \lambda_{\kappa}} \sin \lambda_{\kappa} M_{0101}; \quad M_{22} = \cos \lambda_{\kappa} M_{0110}, \quad (4)$$

где $M_{1001}, \dots, M_{0110}$ – ассоциированные матрицы изгибных колебаний стержня [6] с комбинациями всех значений булевых функций на множествах $\{0,0,1,1\}$, $\{1,1,0,0\}$ и с индексами кодов НП и КП $\{0,1\}$ и $\{1,0\}$ – для крутильных колебаний. Матрицы в подматрицах $M_{11}, M_{12}, M_{21}, M_{22}$ будут отличаться только значениями кодов НП и КП для φ_x и M_x . Так, например, матрицу M_{22} можно представить следующим образом (табл. 1).

Таблица 1

КП \ НП	100110	101010	101100	110010	110100	111000
011001	\bar{E}	$-\frac{EJ\lambda_n}{l} A$	$-\frac{EJ\lambda_n^2}{l^2} F$	$-\frac{EJ\lambda_n^2}{l^2} H$	$-\frac{EJ\lambda_n^3}{l^3} C$	$\frac{(EJ)^2 \lambda_n^4}{l^4} G$
010101	$\frac{l}{EJ\lambda_n} C$	D	$-\frac{\lambda_n}{l} A$	$-\frac{\lambda_n}{l} A$	$-\frac{\lambda_n^2}{l^2} B$	$-\frac{EJ\lambda_n^3}{l^3} C$
010011	$\frac{l^2}{EJ\lambda_n^2} H$	$\frac{l}{\lambda_n} C$	\bar{E}	$-G$	$-\frac{\lambda_n}{l} A$	$-\frac{EJ\lambda_n^2}{l^2} F$
001101	$\frac{l^2}{EJ\lambda_n^2} F$	$\frac{l}{\lambda_n} C$	$-G$	\bar{E}	$-\frac{\lambda_n}{l} A$	$-\frac{EJ\lambda_n^2}{l^2} H$
001011	$\frac{l^3}{EJ\lambda_n^3} A$	$\frac{l^2}{\lambda_n^2} B$	$\frac{l}{\lambda_n} C$	$\frac{l}{\lambda_n} C$	D	$-\frac{EJ\lambda_n}{l} A$
000111	$\frac{l^4}{(EJ)^2 \lambda_n^4} G$	$\frac{l^3}{EJ\lambda_n^3} A$	$\frac{l^2}{EJ\lambda_n^2} H$	$\frac{l^2}{EJ\lambda_n^2} F$	$\frac{l}{EJ\lambda_n} C$	\bar{E}

Значение $\cos \lambda_{\kappa}$ представляет общий множитель матрицы M_{0110} . Функции A, \dots, H являются функциями В. Прагера и определяются выражениями [5] с учетом следующих соотношений:

$$A = \frac{1}{2} B(\lambda); \quad C = \frac{1}{2} A(\lambda); \quad B = \frac{1}{2} S_1(\lambda);$$

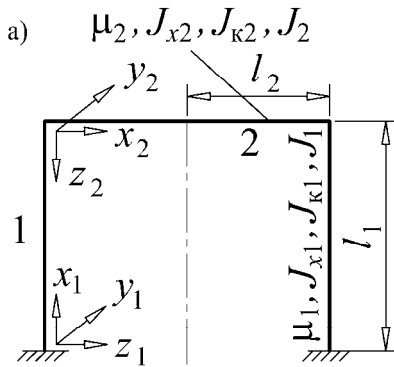
$$D = \frac{1}{2} C(\lambda); \quad F = H = \frac{1}{2} B;$$

$$G = \frac{1}{2}(1-D); \quad \bar{E} = \frac{1}{2}(1+D).$$

$$V_1 \prod_{i=2}^{n-1} M_i^{\text{нк}} V_n = 0, \quad (5)$$

Таким образом, матрица $M_i^{\text{нк}}$ характеризует 36×4 возможных состояний стержня и комбинаций его граничных условий. Каждый элемент такой матрицы представляет произведение соответствующих элементов ассоциированных матриц для чисто изгибных и чисто крутильных колебаний.

По аналогии [6; 8], уравнение частот для цепной стержневой системы можно представить в виде равенства нулю последовательного произведения ассоциированных матриц каждого из n участков системы, т. е.



где V_1 и V_n – векторы возможных состояний 1-го и n -го участков.

Примером совместных колебаний может служить рамная конструкция, в которой крутильные колебания стержней неизбежно сопровождаются изгибными колебаниями рамы из ее плоскости. Рассмотрим симметричные изгибно-крутильные колебания прямоугольной рамы со стойками одинаковой жесткости и соответствующую ей логическую схему в виде последовательно связанных конечных автоматов (рисунок).

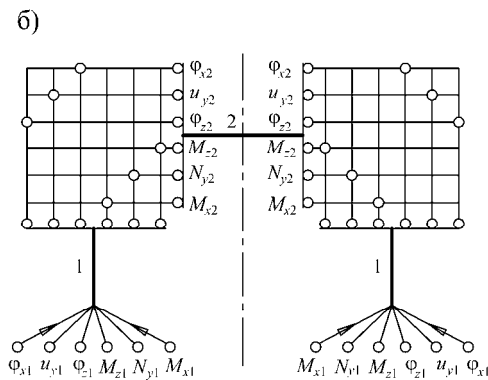


Рис.

Каждому состоянию автомата соответствует набор детерминантных функций отдельных стержней ((4), табл. 1), для определения которых составим таблицу переходов (табл. 2), обозначив сопрягаемые элементы одноименными латинскими буквами, чем зафиксировано наличие между ними логического отношения отрицания. Коды НП и КП, а также значения силовых (С) и кинематических (К) параметров расположены соответственно в верхней и нижней частях таблицы. Зададим граничные условия началу стержней-стоек 1 в виде заделки (код 000111), а середине ригеля 2 – в виде произвольных значений φ_x, u_y, M_z и фиксированных φ_z, N_y, M_x для обеспечения симметричных колебаний рамы (код 010101). Для обратносимметричных форм колебаний КП стержня 2 будут определяться кодом 001011.

Однозначное соответствие кодов НП и КП табл. 2 и элементов матрицы $M_i^{\text{нк}}$ позволяет непосредственно записать трансцендентное уравнение частот:

$$\begin{aligned} & \cos \lambda_{\text{к1}} \bar{E}_1 \frac{1}{\beta_2 \lambda_{\text{к2}}} \sin \lambda_{\text{к2}} \frac{l_2}{EJ_2 \lambda_{\text{н2}}} C_2 + \\ & + \cos \lambda_{\text{к1}} \frac{l_1^4}{(EJ_1)^2 \lambda_{\text{н1}}^4} G_1 \cos \lambda_{\text{к2}} \frac{\lambda_{\text{н2}}^2}{l_2^2} B_2 + \\ & + \frac{1}{\beta_1 \lambda_{\text{к1}}} \sin \lambda_{\text{к1}} \bar{E}_1 \frac{1}{\beta_2 \lambda_{\text{к2}}} \sin \lambda_{\text{к2}} D_2 + \\ & + \frac{1}{\beta_1 \lambda_{\text{к1}}} \sin \lambda_{\text{к1}} \frac{l_1^4}{(EJ_1)^2 \lambda_{\text{н1}}^4} G_1 \cos \lambda_{\text{к2}} \frac{EJ_2 \lambda_{\text{н2}}^3}{l_2^3} C_2 - \\ & - \cos \lambda_{\text{к1}} \frac{l_1}{EJ_1 \lambda_{\text{н1}}} C_1 \cos \lambda_{\text{к2}} \frac{l_2}{EJ_2 \lambda_{\text{н2}}} C_2 - \\ & - \cos \lambda_{\text{к1}} \frac{l_1^3}{EJ_1 \lambda_{\text{н1}}^3} A_1 \frac{1}{\beta_2 \lambda_{\text{к2}}} \sin \lambda_{\text{к2}} \frac{\lambda_{\text{н2}}^2}{l_2^2} B_2 - \\ & - \frac{1}{\beta_1 \lambda_{\text{к1}}} \sin \lambda_{\text{к1}} \frac{l_1}{EJ_1 \lambda_{\text{н1}}} C_1 \cos \lambda_{\text{к2}} D_2 - \frac{1}{\beta_1 \lambda_{\text{к1}}} \sin \lambda_{\text{к1}} \times \\ & \times \frac{l_1^3}{EJ_1 \lambda_{\text{н1}}^3} A_1 \frac{1}{\beta_2 \lambda_{\text{к2}}} \sin \lambda_{\text{к2}} \frac{EJ_2 \lambda_{\text{н2}}^3}{l_2^3} C_2 = 0. \quad (6) \end{aligned}$$

Таблица 2

№№ стержней и состояний системы			1	2	1	2	3	4	5	6	7	8		
					12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Коды граничных условий	НП	К	0	<i>c</i>	00	01	00	01	01	00	01	00		
			0	<i>b</i>	00	01	00	01	00	01	00	01	01	
			0	<i>a</i>	00	00	01	01	00	00	00	01	01	
		1	<i>f</i>	11	11	10	10	11	11	11	10	10		
		1	<i>e</i>	11	10	11	10	11	10	11	10	11	10	
		1	<i>d</i>	11	10	11	10	10	10	11	10	11	11	
	КП	К	<i>a</i>	0	10	10	00	00	10	10	00	00	00	
			<i>b</i>	1	11	01	11	01	11	01	11	01	11	01
			<i>c</i>	0	10	00	10	00	00	10	00	10	00	10
			<i>d</i>	1	01	11	01	11	11	11	01	11	11	01
		С	<i>e</i>	0	00	10	00	10	00	10	00	10	00	10
			<i>f</i>	1	01	01	11	11	11	01	01	11	11	11

После преобразований приходим к уравнению

$$\frac{E_1 - f_2 \operatorname{ctg} \lambda_{\kappa 2} C_1}{A_1 - f_2 \operatorname{ctg} \lambda_{\kappa 2} G_1} - \frac{\alpha_1 (C_2 + f_1 \operatorname{ctg} \lambda_{\kappa 1} B_2)}{\alpha_2 (D_2 + f_1 \operatorname{ctg} \lambda_{\kappa 1} C_2)} = 0, \quad (7)$$

где $f_1 = \frac{\beta_1 \lambda_{\kappa 1} l_2}{E J_2 \lambda_{\kappa 2}}$; $f_2 = \frac{\beta_2 \lambda_{\kappa 2} l_2}{E J_1 \lambda_{\kappa 1}}$; $\alpha_1 = \frac{l_1^3}{E J_1 \lambda_{\kappa 1}^3}$;

$$\alpha_2 = \frac{l_2^3}{E J_2 \lambda_{\kappa 2}^3}.$$

Путем предельных переходов можно получить уравнения для различных видов колебаний системы. Так, предполагая наличие только крутильных колебаний ригеля ($E J_2 \rightarrow \infty$; $\lambda_{\kappa 2} \rightarrow 0$) и изгибных колебаний стоек ($G J_{\kappa 1} \rightarrow \infty$; $\lambda_{\kappa 1} \rightarrow 0$), приходим к уравнению

$$A_1 - f_2 \operatorname{ctg} \lambda_{\kappa 2} G_1 = 0. \quad (8)$$

Если считать, что стержни 1, 2 не подвержены крутильным колебаниям ($G J_{\kappa 1}, G J_{\kappa 2} \rightarrow \infty$), т. е. происходят только изгибные колебания ригеля и стоек из плоскости рамы ($\lambda_{\kappa 1}, \lambda_{\kappa 2} \rightarrow 0$), уравнение (6) приводится к виду

$$\alpha_2 \frac{C_1}{G_1} - \alpha_1 \frac{B_2}{C_2} = 0. \quad (9)$$

Практический интерес представляет случай, когда можно пренебречь массами стоек по отношению к массе ригеля, что равнозначно колебаниям ригеля с упругими связями относи-

тельно угловых перемещений вокруг осей x_2 , z_2 и линейных перемещений в направлении оси y_2 . Обозначив, соответственно, жесткости эквивалентных упругих связей через $q_x = \frac{E J_1}{l_1}$,

$$q_z = \frac{G J_{\kappa 1}}{l_1}; c_y = \frac{12 E J_1}{l_1^3},$$

$$\left(\cos \lambda_{\kappa 2} - q_x \frac{1}{\beta_2 \lambda_{\kappa 2}} \sin \lambda_{\kappa 2} \right) \left(\frac{E J_2 \lambda_{\kappa 2}^3}{l_2^3} C_2 - c_y D_2 + q_z \frac{\lambda_{\kappa 2}^2}{l_2^2} B_2 - c_y q_z \frac{l_2}{E J_2 \lambda_{\kappa 2}} C_2 \right) = 0, \quad (10)$$

которое распадается на два независимых уравнения – для крутильных и изгибных колебаний ригеля с упругими связями. Если в узлах рамы дополнительно расположены сосредоточенные грузы массой m , то вместо q_x, q_z, c_y необходимо подставить соответственно $q_x - J_{xm} \omega^2, q_z - J_{zm} \omega^2, m \omega^2 - c_y$, где J_{xm}, J_{zm} – моменты инерции сосредоточенного груза относительно осей x, z .

В общем случае, массово-инерционную матрицу M'_i сосредоточенного груза с учетом его инерции вращения при изгибе и кручении можно получить из матрицы (2), если принять при $l_i \rightarrow 0$, $\mu_i l_i = m_i, J_{xi} l_i = J_{xm}$. Запишем M'_i с учетом опирания i -го сечения балки на упругую опору относительно поперечных и угловых перемещений:

$$M'_i = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & q_x - J_{xm}\omega^2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & m_i\omega^2 - c_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 & q_z - J_{zm}\omega^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}. \quad (11)$$

Соответствующая переходная матрица M_{B1} участка балки с распределенной и сосредоточенной массами и наличием упругих связей определяется соотношением [4]

$$M_{B1} = M'_i M_B, \quad (12)$$

или, в развернутом виде, при отсутствии сосредоточенного груза.

$$M_{B1} = \begin{vmatrix} \cos\lambda_k + q_x \frac{1}{\beta\lambda_k} \sin\lambda_k & 0 & 0 & 0 & 0 & -\beta\lambda_k \sin\lambda_k + q_x \cos\lambda_k \\ 0 & S + c_y \frac{l^3}{EJ\lambda_n^3} V & \frac{\lambda_n V}{l} + c_y \frac{l^2}{EJ\lambda_n^2} U & \frac{EJ\lambda_n^2}{l^2} U + c_y \frac{l}{\lambda_n} T & \frac{EJ\lambda_n^3}{l^3} T + c_y S & 0 \\ 0 & \frac{l}{\lambda_n} T + q_z \frac{l^2}{EJ\lambda_n^2} U & S + q_z \frac{l}{EJ\lambda_n} T & \frac{EJ\lambda_n}{l} V + q_z S & \frac{EJ\lambda_n^2}{l^2} U + q_z \frac{\lambda_n}{l} V & 0 \\ 0 & \frac{l^2}{EJ\lambda_n^2} U & \frac{l}{EJ\lambda_n} T & S & \frac{\lambda_n}{l} V & 0 \\ 0 & \frac{l^3}{EJ\lambda_n^3} V & \frac{l^2}{EJ\lambda_n^2} U & \frac{l}{\lambda_n} T & S & 0 \\ \frac{1}{\beta\lambda_k} \sin\lambda_k & 0 & 0 & 0 & 0 & \cos\lambda_k \end{vmatrix}. \quad (13)$$

Раскрывая частотные определители из миноров 3-го порядка матрицы M_{B1} и записывая их в порядке логического следования кодов НП и КП, приходим к блочной матрице $M_i^{нк}$ (3) с подматрицами

$$M_{11} = \left(\cos\lambda_k + (q_x - J_{xm}\omega^2) \frac{1}{\beta\lambda_k} \sin\lambda_k \right) M_{1001};$$

$$M_{12} = \left(-\beta\lambda_k \sin\lambda_k + (q_x - J_{xm}\omega^2) \cos\lambda_k \right) M_{1010};$$

$$M_{21} = \frac{1}{\beta\lambda_k} \sin\lambda_k M_{0101}; \quad M_{22} = \cos\lambda_k M_{0110}; \quad (14)$$

Структура ассоциированных матриц $M_{1001}, \dots, M_{0110}$ соответствует матрице [7] для

изгибных колебаний участка континуальной балки при наличии опоры, упругой относительно поперечных и угловых перемещений, и сосредоточенной массы. Так, например, подматрица M_{11} при отсутствии сосредоточенного груза и с учетом обозначений [7] имеет вид

$$M_{11} = \left(\cos\lambda_k + q_x \frac{1}{\beta\lambda_k} \sin\lambda_k \right) \times$$

$$\times \left[M + c_y \left(M_{0101}^{(1)} + M_{0011}^{(2)} \right) + q_z \left(M_{1010}^{(1)} + M_{0011}^{(5)} \right) + c_y q_z M_{0011}^{(1)} \right]. \quad (15)$$

Таким образом, и в случае изгибно-крутильных колебаний ассоциированные матрицы и логические модели дают возможность в

простой и компактной форме получать разрешающие уравнения для неразрезных балок и рам. Предлагаемая форма учета упругих связей и сосредоточенных масс позволяет избежать дополнительных решений и введения специальных матриц перехода с большим числом нулевых элементов. Отпадает также необходимость выполнения обычных процедур построения систем алгебраических уравнений и их определителей. Полученные зависимости могут быть использованы для расчета изгибно-крутильных колебаний ортогональных систем пересекающихся балок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бойцов Г. В. Справочник по строительной механике корабля: В 3 т. Т. 3: Динамика и устойчивость корпусных конструкций / Г. В. Бойцов, О. М. Палий, В. А. Постнов, В. С. Чувиковский. - Л.: Судостроение, 1982. - 320 с.
2. Филиппов А. П. Колебания деформируемых систем. - М.: Машиностроение, 1970. 736 с.
3. Новацкий В. Динамика сооружений. - М.: Госстройиздат, 1963. - 376 с.
4. Ивович В. А. Переходные матрицы в динамике упругих систем: Справочник. - М.: Машиностроение, 1981. - 183 с.
5. Ананьев И. В. Табулированные значения комбинаций круговых и гиперболических функций / И. В. Ананьев, Н. И. Егоршева. - М.: Машиностроение, 1974. - 320 с.
6. Распопов А. С. Применение логических моделей к расчету колебаний неразрезных мостовых конструкций // 6th International Conference «Modern Building Materials, Structures and Techniques» (19-21 May 1999, Vilnius, Lithuania) // Proceedings. - Vol.III.-Vilnius: Technika, 1999, pp. 223-228.
7. Распопов А. С. Колебания континуальных балок с промежуточными опорами. Вісник Дніпропетр. нац. ун-та залізн. трансп. імені акад. В. Лазаряна. Вип. 9. – Д.: ДИИТ, 2005. - С. 199-202.
8. Эйхе Г. Н. Особенности структуры уравнений частот и форм установившихся колебаний рамных мостов и других плоских ортогональных стержневых систем // Вопросы статики и динамики мостов: Межвуз. сб. науч. тр. / Днепропетр. ин-т инж. ж.-д. трансп. – Д., 1987. - С. 83-84.

Поступила в редколлегию: 31.07.2007.

А. Л. ТЮТКИН (ДИИТ)

МОДАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ПИЛОННОЙ СТАНЦИИ МЕТРОПОЛИТЕНА С УЧЕТОМ ПРИСОЕДИНЕННЫХ МАСС ГРУНТА

У статті викладені результати модального аналізу конструкції станції метрополітену пилонного типу глибокого закладення. Проведено порівняння результатів розрахунку моделей станції без оточуючого масиву та з урахуванням приєднаних мас ґрунту.

В статье представлены результаты модального анализа конструкции станции метрополитена пилонного типа глубокого заложения. Проведено сравнение результатов расчета модели станции без окружающего массива и с учетом присоединенных масс грунта.

In the article the results of modal analysis of metropolises station construction of pylon type of deep contour interval are represented. Comparison of results of calculation of station model without a surrounding array and taking into account added the masses of ground are conducted.

Проблемой комплексного анализа прочности, надежности и долговечности тоннельных конструкций в последнее время стало наиболее полное отображение в исследовании свойств реального сооружения, моделировании существенных параметров его статического и динамического поведения, учета особенностей возникновения, формирования и изменения напряженно-деформированного состояния (НДС) таких сложных систем, как подземные сооружения. Решение данной общей проблемы, которая складывается из множества частных вопросов, даст возможность получения наиболее полной и четкой репрезентативной информации о поведении конструкции, ее НДС, прочности. Это, в свою очередь, даст возможность создания новых оптимальных тоннельных конструкций, отличающихся высокой технологичностью создания, конструкций, которые наиболее полно используют прочностной ресурс материалов, из которых созданы, и поддерживающее взаимодействие окружающего массива. Два последних положения наиболее точно отражают тенденцию создания новых типов тоннельных конструкций, в которых используются новые высокопрочные бетоны на основе новых вяжущих и композитные материалы, а также элементы конструкций, которые наиболее полно соответствуют окружающему массиву, с которым взаимодействуют.

Концептуальной основой комплексного анализа строительных конструкций является исследование НДС и анализ результатов при эксплуатационных и строительных нагрузках, которые регламентируются ДБН. Однако, существующие и повсеместно применяющиеся методики расчетов элементов трехсводчатых

станций, к которым относятся станции пилонного или колонного типа, основываются на построении плоских расчетных схем конструкции и интерпретации окружающего массива с некоторыми предположениями, которые упрощают его реальное поведение. Данные принципы моделирования не позволяют отобразить адекватно реальному объекту его свойства в модели и, соответственно, верно определить НДС тоннельной конструкции, поскольку отбрасывается такой важный фактор, как пространственность работы и реальное взаимодействие между оболочкой станции и окружающим массивом [1; 2]. В результате конструкции пилонных станций могут считаться нерациональными и неэкономичными [3].

Следует также отметить, что развитие расчетов станций метрополитена и других сложных подземных сооружений [4–7] наиболее полно проявилось в задачах статической постановки. Это объясняется тем, что решение даже таких задач, в которых учитываются факторы взаимодействия конструкции и массива, сложные конфигурации станционных конструкций с вырезами и скачкообразным изменением жесткостей, нелинейное поведение грунтов и пород, очень сложно в математическом плане. Поэтому развитие аналитических решений постепенно прекратилось, так как учет вышеперечисленных факторов серьезно затрудняет решение или делает его невозможным. Развитие численных методов, в частности метода конечных элементов (МКЭ), дало возможность проведения не только статических расчетов, но и некоторых видов динамического анализа конструкций подземных сооружений, что ранее было практически невозможно и доказывается очень

малым объемом работ в этой области. Также следует отметить, что проведение даже анализа собственных частот и форм для станции любого типа с учетом или без учета присоединенных масс грунта было или невозможным или выполнялось на основе простейших двух- или трехмассовых моделей. Такой подход к решению динамических задач не может считаться плодотворным, и поэтому автором в данной работе проводится модальный анализ конст-

рукции пилонной станции с учетом и без учета присоединенных масс грунта. Причем модель для решения задачи поиска собственных форм и частот учитывает реальные инерционные и деформационные характеристики сооружения, в ней учтен пространственный фактор работы системы «проем-пилон-проем» и взаимодействие элементов конструкции с окружающим массивом (рис. 1).

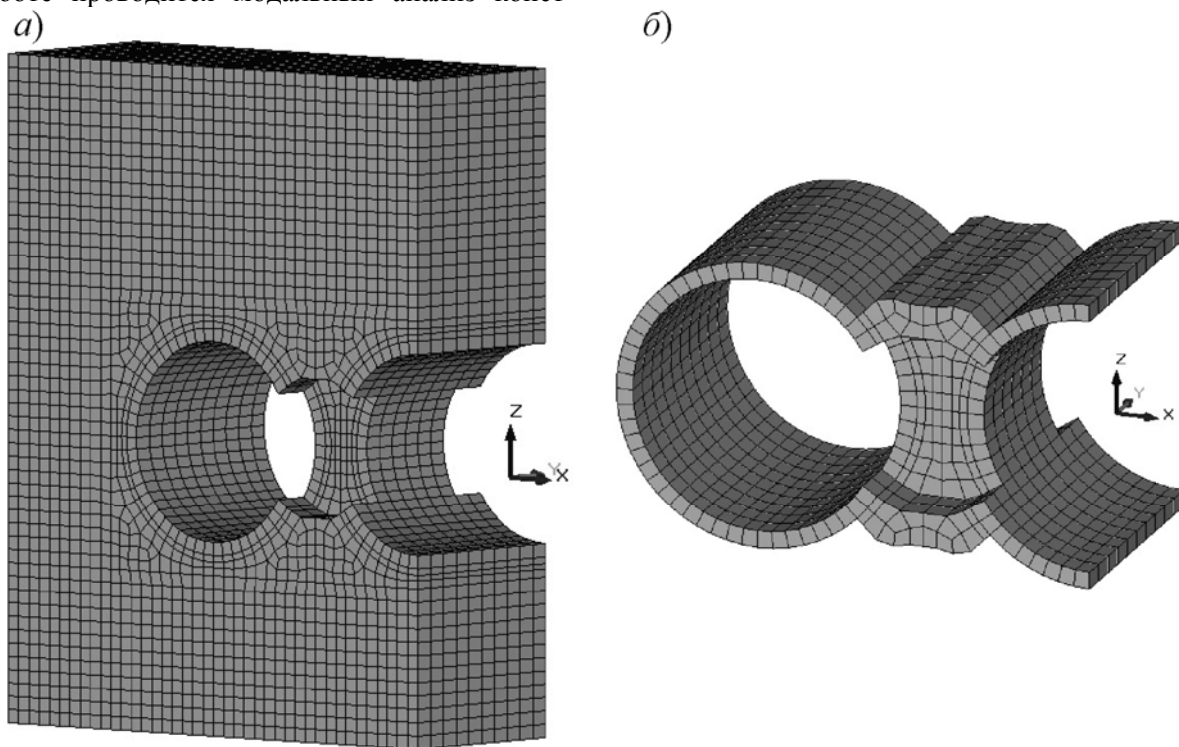


Рис. 1. Конечно-элементная модель пилонной станции на основе объемных конечных элементов: а – общая модель; б – обделка станции (фрагмент системы «проем-пилон-проем»)

Сущность модального анализа конструкции заключается в отыскании форм свободных колебаний, которые соответствуют некоторому распределению деформаций в конструкции, при определенной частоте. Общее уравнение колебаний для системы со многими степенями свободы при решении МКЭ в матричном виде:

$$[M]\{\ddot{x}\} + [B]\{\dot{x}\} + [K]\{x\} = \{P\} + \{N\}, \quad (1)$$

где $\{x\}$ – вектор перемещений; $[M]$ – матрица масс; $[B]$ – матрица демпфирования; $\{P\}$ – вектор внешнего воздействия; $\{N\}$ – вектор нелинейных сил.

Уравнение колебаний для системы со многими степенями свободы при свободных колебаниях можно преобразовать в следующее выражение

$$[M]\{\ddot{x}\} + [K]\{x\} = 0. \quad (2)$$

Для решения уравнения свободных колебаний (2) следует подставить гармоническое ре-

шение в следующем виде:

$$\{x\} = \{\phi\}e^{i\omega t}. \quad (3)$$

Данное уравнение отображает важное свойство свободных колебаний, которое заключается в синхронном движении, то есть форма деформаций системы остается постоянной, меняется только ее амплитуда.

Проведя дифференцирование уравнения (3) для подстановки в уравнение (2)

$$\{\ddot{x}\} = -\omega^2 \{\phi\}e^{i\omega t}. \quad (4)$$

Подставив уравнения (3) и (4) в уравнение (2) и сокращения на множитель $e^{i\omega t}$, оно записывается в виде формулировки задачи о собственных значениях:

$$([K] - \omega^2[M])\{\phi\} = 0. \quad (5)$$

Для получения нетривиального решения при

отыскании собственных частот необходимо, чтобы $\det([K] - \omega^2[M]) = 0$ относительно $\{\phi\}$.

Таким образом, конструкция с числом динамических степеней свободы N имеет n чисел ω , которые будут решением задачи о соб-

ственных значениях. Эти числа и являются собственными частотами.

Используя профессиональный расчетный комплекс SCAD, на основе разработанной модели проведен ее модальный анализ с определением частот и форм собственных колебаний (рис. 2).

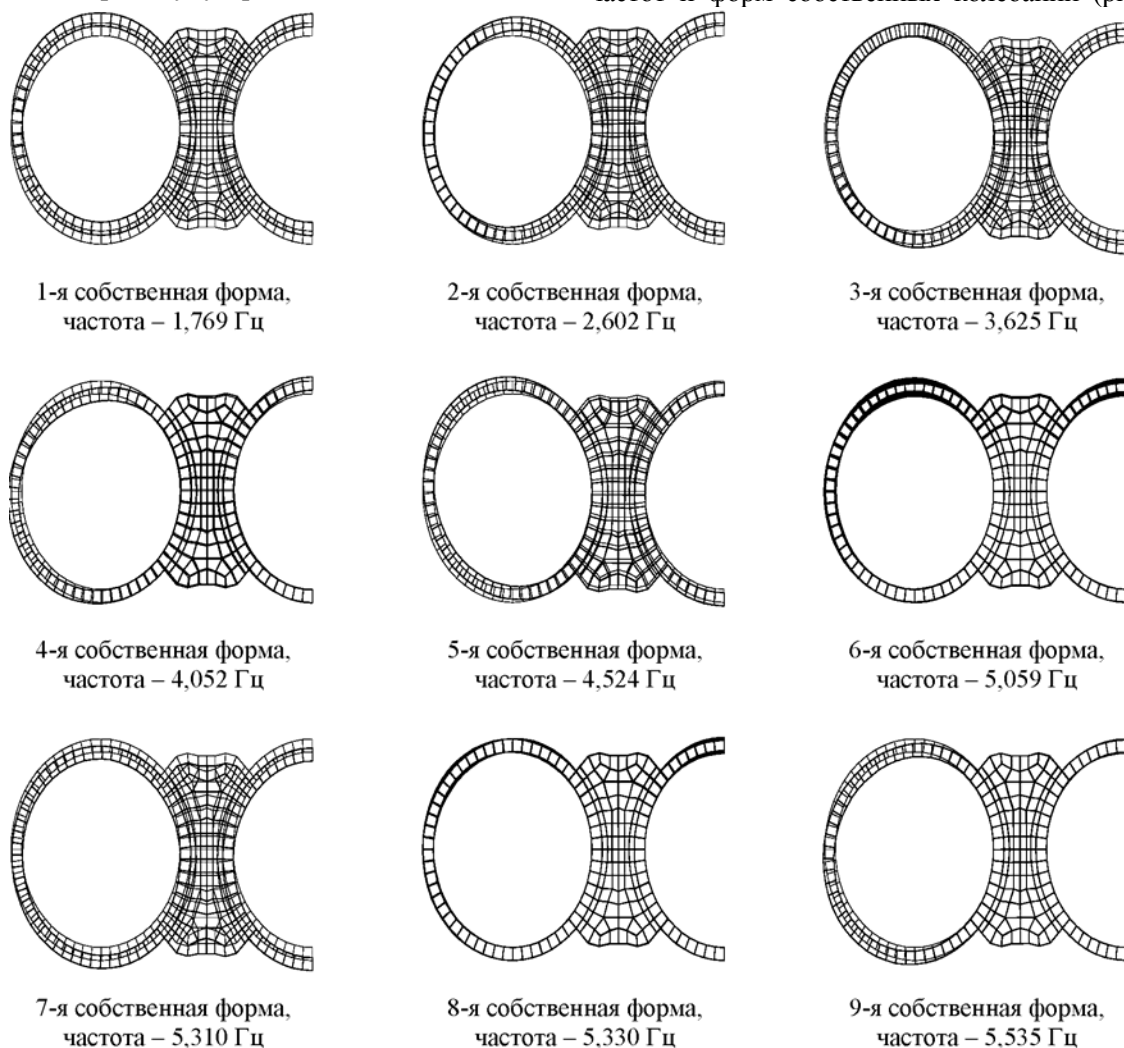


Рис. 2. Результаты модального анализа конечно-элементной модели пилонной станции (с учетом присоединенной массы грунта массива)

Полученные формы свободных колебаний можно охарактеризовать как деформации конструкции в вертикальной плоскости, лишь 6-я, 8-я и 10-я собственные формы характеризуется изгибными деформациями верха бокового и среднего станционных тоннелей. Следует отметить, что разработанная модель также не является наиболее информативной в смысле результатов, так как она создана с учетом симметрии системы «обделка-массив», то есть правая часть системы заменена условием симметрии по вертикальной оси. Таким образом, этот прием моделирования, полностью корректный в решении задач в статической постановке, несколько некорректен для решения динамических задач, в том числе и модального анализа,

так как все кососимметричные формы колебаний не могут быть определены, что несколько снижает важность исследований. Но данная проблема возникла из условий расчета, а точнее, созданная модель (около 17 тысяч конечных элементов, около 50 тысяч динамических степеней свободы) не могла быть увеличена, так как время расчета значительно увеличивалось, но еще более увеличивался объем файлов решения (около 26...28 Гб), что не позволяло выполнить расчет на компьютере с небольшим объемом памяти. Несомненно, модальный анализ полной схемы возможен на более современных компьютерах.

Кроме модального анализа конструкции пилонной станции с взаимодействием окружаю-

шего массива проведен анализ модели без окружающего массива (рис. 3), и найдены формы и частоты для этого случая (рис. 4).

Несомненно, модель, приведенную на рис. 3, нельзя считать полностью освобожденной от присоединенных масс грунта, но ситуация, когда вся станционная конструкция свободна от массива, невозможна физически. Анализ полученных результатов модального анализа конструкции пилонной станции без учета присоединенных масс грунта позволяет сделать вывод, что 4-я, 6-я, 8-я и 9-я формы колебаний являются изгибными, причем, в отличие от форм собственных колебаний с присоединенными массами грунта, изгиб проявляется в лотковой (примерно до горизонтального диаметра) части бокового тоннеля. Изгибные формы свободных колебаний с присоединенными массами отличаются наличием изгиба в верхней части конструкции тоннелей, что было отмечено выше, и может характеризовать действие грунтового

массива на колебания конструкции станции. Остальные формы, как и в случае присоединенных масс, являются деформациями системы относительно вертикальной плоскости.

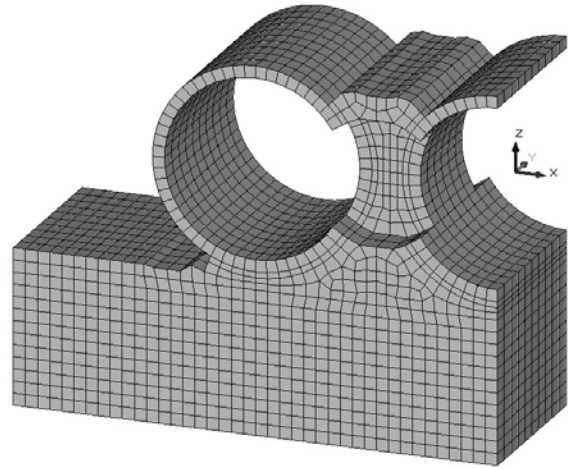


Рис. 3. Конечно-элементная модель пилонной станции без окружающего массива

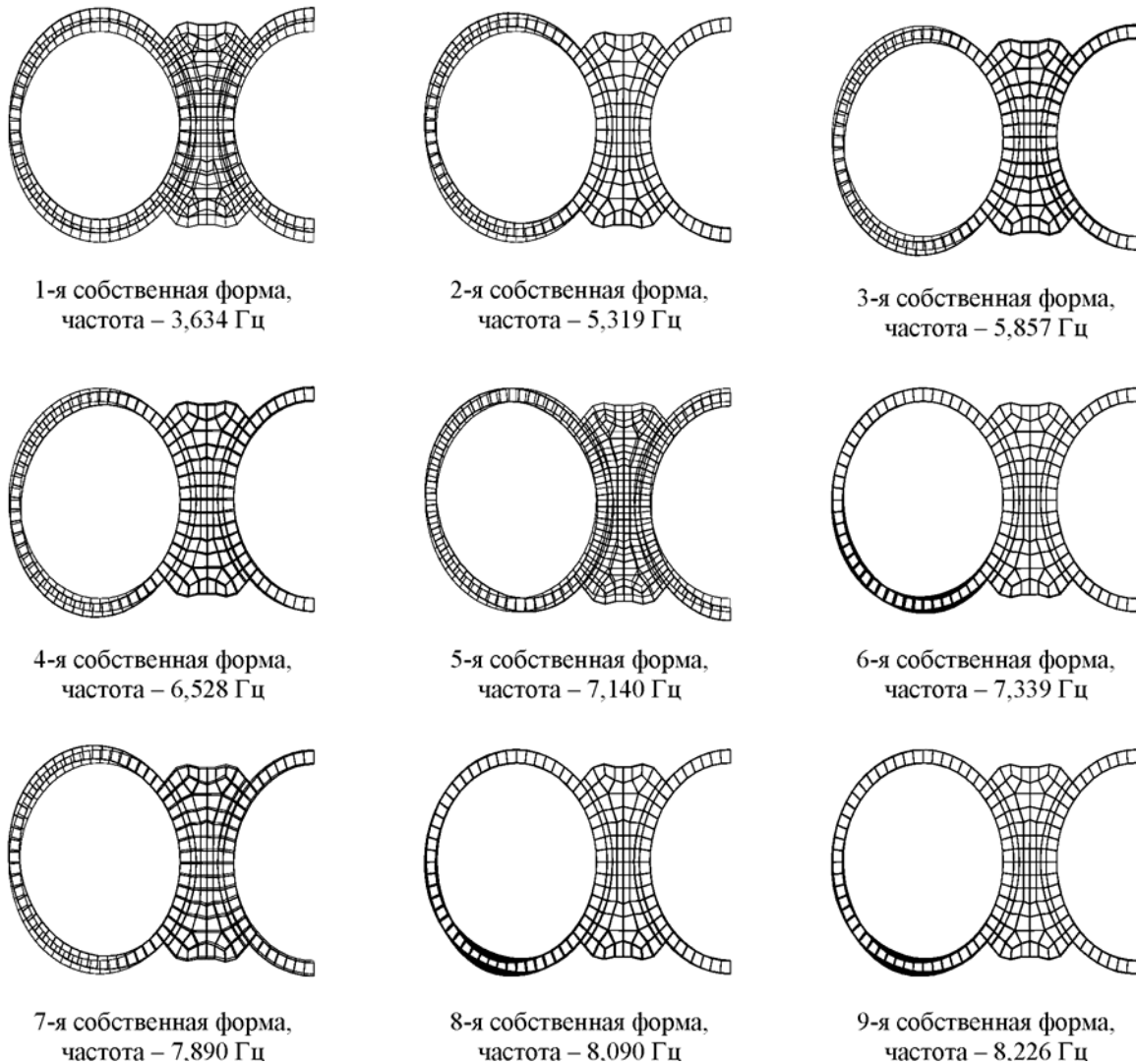


Рис. 4. Результаты модального анализа конечно-элементной модели пилонной станции (без присоединенной массы грунта массива)

Собственно анализ форм колебаний малоинформативен, так как параметры форм колебаний являются относительными величинами и свидетельствуют только о характере распространения деформаций. Поэтому кроме форм проведен сравнительный анализ собственных частот, которые относятся к данным формам (рис. 3-4). Как видно из представленных результатов в обоих случаях частоты первых девяти форм располагаются в пределах от 1,769 (основной тон пилонной станции с окружающим грунтом) до 8,226 Гц (9-я форма колебаний пилонной станции без окружающего грунта), причем основной тон конструкции без присоединенных масс – 3,634 Гц. Таким образом, присоединенные массы грунта уменьшают частоту собственных колебаний станционной конструкции пилонной станции примерно на 1,6...2,7 Гц. Следует отметить, что воздействий, которые присутствуют при сооружении и эксплуатации метрополитена, с частотами близкими к частотам собственных колебаний, нет, поэтому резонансных явлений не наблюдается. Это поясняется характером частот и самой конструкции и влиянием присоединенных масс, так как их величины находятся в низкочастотном регистре и характерны для землетрясений.

Проведенный модальный анализ пилонной станции с учетом и без учета присоединенных масс грунта является первым этапом динамического анализа, так как выяснение форм и частот собственных колебаний считается первой задачей такого рода исследования, и может быть основой для динамического анализа конструкций станций на поездную гармоническую нагрузку или спектр воздействий различного типа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Демешко Е. А. Расчет колонной станции метрополитена как пространственной конструкции / Е. А. Демешко, С. Б. Косицын, А. Е. Слемзин // Транспортное строительство. – 1992. – № 1. – С. 32–35.
2. Петренко В. І. Розрахунок трисклепінчастих станцій метрополітену глибокого закладення / В. І. Петренко, В. Д. Петренко, О. Л. Тютькін. – Д.: Наука і освіта, 2004. – 176 с.
3. Петренко В. Д., Тютькин А. Л. Особенности работы конструкции как основа оптимизации ее конструктивных элементов / В. Д. Петренко, А. Л. Тютькин // Міжвід. наук.-тех. зб. наук. праць «Будівельні конструкції». – К.: НДІБК, 2002. – Вип. 56. – С. 134–141.
4. Современные методы прочностных расчетов в метро- и тоннелестроении / Е. А. Демешко, С. Б. Косицын, Сергеев В.К., Д. Б. Долотказин, А. С. Косицын, О. А. Потапова // Сб. тр. науч.-техн. конф. «Подземное строительство России на рубеже XXI века», Москва, 15–16 марта 2000. – М.: ТАР, 2000. – С. 200–207.
5. Петренко В. Д. Числовий аналіз залізобетонної конструкції колонної станції метрополітену із змінним кроком колон / В. Д. Петренко, О. Л. Тютькін, Д. С. Кавун // Зб. наук. пр. Луганського нац. аграрн. ун-ту. Серія: Технічні науки. – Луганськ: Вид-во ЛНАУ, 2007. – С. 27–33.
6. Шашенко А. Н., Пустовойтенко В. П. Расчет несущих элементов подземных сооружений. – К.: Наук. думка, 2001. – 168 с.
7. Петренко В. Д. Модальний аналіз конструкції станції колонного типу мілкого закладення / В. Д. Петренко, О. Л. Тютькін, Р. Борисенко // Мат. междунар. науч.-техн. конф. «Совершенствование технологии строительства шахт и подземных сооружений». – Донецк: Норд-Пресс, 2007. – Вип. 13. – С. 111–112.

Поступила в редколлегию 30.07.2007.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Запропонована класифікаційна схема конкурентоспроможності транспортної продукції по елементах. Розглянуті напрями підвищення конкурентоспроможності транспортних послуг і функції маркетинго-логістичних центрів управління перевезеннями.

Предложена классификационная схема конкурентоспособности транспортной продукции по элементам. Рассмотрены направления повышения конкурентоспособности транспортных услуг и функции маркетинго-логистических центров управления перевозками.

The classification chart of competitiveness of transporting products is offered on elements. Directions of increase of competitiveness of transporting services and function of marketing-logistic focus of management by transportations are considered.

Положение отечественного железнодорожного транспорта Украины в экономике и финансовых средствах характеризуется противоречивыми явлениями, порождаемыми как объективными факторами, так и допущенными ранее ошибками и просчетами в экономической политике. Развитие транспортного рынка показывает, что процессы его развития в стране происходят в кризисной форме. Преодоление последствий кризиса и формирование условий повышения устойчивости железнодорожного транспорта на рынке перевозок, особенно международном, стало настоящей необходимостью обеспечения финансово-экономической стабильности данной отрасли и улучшения социально-экономического положения ее многотысячного коллектива.

Данную задачу железнодорожники стремятся решить путем стабилизации объемов перевозочной работы и обеспечения ее роста. Этому благоприятствует оживление промышленного производства и улучшение социально-экономического положение населения. Однако дальнейшее развитие железных дорог требует сокращения расходов, совершенствования системы управления, повышения уровня технической их оснащенности. Иными словами – повышения уровня конкурентоспособности железных дорог, которая в последнее время, из-за нерешенности перечисленных проблем и из-за крайнего износа подвижного состава (износ составляет в настоящее время более 70 %), стала их слабым звеном. Повышение конкурентоспособности обеспечить не только устойчивость положения, но и экономическую безопасность железнодорожного транспорта, качественное и

эффективное его функционирование при полном удовлетворении потребностей народного хозяйства и населения в перевозках и снижении тарифной нагрузки на потребителей транспортной продукции.

Однако простой констатации проблемы конкурентоспособности, плачевного положения отечественных железных дорог и низкого качества их услуг для нахождения путей выхода из сложившейся ситуации явно недостаточно. Необходимы новые подходы к конкурентоспособности, новые методы ее оценки на транспортном рынке, основанные на научном обосновании данного критерия относительно перевозок. Кроме того, следует оценивать финансово-экономическую устойчивость и ценность субъектов данного рынка, долю отдельных видов транспорта в освоении перевозок и их влияние на прирост ВВП и ВНП. Это означает, что требуется определять конкурентоспособность транспортных организаций (предприятий, технологических комплексов, отрасли и национальной транспортной системы в целом), то есть нужно найти ответы на следующие вопросы:

- как оценить уровень конкурентоспособности конкретной продукции (услуг) железнодорожной организации?
- насколько однородны процессы изменения конкурентоспособности на сегментах грузовых и пассажирских перевозок.
- какие качественные механизмы стоят за процессами ее изменения?
- какова динамика этого критерия за последние годы и прогноз его изменения на ближайшее будущее?
- насколько сложившаяся структура кон-

курентных преимуществ железных дорог (их предприятий) соответствует приоритетам транспортного рынка?

- какие меры со стороны государства, реальные с точки зрения общих бюджетных проблем, могли бы в наибольшей мере помочь железным дорогам в увеличении и реализации их конкурентных преимуществ?

На основе анализа литературы по маркетингу установлено, что из большого числа определений конкурентоспособности продукции, в том числе и транспортных услуг, по нашему мнению целесообразно выделить следующие наиболее важные моменты:

- конкурентоспособность транспортной продукции – то есть меру ее привлекательности
- для грузовладельцев и пассажиров (потенциальных потребителей транспортных услуг);
- привлекательность продукции отрасли, в основе которой лежит удовлетворение целого комплекса требований потребителей;
- состав предъявляемых требований и их относительная важность, которые в значительной степени зависят от вида продукции (перевозок, работ и услуг);
- относительный характер конкурентоспособности: во-первых, в смысле транспортного рынка, во-вторых, по сравнению с аналогичной продукцией основных конкурентов и, в-третьих, конкурентоспособность следует рассматривать только в конкретный момент времени. И что очень важно: конкурентоспособность необходимо оценивать количественными и качественными критериями.

При разработке метода количественной оценки конкурентоспособности продукции железных дорог наиболее важно разбить приведенное понятие конкурентоспособности на ряд составляющих, соответствующих различным требованиям потребителей. Разбиение понятия конкурентоспособности транспортной продукции на его отдельные составляющие позволит увеличить точность оценок при рассмотрении более «мелких» понятий конкурентоспособности.

Поэтому, используя подход, основанный на создании классификационного дерева, полно и с необходимой степенью детализируем характеризующие отдельные аспекты этого понятия.

При этом учтем, что составляющие исход-

ного понятия конкурентоспособности транспортной продукции должны иметь физический смысл для большинства анализируемых объектов – транспортных предприятий (видов транспорта), предоставляющих качественно разные услуги (продукцию) и то, что процесс подобного разбиения, с учетом названного, ограничен. Другим ограничением является объем анализируемой информации, резко возрастающий при увеличении детализации понятия.

На основе анализа современной литературы по маркетингу, по нашему мнению, целесообразно принять следующую классификационную схему уровня детализации конкурентоспособности транспортной продукции по элементам:

1. Ценовая конкурентоспособность продукции:

1.1. Соотношение уровня цены на альтернативные услуги с ценами основных конкурентов:

1.1.1. Соотношение с ценами аналогичных услуг.

1.1.2. Соотношение с ценами услуг-заменителей с учетом перекрестной эластичности.

1.2. Действенность системы дифференциации цен на услуги в зависимости от соотношения спроса и предложения, а также от ценовой политики конкурентных видов транспорта.

1.3. Привлекательность для потребителей системы скидок за перевозки и дополнительные услуги, применяемые на железнодорожном транспорте:

1.3.1. Наличие и эффективность системы скидок в зависимости от размера партии отправляемого груза или количества пассажиров в группе.

1.3.2. Наличие и эффективность системы скидок в зависимости от условий оплаты перевозок (основных услуг).

1.3.3. Наличие и эффективность системы скидок в зависимости от потенциальных возможностей грузоотправителей и турфирм.

2. Качество продукции (перевозок, работ и услуг):

2.1. Техничко-функциональные характеристики продукции:

2.1.1. Надежность перевозки.

2.1.2. Безопасность и экологичность.

2.1.3. Выполнение сроков доставки грузов и пассажиров.

2.2. Наличие дополнительной пользы.

2.2.1. Удобство подвоза груза к местам погрузки и удобства при подъезде и отъезде пассажира на вокзал и с вокзала.

2.2.2. Сопровождающие обстоятельства.

2.2.2.1. Удобства, связанные с процессом

покупки билета, оформлением отправки груза, багажа (грузобагажа) и др.

2.2.2.2. Удобства, связанные с процессом погрузки и выгрузки и предоставлением дополнительных услуг.

2.3. Престижность услуг (поездка в вагоне СВ, в вагон-салоне с купе для совещаний и др.).

3. Конкурентоспособность систем сбыта услуг, рекламы и обслуживания.

3.1. Конкурентоспособность системы сбыта:

3.2. Эффективность рекламы.

3.3. Удобство и надежность систем обслуживания.

3.3.1. Удобство и надежность системы торгового обслуживания.

3.3.2. Удобство и надежность системы гарантийного обслуживания.

3.3.3. Удобство и надежность системы сервисного обслуживания.

3.3.4. Эффективность системы работы с потребителями.

Очевидно, что некоторые читатели будут возражать против такой классификации, те которые не найдут в ней какой-либо действительно важной составляющей понятия «конкурентоспособность продукции вида транспорта», а кто-то посчитает, что часть характеристик избыточны или их недостаточно. Однако при построении классификационного дерева для конкретной ситуации, мы исходили из того, что некоторые из предложенных элементов могут быть исключены и, наоборот, степень детализации исходного понятия может быть увеличена в любой части классификационного дерева, причем на произвольное число подуровней.

Кроме того, при проведении количественного исследования даже такая степень детализации окажется слишком подробной в связи с достаточно небольшим размером выборки (числом обследуемых предприятий). В результате исследователям придется ограничиться только верхним уровнем иерархии, включив в рассмотрение такие классические составляющие конкурентоспособности продукции, как ценовая конкурентоспособность системы сбыта, рекламы и обслуживания, которые далее для простоты можно именовать «Цена», «Качество» и «Сервис».

Второй причиной того, что предложена именно такая, а не более подробная классификация понятия «конкурентоспособность», является то, что чем более детализированным становится разделение исходного понятия, тем, как правило, для меньшего числа транспортных объектов будут применимы получаемые характеристики конкурентоспособности. И еще, хотя

на практике приведенные элементы данного классификационного дерева подтвердили их применимость, часть может оказаться явно избыточной.

Следовательно, при разработке классификационного дерева конкурентоспособности продукции для конкретного транспортного объекта или объектов необходимо учитывать, что подход должен быть «гибким», а представленное выше разделение исходного понятия на составляющие может рассматриваться лишь как ориентир, но не догма. Важным моментом при составлении такого дерева является степень однородности рассматриваемых транспортных объектов. Чем она выше, тем, как правило, более «узким» и «длинным» должен быть соответствующий граф.

Следующим этапом определения величины конкурентоспособности транспортной продукции является оценка величины выделенных составляющих этого понятия, которая может быть определена экспертным образом. При этом, исходя из приведенного определения конкурентоспособности, следует учесть относительный характер понятия конкурентоспособности. В частности осуществить сравнение рассматриваемой транспортной продукции с продукцией основных конкурентов на релевантных сегментах транспортного рынка.

Учитывая важность конкурентоспособности при дальнейшем совершенствовании экономики и управления в отрасли за счет повышения данного критерия, наряду с решением комплекса политических и правовых мер, конкурентоспособность, по сути, представляет собой центральный блок всей антикризисной политики в отрасли, и осуществлять это необходимо по следующим направлениям:

- полное удовлетворение спроса на грузовые и пассажирские перевозки;
- увеличение доли железных дорог на транспортном рынке за счет реализации активной стратегии маркетинга, повышения качества услуг в сфере грузовых и пассажирских перевозок, привлечения транзитных грузопотоков на проходящие через территорию Украины международные транспортные коридоры;
- активизация инвестиционной деятельности, направленной на развитие материально-технической базы железных дорог, внедрение ресурсосберегающих технологий перевозок, новой маркетинго-логистической концепции управления ими, высокоэффективных информационных технологий с использованием со-

- временных телекоммуникаций, развитие и обновление подвижного состава;
- совершенствование тарифной политики на основе данных маркетинговых исследований, адресного гибкого тарифного регулирования и отражения в уровне тарифов и цене дополнительных услуг основных ценообразующих факторов;
- создание условий для дальнейшего сокращения эксплуатационных, инвестиционных и других затрат, прежде всего, за счет ресурсосбережения, контроля за производительностью и уровнем оплаты труда, запасами и ценами материальных ресурсов, развития эталонного подхода к нормированию затрат;
- повышение уровня эффективности взаимодействия железных дорог с субъектами страны основанное на долгосрочных соглашениях о сотрудничестве и взаимной юридической ответственности за выполнение принятых обязательств;
- формирование, применительно к развивающимся рыночным условиям, необходимой законодательной и нормативно-правовой базы, чтобы льготные и пригородные перевозки полностью оплачивались теми, кто в них заинтересован;
- проведение гибкой тарифной политики, направленной на прекращение перекрестного финансирования пассажирских перевозок за счет грузовых;

Таким образом, для решения проблемы повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта необходимо разрабатывать и принимать систему мер “точной настройки” для всего его комплекса. Важность и актуальность данной задачи повышается в связи с реформированием железных дорог при создании механизма стимулирования, внедрении прогрессивной транспортной техники и ресурсосберегающих технологий, выделение их, так называемых монопольных и конкурентных видов деятельности (хотя железнодорожный транспорт работает на олигопольном рынке и в области перевозок не является монополистом).

На основании перечисленных направлений при повышении конкурентоспособности железных дорог значительная роль следует уделить ценообразованию и управлению финансовыми потоками, т. е. оптимизация параметров ценовой конкуренции, а именно:

- обоснованию основных финансово-экономических ориентиров отечественного же-

лезнодорожного транспорта;

- реализации бюджета развития отрасли;
- совершенствованию тарифной политики;
- стандартизации оптимизации издержек;
- разработке ключевых инвестиционных

проектов на железнодорожном транспорте и оценку их эффективности с учетом действия макроэкономических регуляторов.

Как отмечено выше в последнее время появилось множество разнообразных услуг. Однако из-за негибкой ценовой стратегии и политики цен не обеспечивается определенность спроса на них, имеют место резкое колебание качества организации грузо- и пассажиропотоков и их количественные изменения на железнодорожном транспорте в разные периоды года. В таких условиях важно, чтобы маркетинго-логистические системы в сфере перевозок были способны к адаптации при изменениях потоков и внешней среды. Это существенный критерий, определяющий конкурентоспособность и устойчивость положения железных дорог на рынке перевозок.

Не менее важной проблемой для отечественного железнодорожного транспорта для повышения конкурентоспособности имеет ускорение темпов внедрения современных информационных технологий, то есть создание информационной системы, отражающей эксплуатационное и техническое состояние каждого объекта управления на железнодорожном транспорте, и обеспечивающей необходимой информацией всех пользователей услугами железных дорог – на станциях, вокзалах, дистанциях пути, в вагонных и локомотивных депо и др.

К числу первоочередных задач следует отнести также оптимизацию структуры управления отраслью на основе маркетинго-логистической концепции, способной к адаптации в условиях динамичных грузо- и пассажиропотока и изменений в окружающей среде. Необходимо создать маркетинго-логистические центры управления перевозками, возложив на них выполнение следующих функций (рис.):

- исследование транспортного рынка;
- корректировку маршрутов следования поездов на конкретных направлениях, а для пассажирских и их композиции в зависимости от уровня пассажиропотоков;
- разработку стратегии ценовой политики на основные и дополнительные услуги и системы распределения мест в пассажирских поездах;
- внесение изменений в действующий график движения пассажирских поездов,

определение “ниток” следования новых (дополнительных) поездов и прицепных вагонов;

- интегрирование работы всех подразделений, занимающихся обслуживанием потребителей;
- анализ динамики грузо- и пассажиропотоков, объемов продаж основных и дополнительных услуг, населенности поездов на направлениях и маршрутах в различные периоды;
- разработку оптимальных методик обслуживания потребителей (в ЦФТО, билетных кассах, залах ожидания, при посадке и высадке, в поездах и др.);
- решение вопросов совершенствования информационной работы (о потребителях, об услугах, сервисе, льготах и т. п.);
- определение способа сохранения для железнодорожного транспорта положения на рынке перевозок или завоевания новых сегментов рынка или большую их часть, сохранения и укрепления преимущества железных дорог, которые можно использовать для достижения этих целей;
- разработку рекомендаций подразделениям железнодорожного транспортного комплекса в отношении путей снижения стоимости услуг и новые способы получения максимальной прибыли при минимальных издержках и др.

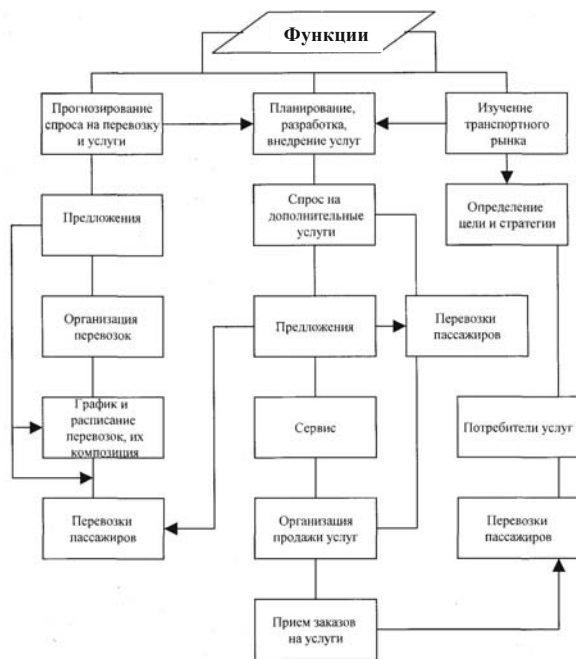


Рис. 1. Маркетингово-логистическая модель функций ЛЦ Главного пассажирского управления

В сфере перевозок маркетингово-логистические Центры управления позволят в общем потоке поездов выбирать наиболее удобные (с точки зрения потребителей) маршруты перевозок. Определять преимущества, предоставляемые пассажирским поездам на графике движения, что позволит повысить конкурентоспособность железнодорожных услуг, а значит, увеличить количество потребителей, пользующихся железнодорожным транспортом.

Повышение конкурентоспособности железных дорог и обеспечение надежной работы международных транспортных коридоров в области перевозок требуют проведения комплекса мер по развитию сотрудничества со смежными видами транспорта – кроме создания общей информационной системы, совершенствования системы контейнерных перевозок, организации комбинированных (интермодальных и мультимодальных) перевозок, создания лучших условий для передачи грузов на пограничных станциях. Необходимо развитие терминальных мощностей с реализацией комплекса услуг для грузовладельцев и пассажиров, терминалов по переработке 40-футовых контейнеров, переход к современным технологиям перевозочной работы для всех групп перевозимых грузов (с учетом типизации грузопотоков и маркетинговых оценок).

В современных условиях невозможно управлять экономической эффективностью пассажирского поезда в том случае, когда система «Экспресс» не позволяет получить справку о доходах, полученных от него, и его эксплуатационных расходах за конкретный временной период, так как управление экономикой пассажирского поезда – одна из основных задач повышения доходов дорог.

Немаловажное значение имеют гуманизация технологических процессов и создание современных условий труда. В сфере железнодорожной отрасли, как и в других сферах деятельности, кадры – это один из основных элементов маркетингово-логистической системы. Наличие компетентного, специально обученного персонала, способного с необходимой степенью точности выполнять свои функции, а также привлечение квалифицированных ученых – основные факторы успеха в хозяйственной деятельности. Однако следует четко усвоить, что без создания надлежащих условий труда для низовых звеньев, как и без стимулирования деятельности персонала, максимального эффекта добиться нельзя. Например, соответствующей производительности работы билетного кассира нельзя достичь при частых отказах АСУ «Экспресс» и располо-

жении рабочего места кассира, как и рабочих мест инженеров, в тесных помещениях, не обеспечивающих санитарные нормы работы с компьютерной техникой, да еще и при отсутствии системы вентиляции.

Следует также наладить учет всех маркетинго-логистических издержек в организациях транспортного комплекса (в границах логистической цепи). Минимизация затрат на управление грузо-, пассажиропотоками и потоками, сопутствующими им, требует постоянного и точного учета издержек при перевозке грузов и пассажиров от пункта отправления до пункта назначения, при условии выделения необходимых финансов для маркетинго-логистических подразделений.

Важным условием обеспечения конкурентоспособности железных дорог является развитие сервиса на уровне мировых стандартов, позволяющее более полно удовлетворять запросы потребителей. В настоящее время на железных дорогах Украины потребителям продукции транспорта предоставляются разнообразные услуги, однако их качество, да и ассортимент еще не полностью отвечают их требованиям, особенно на начальной и конечной стадиях обслуживания (в ЦФТО, билетных кассах, в поездах и др.). Резко повысить качество сервиса на этих стадиях не позволяют состояние подвижного состава, а также неразворотливость персонала, периодические отказы АСУ «Экспресс», других технических средств. В связи с этим необходимо повысить внимание к маркетинго-логистическому сервису как средству повышения конкурентоспособности.

Все перечисленные и другие организационные меры требуют продуманного, планомерного подхода, взвешенных экономических оценок, увязки финансовых потоков и обеспечения их прозрачности. При этом следует учитывать изменения макроэкономических факторов, прогнозируемой реакции других видов транспорта, иностранных перевозчиков при регулировании тарифной политики государственными органами.

В области тарифной политики во избежание доведения отрасли до критического состояния целесообразно рассмотреть на правительственном уровне возможность предоставления железнодорожному транспорту прав и механизма проведения гибкой ценовой политики, а также планомерной периодической индексации железнодорожных тарифов с учетом инфляции.

Для укрепления экономической безопасности страны, оздоровления социально-экономической ситуации в регионах, интеграции отечественного транспорта в европейскую и мировую транспортные системы и привлечения зарубежных инвестиций на железные дороги Украины, Министерству транспорта и связи страны назрела необходимость выйти в Правительство с инициативой о предоставлении железным дорогам права изменять тарифы и цены на дополнительные услуги в зависимости от уровня спроса, обязательной компенсации убытков за льготные и пригородные пассажирские перевозки (с учетом их социальной важности), разработки и поддержки программы реформирования отрасли, развития и функционирования международных транспортных коридоров. Важность данного вопроса объясняется тем, что время быстрых популистских решений прошло: требуется скрупулезная работа профессионалов в рамках единой стратегии вывода железнодорожного транспорта из фазы кризиса через подъем и его укрепление как базовой отрасли хозяйства, с обеспечивающей оживление и экономический рост экономики страны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Аксенов И. М. Повышение конкурентоспособности железнодорожного транспорта // *Залізничний транспорт України*. 2001. – № 2. – С. 2-6.
2. Аксенов И. М. Маркетинг на объектах транспорта. – Монография. – Нежин: «Аспект-Поліграф». – 2006. – 334 с.
3. Аксенов И. М. Эффективность пассажирских железнодорожных перевозок: Монография. - К.: Транспорт Украины. 2004. – 284 с.
4. Материалы научно-практической конференции «Современные проблемы экономики и управления на железнодорожном транспорте». - М.: МИИТ. – 1999. – 186 с.

Надійшла до редколегії 31.07.2007 р.

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ТРАНСПОРТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗА ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ

Зроблено аналіз об'ємних показників діяльності різних видів транспорту, визначено роль кожного виду транспорту в транспортній мережі України. Визначено тенденції і запропоновано стратегічні напрямки розвитку перевезень в Україні залізничним транспортом.

Сделан анализ объемных показателей деятельности разных видов транспорта, определено роль каждого вида транспорта в транспортной сети Украины. Определено тенденции и предложены стратегические направления развития перевозок в Украине железнодорожным транспортом.

The analysis of by volumes performance indicators of different types of transport is done, certainly role of every type of transport in the transporting network of Ukraine. Certainly tendencies and strategic directions of development of transportations are offered in Ukraine by a railway transport.

Постановка проблеми. Транспортний комплекс є важливою складовою у структурі економіки України. Ефективне функціонування державної транспортної системи та включення її у європейську та світову транспортні мережі сприяє вирішенню найважливіших завдань сьогодення та дозволяє збільшити обсяги міжнародних перевезень. Тому завжди актуальною є оцінка сучасного стану діяльності різних видів транспорту, яка базується на аналізі показників роботи транспорту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналізу показників транспортної діяльності було присвячено багато досліджень різними вченими: Ю. Ф. Кулаєв, В. К. Мироненко, Є. М. Сич, Ю. М. Цветов, В. Г. Коба, В. І. Пасечник, В. І. Щелкунов, В. М. Загорулько та багато інших.

Формулювання цілі статті. Мета даної статті – зробити аналіз показників транспортної діяльності різних видів транспорту за останні роки, визначити тенденції та місце залізничного транспорту в транспортній системі України і намітити стратегічні ініціативи його подальшого розвитку.

Виклад основного матеріалу. Транспортний комплекс є важливою складовою у структурі економіки України. Ефективне функціонування державної транспортної системи та включення її у європейську та світову транспортні мережі сприяє вирішенню найважливіших завдань сьогодення та дозволяє збільшити обсяги міжнародних перевезень. Частка обсягів продукції підприємств транспортно-дорожнього комплексу у валовому внутрішньому продукті становить 6,7 %, а вартість їх основних засобів - 12,8% від загальної вартості виробничого потенціалу країни.

Загальна транспортна мережа України включає 43,7 тис. км магістральних трубопроводів, 22,0 тис. км залізничних колій, 164,8 тис. км автомобільних доріг з твердим покриттям, 2,3 тис. км експлуатаційних річкових судноплавних шляхів з виходом до Азовського та Чорного морів.

У 2004 р. обсяги перевезень вантажів порівняно з 2003 р. збільшилися на 4,7 % і становили 1,7 млрд т. Вантажооборот досяг 480,1 млрд ткм і зріс на 5,0 %. Підприємство транспорту протягом IV кв. 2005 р. – I півріччя 2006 р. Перевезли 442 млн. т вантажів, що на 3,5 % більше, ніж за I-III квартали 2005 року. Вантажооборот підприємств транспорту становить 196,5 млрд ткм, або 106,9 % проти 9 місяців 2005 року (рис. 1).

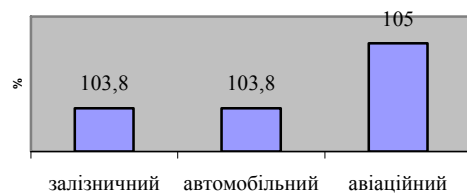


Рис. 1. Темп росту перевезень вантажів (у % до січня-вересня 2005 р.)

Перевезення вантажів залізницями порівняно з 2003 р. зросли на 3,8 %. Збільшилися перевезення основних номенклатурних груп вантажів: цементу - на 18,0 %, лісових вантажів - на 21,9 %, хімічних і мінеральних добрив - на 6,8 %, коксу - на 4,4 %, залізної та марганцевої руди - на 4,8 %, чорних металів - на 8,8 %, кам'яного вугілля - на 6,1 %. Перевезення нафти і нафтопродуктів зменшилися на 24,0 %, зерна та продуктів

перемолу - на 20,0 %. Середньодобове вивантаження вагонів зросло в цілому на 4,2 %.

Вітчизняний морський та річковий торговельний флот збільшив перевезення вантажів на 9,7 %, у тому числі у закордонному сполученні - на 5,9 %, в цілому замовникам доставлено 20,7 млн т вантажів. Перевезення вантажів підприємствами річкового транспорту порівняно з 2003 р. зросли на 18,9 %, морського транспорту знизилися на 0,7 %.

Автомобільним транспортом (з урахуванням перевезень фізичними особами - підприємцями) перевезено 1,0 млрд. т вантажів, що більше, ніж за 2003р. на 5,6 %, та виконано вантажообіг у обсязі 28,8 млрд ткм, який зріс на 18,3 % в основному за рахунок міжміських та міжнародних перевезень.

Магістральними трубопроводами транспортовано 220,9 млн. т вантажів, що на 2,0 % більше, ніж за 2003 р. Транспортування газу зросло на 3,5 %, аміаку - на 1,1 %, нафти зменшилося на 2,3 %. Транзит нафти зріс на 0,2 %, аміаку - на 4,9 % та газу - на 7,3 %.

За 2004 р. на морських (річкових причалах) України перероблено 144,1 млн т вантажів, з них експортних вантажів - 68,0 млн. т, імпорتنних - 12,3 млн т, транзитних -50,1 млн т, внутрішнього сполучення - 13,7 млн т. У порівнянні з 2003 р. обсяги переробки вантажів зросли на 5,4 %, у тому числі експортних, імпорتنних вантажів та внутрішнього сполучення - відповідно на 17,1 %, на 4,7 % та на 16,9 %, транзитних вантажів зменшилися на 9,3 %. Кількість оброблених суден - закордонних та інфракт - зросла на 17,7 % і склала 14,9 тис. одиниць.

Найбільші обсяги переробки експортних вантажів виконувалися підприємствами Одеської області (62,1 % загального обсягу переробки експортних вантажів), Донецької області (15,2 %), М.Севастополя (4,5 %) та Автономної Республіки Крим (4,3 %). Переробкою імпорتنних вантажів займалися переважно підприємства Миколаївської області (48,0 % загального обсягу переробки імпорتنних вантажів) та Одеської області (43,2 %). Транзитні вантажі пройшли в основному через підприємства Одеської області (64,8 % загального обсягу транзиту вантажів), Автономної Республіки Крим (14,4 %), Донецької області (8,8 %) та М.Севастополя (3,7 %). Вантажів внутрішнього сполучення найбільше перероблялося на причалах підприємств Дніпропетровської області (23,6 % загального обсягу переробки внутрішніх вантажів), м. Києва (19,2 %), Автономної Республіки Крим (10,6 %) та Запорізької області (9,3 %).

Через морські (річкові) порти (причали) України відправлявся експорт переважно чорних металів (33,3% загального обсягу переробки експортних вантажів), зернові культури (11,6 %), кам'яне вугілля та нафта сира (по 9,7 %), добрива (7,0 %), руди, шлаки та зола (6,0 %) та сіль, сірка, землі та каміння, штукатурні матеріали (5,9 %). З морських портів (причалів) експортні вантажі направлялися переважно до країн Азії (45,2 % обсягу експорту), Європейського Союзу (21,8 %), Європи (12,9 %), Африки (10,1 %) та Америки (8,1 %). Річкові порти (причали) відправляли вантажі в основному до країн Азії (66,9 % обсягу експорту) та Європи (19,3 %).

Серед імпорتنних вантажів, які Україна переробляла у морських (річкових) портах (причалах), переважали руди, шлаки та зола (64,6 % загального обсягу імпорту вантажів), органічні хімічні сполуки (3,2 %) та цукор і кондитерські вироби з цукру (2,2 %). Імпорتنні вантажі надходили до морських портів (причалів) в основному з Гвінеї (16,7 % обсягу імпорту), Бразилії (12,6 %), Австралії (10,4 %), Туреччини (6,8 %), Індії (6,5 %), Нової Каледонії (5,8 %), Гани (5,6 %), Китаю (5,0 %), Габону (4,0 %), Італії (3,3 %). Річкові порти переробляли імпорتنні вантажі, які надійшли переважно з Індії (67,3 % обсягу імпорту) та Туреччини (22,7 %).

У морських (річкових) портах (причалах) України перероблялися такі основні групи транзитних вантажів: нафта сира (41,6 % загального обсягу транзиту), кам'яне вугілля (21,7 %), добрива (9,4 %), сіль, сірка, землі та каміння, штукатурні матеріали (6,9 %), чорні метали (5,9 %), руди, шлаки та зола (2,7 %), зернові культури (1,5 %). Найбільшими країнами-транзитниками залишаються країни СНД: Російська Федерація (71,9 % загального обсягу транзиту), Казахстан (17,6 %), Білорусь (3,8 %) та Молдова (1,7 %).

За 2004 р. послугами пасажирського транспорту (з урахуванням перевезень міським електротранспортом) скористалися 8,0 млрд пасажирів, що на 3,7 % більше, ніж за 2003 р., та виконано пасажирську роботу в обсязі 128,6 млрд. пас. км, що на 6,1% більше. Послугами пасажирського транспорту скористалися 3,3 млрд осіб, що на 1,4 % більше ніж за 9 місяців минулого року (рис. 2).

Залізничним транспортом за 2004 р. відправлено 452,2 млн пасажирів, що на 5,1 % менше, ніж за 2003 р. Послугами автомобільного транспорту (з урахуванням перевезень фізичними особами - підприємцями) скористалися

3,7 млрд. пасажирів, що на 12,8 % більше. Перевезення пасажирів автотранспортом фізичних осіб - підприємців зросли на 17,9 %. Перевезення пасажирів морським транспортом за 2004 р. зросли на 39,7 % порівняно з 2003 р. Підприємства М.Севастополя, які виконують 86,9 % загальних обсягів морських перевезень пасажирів, збільшили перевезення на 46,5 %. Закордонні перевезення пасажирів зменшилися на 0,2 %. Майже всі закордонні перевезення пасажирів (98,9 %) виконують перевізники Автономної Республіки Крим, які збільшили перевезення пасажирів на 6,2 %. Перевезення пасажирів річковими шляхами порівняно з 2003 р. знизилися на 2,5 %. Закордонні пасажирські перевезення річковим транспортом зросли на 39,6 %. Не зменшується попит на послуги авіатранспорту. За 2004 р. кількість перевезених пасажирів авіаційним транспортом порівняно з 2003 р. зросла на 36,0 %. Постійно збільшуються міжнародні пасажиропотоки в аеропортах України. За 2004 р. з них відправлено за кордон 1980,7 тис. пасажирів, що на 27,8 % більше, ніж за 2003 р. В той же час до України прибуло з-за кордону 1979,6 тис. пасажирів (на 27,3 % більше).

■ автомобільний (88,3%) ■ залізничний (11,5%) ■ авіаційний (0,1%) ■ морський і річковий (0,1%)



Рис. 2. Структура перевезень пасажирів у розрізі підгалузей транспорту (млн пас.)

З проведеного аналізу основних показників транспортної діяльності за останні роки ми бачимо загальну тенденцію зростання цих показників. При визначенні ролі кожного виду транспорту у транспортній мережі України, майже за всіма показниками, провідна роль належить залізницям (рис. 3):

- перевезено вантажів 78,1 %;
- вантажообіг 88,5 %;
- перевезено пасажирів 11,8 %;
- пасажирообіг 46,4 %.

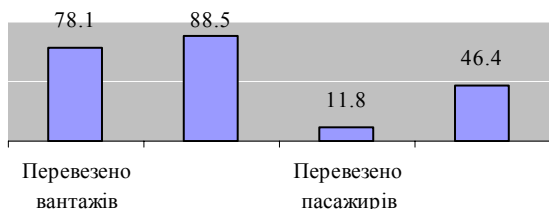


Рис. 3. Питома вага підприємств залізничного транспорту в загальному обсязі за I півріччя 2006 р. (%)

Особливе місце належить вантажним перевезенням залізничним транспортом понад 78 %.

Порівняно з I півріччям 2005 р. перевезення вантажів збільшилися на 1,3 % (рис. 4), а вантажообіг становить 113,3 млрд ткм, що на 3,8 % більше минулорічного показника.

Вантажообіг 103,8 %

Перевезено пасажирів 101,8 %

Перевезено вантажів 101,3 %

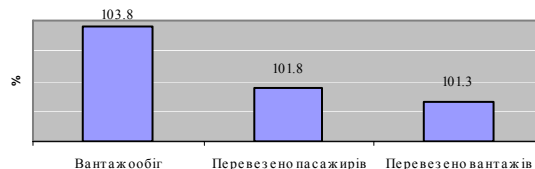


Рис. 4. Динаміка основних показників діяльності підприємств залізничного транспорту (I півріччя 2006 р. у % до I півріччя 2005 р.)

Висновки. Результатом дослідження є визначення особливого місця вантажних перевезень залізничним транспортом, понад 78 %. При такому масштабному обсязі вантажних перевезень постає проблема прискорення техніко-технологічної модернізації залізничного транспорту, яка дозволить у повній мірі використувати транзитний потенціал України. Тому стратегічні ініціативи розвитку залізничного транспорту повинні базуватися на впровадженні корпоративної моделі управління на залізничному транспорті, за допомогою якої відкриваються нові можливості з формування додаткових власних джерел інвестицій, що допоможе у вирішенні таких першочергових завдань як:

- модернізація тягового рухомого складу пасажирських і вантажних вагонів,
- придбання механізмів та обладнання для впровадження програми енергозбереження,
- модернізація колії,
- електрифікація дільниць, будівництво та реконструкція систем електропостачання,
- реконструкція та будівництво мереж зв'язку, телекомунікацій та інформаційних систем.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Статистичний збірник «Транспорт і зв'язок України». 2004.
2. Підсумки роботи транспортно-дорожнього комплексу та зв'язок за 2005 рік. Міністерство транспорту та зв'язку України.
3. Стратегічні ініціативи розвитку транспортно-дорожнього комплексу і зв'язку у II півріччі 2006 р.

Надійшла до редколегії 31.07.2007.

СОЦІАЛЬНИЙ ЗАХИСТ ЯК ОДИН З НАПРЯМІВ СТРУКТУРНОЇ РЕФОРМИ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Пропонується проведення моніторингових досліджень для визначення комплексної оцінки соціальної захищеності працівників залізничного транспорту. Розглядаються завдання і етапи цієї процедури.

Предлагается проведение мониторинговых исследований для определения комплексной оценки социальной защищенности работников железнодорожного транспорта. Рассматриваются задания и этапы этой процедуры.

The leadthrough of monitoring researches is offered for determination of complex estimation of social protected of workers of railway transport. The tasks and stages of this procedure are examined.

Сьогодні, в умовах реформування залізничного транспорту, керівництвом «Укрзалізниці» приділяється велика увага соціальному захисту працівників, що є одним з напрямів структурної реформи галузі.

Насамперед слід зазначити, що за рахунок забезпечення високих темпів соціально-економічного розвитку залізничної галузі забезпечується можливість покращення соціального добробуту працівників.

Згідно з Концепцією Державної програми реформування залізничного транспорту України, схваленою Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 27.12.2006 р. № 651, для забезпечення соціального захисту працівників галузі під час і після реформування передбачається насамперед проведення соціальної політики на принципах партнерства з галузевими профспілками, розробка і впровадження соціальних стандартів, вирішення проблем щодо умов і оплати праці в рамках тарифної угоди (колективного договору), удосконалення системи медичного обслуговування з впровадженням страхових принципів фінансування.

Актуальністю відзначається питання ступеня соціальної захищеності працівників залізничного транспорту.

Вирішення стратегічних задач структурної реформи неможливе без зміни принципів соціальної підтримки. Доцільним є комплексна оцінка соціальної захищеності працівників залізничної галузі.

Пропонується провести моніторингові дослідження, які забезпечать можливість якісної суб'єктивної оцінки показників загального рівня життя й визначити міру задоволеності соціальною сферою в різних категорій працівників залізничного транспорту.

Метою такого дослідження є власне оцінка ступеня соціальної захищеності працівників як

основи формування й розвитку організаційної структури.

Завдання дослідження полягатимуть у наступному:

- вивчення рівня соціального захисту працівників залізничного транспорту;
- з'ясування питання про ступінь задоволеності працівників станом соціальної сфери на підприємстві, як у цілому, так і у різних аспектах цієї проблеми;
- виявлення тих сторін соціальної сфери, стан яких не задовольняє співробітників і вимагає більше пильної уваги з боку керівництва;
- виявлення ступеня відповідності декларованого та реального становища у області соціального захисту працівників залізниць.

Таке дослідження необхідно провести методом анкетного опитування. Оскільки об'єктом дослідження є персонал «Укрзалізниці», що включає у свій склад безліч підприємств різної функціональної спрямованості, територіально розташованих по всій території України, найбільш раціональним способом опитування є застосування вибіркового методу. Анкета повинна містити питання, згруповані за тематикою (що стосуються різних аспектів соціального захисту і характеристики організаційної й управлінської культури). У зв'язку зі специфікою дослідження в анкету повинні бути включені відкриті, напівзакриті, меню й альтернативні питання, як про факти, так і про думку респондентів.

У підсумку слід зазначити, що опрацювання результатів вказаних моніторингових досліджень дозволить виявити певні закономірності, тенденції та шляхи подолання проблем у сфері соціального захисту працівників залізничної галузі.

Процес досліджень включає наступні етапи й процедури:

1. Визначення проблеми й цілей досліджень.
2. Розробка плану й анкети для досліджень.
3. Анкетування й аналіз результатів.

Об'єктом соціальної проблеми в дослідженні є соціальна сфера в діяльності залізниць .

Предметом - реальний стан соціальної сфери з погляду працівників залізничного транспорту.

Об'єктом дослідження є працівники залізничного транспорту України.

Предмет дослідження - думка співробітників про рівень різних аспектів соціального захисту на підприємствах залізничного транспорту.

Формування гіпотези. Керівництвом "Укрзалізниця" приділяється велика увага соціальному захисту працівників, соціальна політика охоплює всі основні аспекти цього питання, відповідно, основною гіпотезою дослідження буде припущення про те, що працівники залізничного транспорту в цілому задоволені рівнем соціального захисту. Складовими цієї гіпотези будемо вважати припущення про те, що:

- працівники одержують гідну заробітну плату;
- забезпечуються необхідною матеріальною допомогою;
- задоволені, кількістю і якістю обслуговування підприємств робочого постачання, охорони здоров'я, спортивних об'єктів, проведенням заходів дозвілля й відпочинку, організованих керівництвом залізниць.

Соціальна політика на залізничному транспорті Росії буде будуватися на принципах партнерства з галузевими профспілками залізничників і транспортних будівельників. Зокрема, у ВАТ «РЖД» умови праці, заробітної плати й інших соціальних питань будуть устанавлюватися Галузевою тарифною угодою.

Соціальний розвиток залізничного транспорту України

- Закріплення і розширення системи гарантій, компенсацій і пільг, діючих на залізничному транспорті, підвищення мотивації праці, покращення рівня життя працівників і ветеранів галузі за рахунок проведення реформ, спрямованих на найбільш повне задоволення потреб економіки країни в перевезеннях, покращення якості обслуговування, підвищення продуктивності праці і, на цій основі, посилення соціального захисту працівників, а також забезпечен-

ня стабільної роботи усіх ланок в період реформування галузі;

- Удосконалення і розширення видів соціальної підтримки робітників залізничного транспорту по мірі створення економічних умов і в залежності від результатів роботи.

- Створення галузевої програми сприяння зайнятості працівників залізничного транспорту, яких буде звільнено за скороченням штату або чисельності.

- у випадку скорочення обсягів робіт зменшення чисельності працівників проводити, в першу чергу, шляхом природної плинності кадрів та тимчасового обмеження прийому на роботу.

- звільнення працівників за скороченням штату або чисельності застосовувати лише як вимушений захід, а їх працевлаштування проводити на підприємствах, в організаціях, в установах галузі у порядку, передбаченому чинним законодавством.

- надавати переважне право працевлаштування на вакантні посади на підприємствах залізничного транспорту працівникам галузі, які підпадають під скорочення чисельності або штату.

- вживати заходів щодо перепідготовки вивільнених працівників за професіями, на які є попит на підприємствах галузі.

- у випадку ліквідації малодіяльних та збиткових структурних підрозділів залізниць вживати заходів для першочергового працевлаштування працівників, які є єдиними годувальниками в сім'ї, батьків багатодітних сімей, ветеранів залізничного транспорту, яким залишилося менше 5 років до досягнення пенсійного віку.

- організувати підготовку фахівців та кваліфікованих робітників, підвищення кваліфікації працівників відповідно до потреб підприємств галузі. Навчально-виробничий процес, професійно практичну підготовку робітників у технічних школах, працевлаштування випускників вищих навчальних закладів здійснювати згідно Правил організації та проведення професійно-практичної підготовки слухачів технічних шкіл, Положення про організацію навчально-виробничого процесу в технічних школах залізничного транспорту, Положення про стажування та працевлаштування молодих фахівців на залізничному транспорті, які є невід'ємною частиною Галузевої угоди:

- поліпшення соціального захисту і підтримки ветеранів праці:

- збереження права на безплатне користування медичними установами пенсіонерів, які

звільнилися на пенсію з підприємств залізничного транспорту України, а також країн СНД;

- збереження права на пільговий проїзд...
- розробка заходів, спрямованих на захист соціально-економічних інтересів і трудових прав молоді (навчання, житло, страхування...);

Підтримка освітніх програм:

- з метою підтримки трудових династій галузі оплачувати на умовах, передбачених відповідними нормативними документами, навчання дітей залізничників в галузевих навчальних закладах за спеціальностями, необхідними для залізничного транспорту;
- створення спеціальних фондів підтримки учбових закладів галузі на рівні Укрзалізниці (залізниць України);
- створення спеціальних фондів в учбових закладах із залученням коштів від застосуван-

ня платних форм навчання, спонсорської допомоги та інше;

- затвердження галузевих програм працевлаштування випускників навчальних закладів галузі з встановленням квоти на робочі місця для молодих спеціалістів;
- надавати працівникам залізниці безвідсоткові позики в межах коштів, визначених кошторисом залізниці, для навчання залізничників і їх дітей в закладах освіти. При потребі виробництва, у виняткових випадках, здійснювати підготовку фахівців з вищою освітою в навчальних закладах за кошти залізниці.

Надійшла до редколегії 31.07.2007 р.

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

У статті визначені загальні тенденції, актуальні проблеми та перспективні напрямки розвитку підприємств міського електричного транспорту. Запропонований комплекс заходів, спрямований на стабілізацію роботи підприємств галузі.

В статье определены общие тенденции, актуальные проблемы и перспективные направления развития предприятий городского электрического транспорта. Предложен комплекс мероприятий, направленный на стабилизацию работы предприятий отрасли.

General tendencies, actual problems and perspective trends of the development of enterprises of city electric transport are determined in the article. The complex of arrangements directed to stabilization of the work of the enterprises of the field is proposed.

Міський електричний транспорт – це складова частина єдиної транспортної системи, яка призначена для перевезення громадян трамваями, тролейбусами, поїздами метрополітену на маршрутах (лініях) відповідно до вимог життєзабезпечення населених пунктів [1]. З переходом на ринкові умови господарювання до транспортної системи України стали висуватися більш високі вимоги по відношенню до якості, регулярності і надійності транспортних зв'язків, збереженню вантажів і безпечності перевезення пасажирів, строків і вартості доставки. Сучасні стандарти життя зумовлюють зростання потреб населення в більш швидкому, але в той же час зручному і безпечному транспортуванні.

Стан міського електричного транспорту позначається на економічному зростанні кожного конкретного міста, а отже і національної економіки в цілому.

Ефективне функціонування міського електричного транспорту має не тільки економічне, але й велике соціальне значення, оскільки від його роботи залежить рівень задоволення щоденних потреб у перевезеннях широких верств населення. Крім того, діяльність підприємств міського електричного транспорту відбивається на стані навколишнього природного середовища, наслідком чого може бути загострення екологічних проблем.

Отже, актуальність розробки комплексу заходів з організаційно – економічного розвитку підприємств міського електротранспорту обумовлена необхідністю реформування їх діяльності з метою досягнення високої економічної та соціальної ефективності.

Метою даної статті є аналіз сучасного стану, визначення актуальних проблем і перспективних напрямків розвитку підприємств міського електричного транспорту.

Міський електричний транспорт – це комплекс різних видів транспорту на електротязі, які здійснюють перевезення населення і вантажів територією міста і найближчої приміської зони [5]. Міський електричний транспорт включає: транспортні засоби (рухомий склад), шляхові пристрої (рейкові шляхи, тунелі, естакади, стоянки), засоби електрозабезпечення (кабельні і контактні мережі, тягові електропідстанції), ремонтні майстерні і заводи, депо, гаражі, станції технічного обслуговування, лінійні прилади (зв'язок, сигналізація, блокування), диспетчерське управління.

Міський електротранспорт функціонує в 53 містах України, а саме в великих промислових та в усіх обласних центрах, за винятком Ужгорода. Трамвайне сполучення мають 24 міста, тролейбусне – 47, метрополітенне – міста Київ, Харків і Дніпропетровськ [6]. Підприємства галузі є соціальними перевізниками, оскільки перевозять в першу чергу пільгові категорії пасажирів. Цим видом транспорту щорічно перевозиться майже 4 млрд пасажирів, або 65 % загальної кількості міських пасажироперевезень.

Починаючи з 1991 року практично припинився розвиток даної галузі, склалася стійка тенденція до зменшення пасажирообороту, погіршення якості транспортного обслуговування населення та зниження рівня безпеки руху. Протягом зазначеного періоду, обсяги пасажироперевезень зменшилися в деяких містах майже у два рази, а рухомий склад – на третину [2]. Однак, в 2005 році порівняно з 2004 роком пасажирооборот міського електричного транспорту збільшився на 2,5 % за рахунок зростання обсягів пасажироперевезень метрополітеним і тролейбусним транспортом (таблиця) [6].

Пасажирооборот міського електричного транспорту, млрд пас. км

Вид транспорту	Роки							
	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Трамвайний	13,0	5,3	9,0	8,7	7,8	6,7	6,6	6,5
Тролейбусний	21,0	8,8	16,8	15,5	14,1	11,2	10,8	11,2
Метрополітенний	4,4	3,6	4,9	6,0	6,4	6,7	6,4	6,7
Всього:	38,4	17,7	30,7	30,2	28,3	24,6	23,8	24,4

Майже 90 % трамвайних вагонів і тролейбусів відпрацювали свій нормативний строк експлуатації і підлягають списанню. Більше половини парку рухомого складу потребує капітального ремонту. Позитивним для галузі є те, що в країні створений власний виробничий потенціал для виготовлення трамвайних вагонів і тролейбусів. Вітчизняні виробники здатні виготовити понад 300 тролейбусів та 100 трамвайних вагонів на рік, а за необхідності, збільшити виробництво та повністю забезпечити ними міста України. Однак, замовлення на їхнє придбання від власників підприємств електротранспорту майже відсутні. Вартість нового тролейбуса коливається від 900 тис. до 1 млн 300 тис. грн, трамваю – від 1 млн 800 тис. до 13 млн грн. Через відсутність коштів у підприємств міського електротранспорту та обмежені можливості місцевих бюджетів парк трамвайних вагонів і тролейбусів щороку оновлюється лише на 8–10 відсотків від мінімальної потреби. При мінімальній щорічній потребі понад 400 одиниць, фактичні обсяги закупівлі нового рухомого складу складають у середньому 60 одиниць на рік [2]. Біля 30 відсотків контактної та кабельної мережі міського електротранспорту перебувають в аварійному стані та потребують заміни. Як наслідок, в окремих містах скоротилася протяжність трамвайних колій і тролейбусних ліній. Виникла загроза закриття трамвайно – тролейбусного сполучення в невеликих містах України.

Значно погіршилася регулярність руху та культура обслуговування пасажирів. Насьогодні в містах України відсутні узгодженість графіків руху всіх видів міського пасажирського транспорту, сучасні пересадочні вузли, а маршрутна мережа часто не взаємопов'язана.

Протягом 2006 року тролейбусний парк України скоротився на 3 відсотка. Більше 90 відсотків тролейбусів експлуатуються понад

10 років. Середній вік рухомого складу становить 16 років, при цьому значення цього показника коливається від 8,5 років (м. Антрацит) до 27,7 років (м. Єнакієве). Кількість перевезених пасажирів та пасажирооборот тролейбусних господарств щорічно зменшуються (див. рис. 1). Так, протягом 2000–2005 років кількість перевезених пасажирів тролейбусним транспортом скоротилася на 26 відсотків [6]. При цьому, частка безоплатно перевезених пасажирів в загальній кількості перевезених зростає. Структура перевезень українськими тролейбусними підприємствами має наступний вигляд: 43 % загальної кількості пасажирів перевозиться платно, 57 % – безоплатно. Від безоплатних перевезень пільгових категорій громадян підприємства міського електротранспорту зазнають значних втрат, які компенсуються видатками з державного та місцевих бюджетів у середньому лише на 50 відсотків. Це негативно позначається на фінансовому стані підприємств міського електротранспорту.

За рахунок збору плати за проїзд підприємствами міського електричного транспорту покривається менше половини їх експлуатаційних витрат на перевезення. Так, доходи тролейбусних господарств України від реалізації проїзних документів за 2006 рік покрили лише 38 відсотків їх витрат на перевезення пасажирів.

Негативно впливає на фінансовий стан підприємств міського електричного транспорту нерегульованість ринку міських пасажироперевезень. Приватні автотранспортні перевізники дублюють маршрути міського електротранспорту, відбираючи платоспроможних пасажирів.

За таких умов що склалися, збитки підприємств міського електротранспорту зростають. Вони виконують нерентабельні, але соціально важливі перевезення. Тому фінансування їх діяльності має велике соціальне значення.

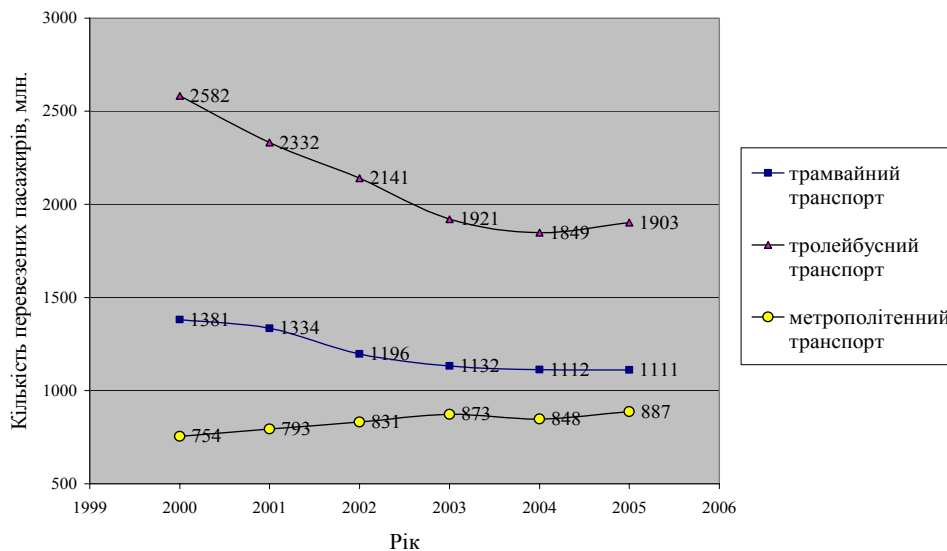


Рис. Динаміка кількості перевезених пасажирів міським електричним транспортом

В Чернігові функціонує такий вид електричного транспорту, як тролейбусний. Питома вага перевезень екологічно чистим видом транспорту складає 86 % загального обсягу пасажироперевезень у місті. Пасажирооборот та кількість перевезених пасажирів тролейбусним транспортом щорічно зменшуються, при цьому частка пільговиків в загальній кількості перевезених зростає. В 2006 році частка безоплатно перевезених пасажирів зросла на 3 відсотка порівняно з 2005 роком і склала 29 відсотків. Протяжність експлуатаційної лінії в Чернігові становить 102,6 км, більше 12 км мережі потребує заміни. В тролейбусному парку міста налічується 147 пасажирських тролейбусів, 90 відсотків яких експлуатуються понад 10 років. З кожним роком технічний стан тролейбусів катастрофічно погіршується. Поглибленого ремонту потребують більше 70 відсотків тролейбусів. Значний знос рухомого складу, який складає близько 90 відсотків, призвів до скорочення кількості тролейбусів на маршрутах міста. На сьогодні тролейбусне господарство Чернігова має кадрову проблему, якої не існувало ще рік тому.

Таким чином, сучасний стан підприємств міського електричного транспорту є кризовим. Підприємства галузі функціонують збитково, спрацьованість основних виробничих фондів досягла граничного рівня, постійно не вистачає коштів на оновлення та капітальний ремонт рухомого складу, незадовільно вирішуються питання технічних інновацій і технологічної модернізації. Все це не дозволяє повною мірою задовольнити транспортні потреби населення

міст та призводить до зниження рівня безпеки перевезення пасажирів.

Внаслідок занепаду екологічно чистого виду транспорту містам України загрожує загострення екологічних проблем.

Криза міського електротранспорту зумовлена загальним станом економіки держави, проте є й конкретні причини, які стосуються безпосередньо роботи міського електротранспорту:

- недостатній рівень фінансового забезпечення;
- неефективний менеджмент підприємств;
- нерегульованість ринку пасажироперевезень, що веде до дублювання маршрутів і втрати платоспроможних пасажирів;
- встановлення тарифів на проїзд без врахування фактичної собівартості перевезень;
- низька інвестиційна привабливість внаслідок збитковості підприємств.

Неподолання у найближчі роки негативних тенденцій, що склалися у міському електричному транспорті створить реальну загрозу економічному зростанню міст через транспортну незабезпеченість необхідної рухомості населення та мобільності трудових ресурсів як фактора розвитку виробництва, а також загостренню екологічних проблем.

Пріоритетними напрямками розвитку підприємств міського електричного транспорту є [4]:

- організація ефективного управління підприємствами та належного використання їх майнового комплексу;
- забезпечення беззбиткового функціонування;

– технічне переоснащення та укріплення матеріально-технічної бази.

Отже, для подолання кризового становища, в якому перебувають підприємства міського електричного транспорту та їх подальшого розвитку необхідно реалізувати наступний комплекс заходів:

– створення уповноваженими органами умов для рівноцінної конкуренції на ринку міських пасажироперевезень, регулювання ними граничних величин тарифів на проїзд для різних перевізників;

– скасування пільг на проїзд усім громадянам, за винятком тих, хто безпосередньо потребує соціального захисту: діти, інваліди, пенсіонери;

– забезпечення координації роботи міського електротранспорту з автоперевізниками з метою усунення дублювання трамвайних і троллейбусних маршрутів [3];

– вдосконалення методики формування тарифів на послуги міського електричного транспорту;

– скорочення витрат підприємств на експлуатаційну діяльність, у тому числі за рахунок оптимізації чисельності працівників, підвищення якості технічного обслуговування і ремонту рухомого складу та об'єктів міського електротранспорту, впровадження сучасних енергозберігаючих технологій та обладнання, оптимізації обсягів транспортної роботи та реалізації заходів, спрямованих на збільшення експлуатаційної швидкості рухомого складу на маршрутах [4];

– поглиблений капітально-відновлювальний ремонт, оновлення рухомого складу, який вичерпав ресурс експлуатації, шляхом закупівлі сучасних вітчизняних троллейбусів і трамваїв, будівництво та реконструкція троллейбусних ліній та трамвайних колій із використанням нових технологій, конструкцій і спеціальних частин для контактних мереж, належне утримання підприємствами рухомого складу;

– підвищення ефективності збору плати за проїзд;

– підвищення якості транспортних послуг.

Для фінансового забезпечення реалізації запропонованих заходів, окрім державних та власних коштів підприємств міського електричного транспорту, необхідно залучати кредити, гранти міжнародних організацій, кошти міжнародних програм, благодійні внески.

Отже, для стабілізації роботи підприємств міського електричного транспорту необхідно реалізувати комплекс заходів, висвітлений у статті, що створить умови для їх беззбиткової діяльності, залучення додаткових інвестицій та пріоритетного розвитку. Це, в свою чергу, призведе до підвищення якості, а отже і безпеки послуг, які надаються підприємствами міського електричного транспорту широким верствам населення.

Перелік пропозицій, наведений у статті, не є вичерпним, що свідчить про необхідність зосередження уваги уповноважених в цій сфері органів та безпосередньо виробників послуг на актуальних проблемах розвитку міського електричного транспорту.

БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Закон України «Про міський електричний транспорт» від 29 червня 2004 року № 1914-IV // Законодавство України, ноябрь 2006. – К.: Інфодиск, 2006.
2. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Концепції Державної програми розвитку міського електро-транспорту на 2006-2015 роки» від 15 червня 2006 року № 330-р.
3. Рішення Колегії Міністерства будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України «Про стан реалізації положень Закону України «Про міський електричний транспорт» від 29 червня 2006 року № 130.
4. Рішення Чернігівської міської ради «Про Програму розвитку міського електричного транспорту м. Чернігова на 2005 – 2006 роки» від 29 листопада 2005 року.
5. Словник термінів електротранспорту / Уклад.: Ю. Ф. Зубенко, Д. Ю. Зубенко. – Х.: Харків, 2000. – 176 с.
6. Україна у цифрах у 2005 році: Статистичний довідник. – К.: Консультант. – 2006.

Надійшла до редколегії 25.07.2007.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ЗАМЕНЫ АКТИВНОЙ ЧАСТИ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Розроблений комплексний підхід до рішення задачі заміни активної частини основних фондів. Виділені основні етапи і інформація процесу ухвалення інвестиційного рішення, що управляє. Визначені математичні методи рішення відповідних підзадач, що підвищують ефективність управлінських рішень і що знижують інвестиційні ризики. Розроблена інформаційна модель процесу ухвалення рішення на основі технології функціонального моделювання IDEF0.

Разработан комплексный подход к решению задачи замены активной части основных фондов. Выделены основные этапы и управляющая информация процесса принятия инвестиционного решения. Определены математические методы решения соответствующих подзадач, повышающие эффективность управленческих решений и снижающие инвестиционные риски. Разработана информационная модель процесса принятия решения на основе технологии функционального моделирования IDEF0.

The complex approach to the decision-making of renewal of an active part of a capital assets is developed. The basic stages and the control information of process of making of the investment decision are specified. Mathematical methods of the solution of the corresponding subproblems, raising efficiency of administrative decisions and lowering investment risks are determined. The information model of decision-making process is developed on the basis of the technology of functional modeling IDEF0.

Одним из основных направлений инновационно-инвестиционной политики любого хозяйствующего субъекта в настоящее время является расширение деятельности по модернизации и замене применяемых машин и механизмов, оборудования, технологий, повышения квалификации обслуживающего персонала и т. д. Поэтому актуальным является разработка новых математических методов и моделей, позволяющих в условиях ограниченности собственных средств повысить эффективность принимаемых решений по обновлению активной части основных фондов, к которым кроме прочего относится и оборудование.

В практике решения задач о замене оборудования широко используются модели сетевой оптимизации, которые можно свести к задаче о кратчайшем пути, игровые методы обоснования решений, в том числе на основе критериев Вальда, Сэвиджа, Гурвица, модели линейного, стохастического программирования, динамические модели [1].

Однако все подходы ограничиваются рассмотрением отдельных вопросов, большинство решений, полученных при использовании указанных методов, имеют обобщенный характер. Отсутствие целостного научного подхода к формированию концепции и анализу экономического содержания процесса обновления активной части основных фондов предприятий

приводит к принятию неэффективных управленческих решений. Этим объясняется актуальность разработки комплексного подхода к решению поставленной задачи, который призван обеспечить лицо, принимающее решение (ЛПР) всей необходимой информацией для принятия эффективных управленческих решений.

Таким образом, целью данного исследования является разработка комплексного подхода обновления активной части основных фондов предприятий, направленного на повышение эффективности инвестиционных процессов в экономике.

Классическая постановка динамической задачи замены оборудования

Основным преимуществом динамических моделей замены оборудования является представление объекта как открытой, сложной, динамической системы, что значительно повышает гибкость и оперативность принимаемых решений на всем протяжении ее (производственной системы) жизненного цикла.

Рассмотрим классическую постановку задачи замены оборудования в рамках теории динамического программирования [2].

Требуется определить оптимальную стратегию замен в плановом периоде $[0..T]$. Критерием оптимальности будет минимум ожидае-

мых затрат или максимум ожидаемой прибыли за некоторый период времени. В начале планового периода из T лет имеется оборудование возраста t лет. Для каждого года планового периода известны стоимость $r(t)$ произведенной продукции с использованием имеющегося оборудования и затраты $u(t)$, связанные с его эксплуатацией. Эти характеристики зависят от возраста t объекта. Известны также его остаточная стоимость $s(t)$, зависящая от его возраста, и цена p единицы нового оборудования, не меняющаяся в рассматриваемом плановом периоде. Требуется разработать оптимальную политику в отношении имеющегося объекта замены, т. е. в начале каждого года планового периода нужно установить, сохранить в этом году или продать его по остаточной стоимости $s(t)$ и купить новое по цене p , с тем, чтобы ожидаемая прибыль $F_T(t_0)$ за T лет достигла максимальной величины.

Общее функциональное уравнение для условно-оптимальной прибыли $F_k(t)$ за k последних лет будет иметь вид (1):

$$F_k(t) = \max_t \begin{cases} r(t) - u(t) + F_{k-1}(t+1) \\ s(t) - p + r(0) - u(0) + F_{k-1}(1) \end{cases} \quad (1)$$

где $F_k(t)$ – прибыль на k -м шаге; $r(0)$ – стоимость продукции, выпущенной на новом оборудовании; $u(0)$ – эксплуатационные расходы для нового оборудования.

$$u(t) = u(0) \cdot (t+1); \quad (2)$$

$$s(t) = s(0) \cdot 2^{-t}, \quad (3)$$

где $s(0) = p$ – стоимость нового оборудования.

Определим условия, при котором принимаются соответствующие решения о сохранении или замене оборудования. Замена оборудования возраста t лет осуществляется, когда прибыль от нового оборудования на последнем периоде больше, чем от старого, т. е. при условии (4):

$$r(t) - u(t) \leq s(t) - p + r(0) - u(0). \quad (4)$$

Данная постановка (1)-(4) является упрощением реальной задачи замены. Так, очевидно, что стоимость нового оборудования $p(t)$ не является постоянной величиной и зависит от времени. Кроме этого в задаче не исследуются возможные варианты оснащения с учетом предложений рынка оборудования и имеющихся

ресурсов. То есть решение о выборе того или иного оборудования при замене старого осуществляется интуитивно на основе предпочтений ЛПП, без анализа как технико-экономических показателей различных вариантов, так и различных вариантов инвестирования.

Следует отметить, что другие математические методы и модели, которые могут быть использованы при решении задачи о замене оборудования, так же обладают рядом недостатков. Основным из которых является решение лишь одной определенной подзадачи, например:

1) определение сроков замены оборудования (методы динамического программирования, сетевые методы [3] и др.);

2) выбор из множества возможных вариантов замены оборудования оптимального (сетевые методы, методы параметрической оптимизации и др.);

3) распределение ограниченных ресурсов между различными вариантами замены (методы динамического программирования, линейной оптимизации и др.) [4];

4) определение наиболее эффективного метода вложения средств в инвестиционный проект по замене оборудования (методы линейной, нелинейной оптимизации, игровые методы обоснования решений и др.) [5].

Очевидно, что принятие решения об осуществлении инвестиционной деятельности по замене оборудования на основе решения лишь одной из указанных подзадач невозможно, без решения остальных.

В данной работе автором разработан комплексный, систематизированный подход к решению исследуемой задачи, состоящий из ряда этапов, на которых решаются различные подзадачи на основе экономико-математических методов и моделей.

Для этого предлагается полученное в динамической задаче о замене оборудования решение дополнить анализом различных вариантов замены на основе информации о предложениях рынка, ресурсных возможностях предприятия, осуществляющего замену оборудования, а также рассмотрения различных вариантов инвестирования финансовых средств с целью снижения рисков инвестиционной деятельности.

Инжиниринг бизнес-процесса принятия решения на основе комплексного подхода к задаче о замене оборудования

Разработка комплексного подхода заключается в разбиении процесса принятия решений на этапы, в которых решаются различные под-

задачи с использованием соответствующих экономико-математических методов. Такой подход по сути предполагает проведение инжиниринга [6; 7] соответствующего бизнес-процесса по формированию информации для ЛПР, на основе которой осуществляется принятие решений о необходимости замены и выбора ее оптимальных вариантов.

Определим основные этапы принятия решения, управляющую информацию, на основе которой должно приниматься решение об инвестировании средств в новое оборудование и средства и методы ее получения на основе теории принятия решений.

В процессе принятия решений выделяют три этапа [8]:

- 1) постановка задачи – определение критического объекта замены;
- 2) формирование решения – определение альтернативных вариантов замены;
- 3) выбор решения – выбор варианта замены.

На первом этапе в нашем случае будут выполняться следующие задачи:

1.1. Исследование состояния наличного оборудования.

1.2. Исследование предложений на рынке оборудования (определение «аналогов» для замены, условия предоставления оборудования).

1.3. Определение сроков замены оборудования.

1.4. Определение критического объекта замены.

Входящей информацией при реализации данного этапа будут данные о наличном оборудовании: номенклатура активной части основных фондов в разделе оборудование, данные о сроках службы, эксплуатационных расходах, остаточной стоимости. А также данные о предложениях оборудования на рынке: стоимость аналогов, их технико-экономические характеристики и условия предоставления (лизинг, аренда, отсрочка платежа и др.).

На основе полученных данных при исследовании состояния оборудования решается рассмотренная ранее задача динамического программирования для определения оптимальных сроков замены и составления плана замены оборудования. При анализе полученного плана определяется критический объект замены. То есть оборудование, которое должно быть заменено в ближайшей перспективе для обеспечения эффективной работы производственной системы.

Таким образом, исходящей информацией первого этапа является: информация об оборудовании, подлежащем замене (критический объект замены), технико-экономические показатели вариантов замены (альтернативного

оборудования), а также условия предоставления оборудования поставщиками.

На втором этапе процесса принятия решения решаются следующие задачи:

2.1. Формирование альтернативных вариантов замены оборудования.

2.2. Исследование рынка инвестиционных ресурсов.

2.3. Формирование альтернативных вариантов инвестирования.

Входящей информацией для второго этапа являются: критический объект замены, технико-экономические показатели альтернативного оборудования, данные рынка инвестиционных ресурсов (условия кредитования и др.) и условия предоставления оборудования.

На основе этой информации с использованием теории графов, учитывая специфику исследуемого объекта, его роль и взаимосвязь с другими объектами производственной системы осуществляется построение графа альтернативных решений замены оборудования. А также осуществляется формирование альтернативных вариантов вложения средств в инвестиционный проект.

На третьем этапе принятия решения на основе полученных данных на предыдущих двух этапах путем решения задачи параметрической оптимизации осуществляется выбор варианта замены оборудования, а также на основе динамической модели планирования финансовых ресурсов с учетом показателя риска и ограничений на средний срок погашения инвестиционного фонда решается задача инвестиционного планирования.

Входящей информацией для последнего этапа принятия решения будут являться данные о возможных вариантах замены оборудования и варианты инвестирования. Исходящей информацией является решение о замене оборудования, которое предлагается на рассмотрение для ЛПР.

В рамках данного исследования было осуществлено функциональное моделирование рассмотренного ранее процесса принятия решения о замене оборудования на основе технологии IDEF0 с помощью CASE-средства (программной системы) VPwin. Укрупненная схема разработанного бизнес-процесса представлена на рисунке.

Законодательство РБ, маркетинговые методы исследования рынка, аналитический метод, методы динамического программирования, теория графов, методы параметрической оптимизации являются управляющими воздействиями, на основе которых осуществляется реализация рассмотренных этапов процесса принятия решения.

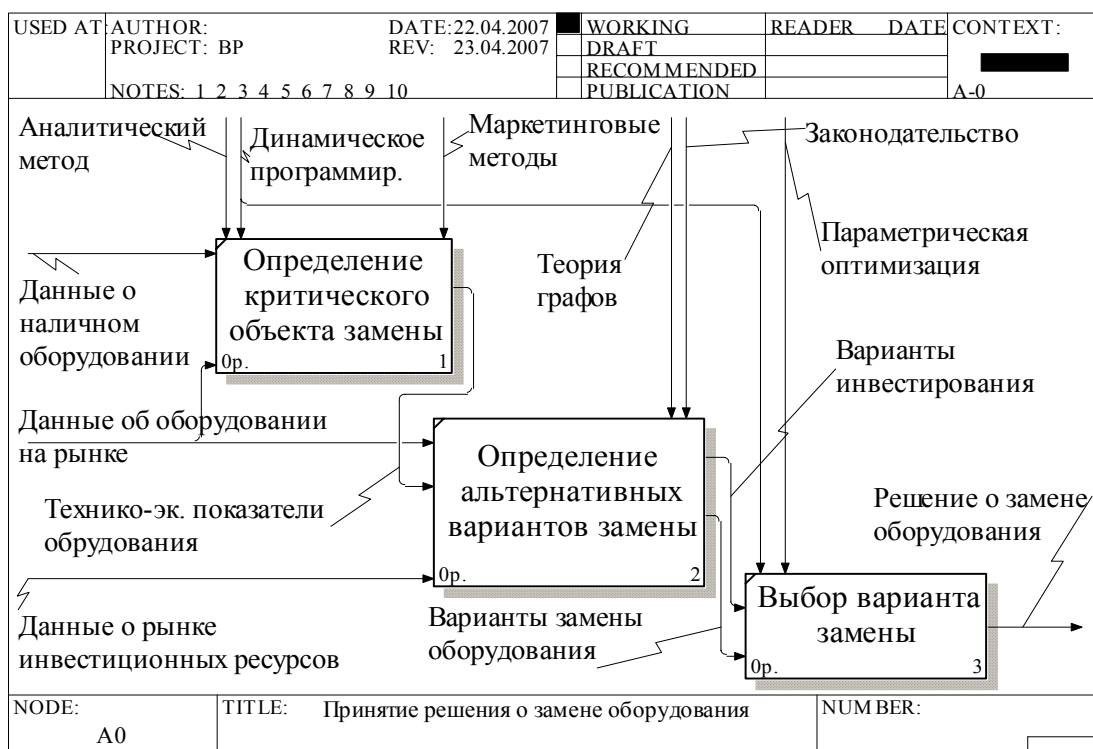


Рис. Укрупненная схема бизнес-процесса принятия решения о замене оборудования

В исследуемом бизнес-процессе принятия решения о замене оборудования ключевыми процессами являются определение критического объекта замены и выбор варианта замены (см. рисунок). Как было отмечено ранее, решение первой подзадачи осуществляется на основе задачи динамического программирования (1)–(4).

В данном исследовании постановка задачи обоснования метода инвестирования формулируется следующим образом. Для выбора инновационно-инвестиционных стратегий или задач замены объектов создается целевой фонд, предназначенный для инвестиций. При этом ставятся три основные цели:

1) при данных возможностях инвестирования и утвержденного графика выплат должна быть разработана либо стратегия, минимизирующая наличную сумму денег, которая составляет первоначальную основу целевого фонда, либо стратегия, максимизирующая денежную наличность к концу периода;

2) при разработке оптимальной стратегии средний индекс риска инвестиционных фондов в течение каждого периода не должен превышать заданной величины;

3) в начале каждого периода (после того как сделаны новые инвестиции) средняя продолжительность погашения инвестированных средств не должна превышать заданной величины.

На основе решения поставленной задачи для каждого объекта замены, составляется инвестиционный план. При этом ЛПП должен организовать процесс инвестирования, определив оптимальные направления использования ресурсов, так, чтобы среди потенциально реализуемых проектов выбрать наиболее экономически эффективные. При этом проекты с повышенным риском должны компенсироваться менее рисковыми, а долгосрочные проекты должны выполняться одновременно с краткосрочными.

Таким образом, в рамках данного исследования был разработан комплексный подход к решению задачи обновления активной части основных фондов предприятия на основе динамической задачи о замене оборудования и моделирования финансовых ресурсов.

На основе построения информационной модели по технологии функционального моделирования IDEF0, реализованной в программной системе BPwin 4.0, осуществлен инжиниринг процесса принятия решений поставленной задачи. Для чего были выделены основные этапы, управляющая информация и определены экономико-математические методы, с помощью которых осуществляется решение соответствующих подзадач. Предложенный подход может быть эффективно применен для решения инвестиционных задач модернизации любой сложности.

В заключение следует отметить, что разработанный подход к решению задачи обновления активной части основных фондов предприятия, позволяет комплексно решать возникающие при реализации соответствующего инвестиционного проекта подзадачи и обеспечивает преэминентность управляющей информации, возникающей на различных ее этапах.

Однако реализация такого подхода вследствие обработки большого количества информации невозможна без разработки и применения специальных программных комплексов, реализующих разработанные методы оптимизации, снабжающие ЛПР необходимой информацией при принятии соответствующих решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Друкер П. Эффективное управление. Экономические задачи и оптимальные решения: Пер. с англ. М. Котельниковой. - М.: ФАИР-ПРЕСС, 2003. – 288 с. - (Университеты бизнеса).
2. Кузнецов А. В. Высшая математика: Мат. программист.: Учеб. – 2-е изд., перераб. и доп. / А. В. Кузнецов, В. А. Сакович, Н. И. Холод; Под общ. ред. А. В. Кузнецова. – Мн.: Выш. шк., 2001. – 351 с.: ил.
3. Вагнер Г. Основы исследования операций. Т. 1 / Пер. с англ. Б. Т. Вавилова. – М.: Мир, 1972. – 335 с.
4. Дик В. В. Методология формирования решений в экономических системах и инструментальные среды их поддержки. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 300 с.
5. Виленский П. Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов: Теория и практика: Учеб. пособ.. – 2-е изд., перераб. и доп. / П. Л. Виленский, В. Н. Лившиц, С. А. Смоляк. – М.: Дело, 2002. – 888 с.
6. Андерсен Бьёрн. Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2003. – 272 с.
7. Тельнов Ю. Ф. Реинжиниринг бизнес-процессов. Компонентная методология. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 320 с.
8. Железко Б. А. Реинжиниринг бизнес-процессов: Учеб. пособ. / Б. А. Железко, Т. А. Ермакова, Л. П. Володько; Под ред. Б. А. Железко. – Мн.: Книжный Дом; Мисанта, 2006. – 216 с.

Поступила в редколлегию 17.05.2007.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В ПРИМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ

Для підвищення ефективності приміської пасажирських перевезень пропонується удосконалення розрахунків за перевезення та заходи по зниженню експлуатаційних витрат.

Для повышения эффективности примискии пассажирских перевозок предлагается усовершенствование расчетов за перевозки и мероприятия по снижению эксплуатационных расходов.

For the increase of efficiency of prymyskyu passenger transportations the improvement of calculations is offered for transportations and measures on the costs cutting of operations.

Тривалий час залишаючись найдоступнішим транспортом, виконуючи величезний обсяг роботи по перевезенню пасажирів і вантажів, залізниця почала втрачати конкурентні позиції на ринку транспортних послуг. Головна артерія країни, яка в значній мірі визначає ефективність функціонування усіх галузей України, опинилася в занепаді.

Стан інфраструктури й організації перевезень українських залізниць з багатьох техніко-технологічних параметрів не відповідає зростаючим вимогам суспільства і європейських стандартів щодо якості транспортних послуг, і найближчим часом може стати гальмом подальшого соціально-економічного розвитку країни і забезпечення необхідних обсягів перевезень.

За останні роки майже в 10 разів знизилася темп оновлення основних фондів. Більш ніж половина пасажирських вагонів вже відпрацювали свій ресурс. Підлягають списанню більше 70% пасажирських електровозів і близько 85% електродизель-поїздів. Запас міцності відсутній. Якщо не відбудеться поповнення рухомого складу в найближчий період, то перевезення пасажирів в дальньому сполученні необхідно буде скоротити майже на третину, а в приміському – на 50%.

Нині в сфері приміських пасажирських перевезень склалася чи не найскрутніша ситуація. Приміські перевезення — найбільша проблема «Укрзалізниці». Тут зіштовхуємося з парадоксом, властивим, можливо, лише нашій економіці: найбільш соціально значущий і масовий вид транспорту водночас і найзбитковіший. Приміські перевезення хронічно збиткові, немає коштів на оновлення рухомого складу. Пасажир, відстоюючи свої права споживача, відмовляється сплачувати за проїзд, адже сервіс, безпека, комфортабельність основної частини поїздів, що курсують в приміському сполученні, не відповідають жодним існуючим стандартам. Саме тому дане питання є надзвичайно актуальним не лише для громадян, але й для самих залізничників.

Одним із шляхів зниження збитковості пасажирських перевезень у приміському сполученні є удосконалення структури управління. Зміна структури викликана сукупністю причин, серед яких можна виділити наступні:

Складне фінансове становище вимагає максимального скорочення власних витрат.

Підвищення продуктивності праці персоналу пасажирського комплексу.

Втрата конкурентних позицій на внутрішньому і на міжнародному ринку транспортних послуг.

Сучасна концепція реформування залізничного транспорту України передбачає створення компаній по перевезенню пасажирів в далекому і приміському сполученнях, що будуть конкурувати між собою, а конкуренція приведе до зниження собівартості і, отже, тарифів, а також підвищить якість обслуговування.

В процесі реформування передбачається створення таких умов функціонування залізниць, при яких всі категорії громадян мають сплачувати за проїзд. Особливу увагу тут необхідно приділити пільговикам, облік яких вести надзвичайно важко. На сьогоднішній день існує 39 категорій громадян, які мають право на пільговий проїзд. Проблема криється в тому, що в приміському сполученні значна частина пасажирів пільгових категорій мають право не оформляти проїзний документ на кожну поїздку, а лише пред'являти контролеру службове посвідчення або документ, який дає право на пільги, що дуже ускладнює облік витрат. Тобто, врахувати загальну кількість перевезених залізницею пільговиків виявляється майже неможливим. А, отже, постає проблема отримання компенсаційних виплат з боку відповідних відомств.

В загальному обсязі приміських перевезень питома вага безкоштовних складає 80%. Пільгові перевезення «з'їдають» щороку біля мільярду гривень доходів. Так, наприклад, на Придніпровській залізниці в 2005 р. було компенсовано лише 32% загальної суми збитків від таких перевезень. Таким чином, якщо б залізниця отримувала компенсацію в повному обсязі, то за 2004-2005 рр. ця сума становила б 39,3 млн грн. Тобто, за 2 роки залізниця могла б придбати як мінімум 1 електричку, а відремонтувати більше десяти.

Для чіткого контролю за кількістю реалізованих проїзних документів і доходами від приміських пасажирських перевезень необхідно облаштувати станції системою АСУ «Експрес»,

яка допоможе автоматизувати практично всі розрахунки. Інформація в «Експрес» поступає з моменту покупки поїзного документу.

Проїзні документи (квитки) громадянам, що мають право на пільговий проїзд, можуть видаватися і по пластикових картках відповідних міністерств, відомств і організацій, які будуть пред'являтися в квиткові каси разом з посвідченням. На пластикову картку заноситься необхідна сума безготівкових грошових коштів. При оформленні проїзного документу сума проїзної плати буде автоматично зніматися з пластикової транспортної кредитної картки і зараховуються на рахунок конкретного продавця проїзного документа. Пластикова картка дозволить електронним способом контролювати кількість пільгових поїздок на транспорті. По закінченню звітного періоду транспортні організації проводять таксування вартості фактично оформлених за пластиковою картою проїзних документів і складають звітні відомості по кожному міністерству, відомству і організації, у віданні яких знаходяться пільгові категорії громадян.

У зв'язку з критичним фінансовим становищем залізниць, перегляду на урядовому рівні потребує і податкова політика. Необхідно звільнити від ПДВ нові пасажирські компанії в приміському сполученні.

На сьогоднішній день ПДВ становить 20% від доходу, при цьому збитки від пасажирських перевезень по Придніпровській залізниці у 2005 р. сягнули 181,6 млн грн (на 50 % вище попереднього року).

Таким чином, якщо залізниця не буде відраховувати ПДВ у приміському сполученні, то додатково отримає (фактично зекономить) 8,8млн.грн. щорічно. Якщо врахувати те, що вартість електропоїзду становить 27 млн грн., то за 3 роки можна придбати нову електричку

$$\frac{27}{8,8} \approx 3 \text{ (роки).}$$

Витрати на перевезення залізничним транспортом в останні роки зростають на 10-12% за рік. Зменшення витрат в приміському сполученні хоча б на 1% дасть економію в 9,5 млн. грн. Тому для підвищення ефективності функціонування залізниць важливо систематично шукати шляхи зниження транспортних витрат при умові повного і своєчасного задоволення потреб галузей і населення в перевезеннях.

Процес перевезення пасажирів доволі складний і був би неможливий без участі всіх господарств залізниці: пасажирського, перевезень, локомотивного, колійного, цивільних споруд, сигналізації та зв'язку, електропостачання та матеріально-технічного забезпечення.

Кожне господарство виконує певний обсяг роботи і несе певний обсяг витрат аби забезпечити злагодженість і безперервність перевізного процесу.

Доля витрат, яка припадає саме на пасажир-

ські перевезення різна. Відрізняється вона по видах сполучень і по видах тяги. Тому аналіз експлуатаційних витрат необхідно робити в розрізі всіх господарств.

Найбільші витрати по перевезеннях у приміському сполученні припадають на такі господарства:

- локомотивне – 68,4 %,
- пасажирське – 18,0 %.

Тобто, головним чином собівартість 10 пас- км формують витрати по цих 2-х господарствах, оскільки складають левову частку загальних витрат по господарствах – 86,4 %.

По пасажирському господарству одним із найвагомішим елементом витрат є витрати на почне утримання і ремонт пасажирських вагонів, що зайняті на перевезенні пасажирів у приміському сполученні, оплату праці з нарахуваннями, які можуть бути резервом для економії. Для чого необхідно:

- переопрофілювання ремонтних вагонних депо на окремі види ремонту та 100 відсоткове їх завантаження;
- закриття ремонтних цехів депо, де мають місце нерівномірне надходження вагонів в ремонт та неритмічні поставки запасних частин для ремонту;
- запровадження відрядно-преміальної системи оплати праці в ремонтних цехах депо для ефективного використання робочої сили;
- закриття квиткових кас на малодіяльних дільницях;
- розробка прогресивних систем оплати праці, внесення змін до режимів праці та відпочинку квиткових касирів і провідників пасажирських вагонів приміських поїздів.

З метою скорочення витрат в локомотивному господарстві необхідно в усіх ремонтних цехах встановити нормативи витрат на матеріали, запчастини, паливо-енергетичні ресурси та постійно контролювати і аналізувати їх використання в залежності від обсягів та видів ремонту тягового рухомого складу (далі — ТРС). Крім того, необхідно розробити норми трудовитрат на кожний вид робіт з ремонту ТРС та запроваджувати відрядно-преміальну систему оплати праці.

Таким чином, одним із шляхів вирішення проблеми зниження експлуатаційних витрат на пасажирські перевезення у приміському сполученні є:

- перехід до дешевих видів тяги, а саме – електротяги;
- надання державою пільгових тарифів на електроенергію, паливо, матеріали;
- технічне переоснащення ремонтних цехів депо та концентрація ремонтів рухомого складу в одному-двох депо залізниці;
- електрифікація неелектрифікованих дільниць та збільшення швидкостей руху приміських поїздів.

Надійшла до редколегії 31.07.2007 р.

ПРИНЦИПЫ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАРКЕТИНГОВЫХ ПРОГРАММ

Сформульовано загальні принципи оцінки економічної ефективності маркетингових програм за критеріями операційної прибутку й інвестиційних показників. Введено поняття короткої і довгої хвилі створення маркетингової вартості підприємства. Проведено аналіз видів маркетингових витрат, на підставі якого сформовані чотири групи витрат: 1) авансові витрати на розробку маркетингової програми, 2) поточні витрати, що прямо спрямовані на реалізацію конкретної маркетингової програми, 3) витрати на персонал, 4) загальні маркетингові витрати підприємства, що розподіляються між маркетинговими програмами. Розроблено рекомендації з поділу цих витрат між короткою і довгою хвилею створення маркетингової вартості бізнесу.

Сформулированы общие принципы оценки экономической эффективности маркетинговых программ по критериям операционной прибыли и инвестиционным показателям. Введено понятие короткой и длинной волны создания маркетинговой стоимости предприятия. Проведен анализ видов маркетинговых затрат, на основании которого сформированы четыре группы издержек: 1) авансовые затраты на разработку маркетинговой программы, 2) текущие затраты, которые прямо направлены на реализацию конкретной маркетинговой программы, 3) затраты на персонал, 4) общие маркетинговые затраты предприятия, которые распределяются между маркетинговыми программами. Разработаны рекомендации по разделению этих затрат между короткой и длинной волной создания маркетинговой стоимости бизнеса.

General principles of estimation of economic efficiency of the marketings programs are formulated on the criteria of operating-room arrived to the investment indexes. The concept of short and long wave of creation of marketing cost of enterprise is entered. The analysis of types of marketings expenses is conducted, which four groups of costs are formed on the basis of: 1) advance expenses for development of the marketing program, 2) current expenses which are straight directed on realization of the concrete marketing program, 3) expenses on a personnel, 4) total marketings expenses are enterprises which are distributed between the marketings programs. Developed recommendation on the division of these expenses between the short and long wave of creation of marketing cost of business.

Финансовый директор зачастую требует от отдела маркетинга обоснования влияния тех или иных маркетинговых мероприятий на прибыль в бюджете следующего года. Данная позиция является ошибочной, так как реальный вклад маркетинговых программ в повышение краткосрочных прибылей скорее исключение. Более того, увеличить текущие прибыли можно обратным путем, т. е. сокращением маркетинговых расходов.

Влияние маркетинговых программ следует рассматривать как двуединую задачу. С одной стороны, маркетинговые программы призваны повысить текущую прибыль компании, с другой стороны они способствуют росту имиджа фирмы и, следовательно, создают некий интегральный эффект, который сказывается в течение нескольких ближайших лет. В этой связи целесообразно выделить два направления создания стоимости за счет маркетинговых программ. Назовем их короткой и длинной волной создания стоимости. Короткая волна создания стоимости предполагает быстрое влияния маркетинговых программ на повышение операционной прибыли. Длинная волна создает долго-

срочный эффект от маркетинговых программ, связанный с долгосрочными тенденциями роста прибыли.

Сообразно данным подходам будем различать методы оценки влияния маркетинга на увеличение стоимости фирмы. Первое направление обеспечивает краткосрочный эффект маркетинга, связанный с ростом операционной прибыли. Это означает, что маркетинговые затраты являются издержками периода, в котором они были произведены. Эти издержки должны по определению привести к некоторым эффектам быстрого реагирования: рост цены и/или рост объема продаж, что должно привести (с учетом возможной ценовой эластичности спроса) к росту дохода компании. Рост продаж неизменно приведет к росту переменных затрат периода. В то же время за счет дополнительных маркетинговых издержек неизбежно увеличатся постоянные затраты. Результирующий эффект от такого изменения дохода и затрат должен быть положительным, т. е. операционная прибыль должна увеличиться. И в этом состоит критерий эффективности маркетинга. Оценку эффективности ко-

роткой волны органично проводить в рамках, так называемого, CVP-анализа, или анализа «издержки-объем-прибыль» [1].

Рост операционной прибыли должен оцениваться с учетом стоимости капитала компании, что приводит в конечном итоге к показателю экономической добавленной стоимости EVA.

Данный показатель является достаточно полным заменителем рыночной цены акций при оценке стоимости бизнеса в условиях переходного рынка.

Второе направление обеспечивает длинную волну эффективности маркетинга. Каждая маркетинговая программа, рассчитанная на несколько лет – это, по существу, отдельный инвестиционный проект. Понесенные при этом затраты уже не могут быть отнесены к текущим затратам, а квалифицируются как инвестиционные расходы. Критическим фактором такого анализа является сопоставление новых инвестиций с тем результатом, которые они должны принести в будущем. Может оказаться, что новые рыночные условия приведут к значительным инвестиционным потребностям. Новые инвестиции, скорее всего, приведут к росту прибыли и денежных потоков. Но как быстро окупятся новые инвестиции с учетом текущей стоимости капитала бизнеса? Может оказаться, что собственник надолго «зароет свои деньги». Эффект от подобных маркетинговых программ должен сказаться в течение некоторого периода, например, в течение пяти лет, поэтому требовать, чтобы эти затраты окупались в течение первого года от начала маркетинговой программы принципиально неправильно. В качестве критерия оценки здесь должны выступать комплексные показатели, которые учитывают протяженность результата. Это в свою очередь порождает необходимость учитывать в выводах о результативности программ эффект стоимости денег во времени и, следовательно, стоимость капитала компании. Другими словами, необходимо сопоставить денежные потоки от реализации программы с суммой инвестиционных затрат путем дисконтирования денежных потоков к моменту начала реализации долгосрочной маркетинговой программы. В этих условиях недостаточно критерия операционной прибыли, необходимо использовать, к примеру, показатель дисконтированного периода окупаемости (DPB). Помимо показателя DPB можно использовать другие показатели эффективности капитальных вложений, используемые в инвестиционном проектировании. Наиболее распространены показатели: чистое современ-

ное значение инвестиционного проекта (NPV) и внутренняя норма прибыльности (доходности, рентабельности) (IRR) [2].

Существенным фактором оценки эффективности маркетинговых программ является способ отнесения тех или иных маркетинговых затрат на короткую и длинную волну создания стоимости. Этим по существу будут определяться подходы к оценке эффективности маркетинговых программ.

Совокупность всех маркетинговых затрат в [3] предложено делить на четыре группы:

- 1) затраты на маркетинг, которыми не однозначно приводят к ожидаемому эффекту;
- 2) затраты, которые потребуются произвести в дальнейшем в течение более длительного времени;
- 3) стоимость человеческих ресурсов, которые задействованы в разработке и реализации программы (сбыт, маркетинг, реклама, исследования, каналы коммуникации с клиентом);
- 4) часть затрат, обслуживающих сразу несколько маркетинговых кампаний, относимая на данную программу.

Перечислим типовые виды затрат в каждой группе и попытаемся отнести к «короткой» или «длинной волне» создания стоимости. Ясно, что такая задача не имеет однозначного решения, так как факт отнесения затрат к короткой и длинной волне создания стоимости необходимо устанавливать в каждом конкретном случае особым образом. Тем не менее, ниже приводятся общие рекомендации решения данной задачи, которые могут быть полезными при конкретном выборе состава и структуры затрат краткосрочных и долгосрочных маркетинговых программ.

К числу затрат на маркетинг, которые могут не принести ожидаемого результата, относятся:

- авансовые затраты на разработку (на творческий поиск, разработку системы, подготовку каналов коммуникации),
- текущие затраты, которые прямо направлены на реализацию конкретной маркетинговой программы.

Компании несут такие затраты, не имея абсолютной уверенности в том, что они будут эффективными. Опыт и интуиция маркетинговых менеджеров предприятия подсказывают им пути поддержания спроса на продаваемую продукцию и привлечения новых покупателей. Но насколько это будет эффективным, покажет будущая реализация маркетинговой программы.

Ясно, что **авансовые затраты** прямо «ложатся» на длинную волну создания маркетинговой стоимости предприятия и должны быть учтены в составе маркетинговых инвестиций, которые будут давать отдачу в течение сравнительно длительного периода времени. Структура и состав текущих затрат очень обширна. И здесь необходимо более детальное исследование.

К текущим затратам можно отнести издержки предприятия [3]:

- a) на творческую разработку маркетинговых и рекламных материалов;
- b) на производство и печать материалов;
- c) приростные затраты на канал сбыта;
- d) на средства массовой информации и доставку;
- e) на составление списков потенциальных клиентов, списки рассылки;
- f) стоимость «подарков», раздаваемых для целей стимулирования сбыта, если их раздача не была обусловлена продажами;
- g) на разработку баз данных и систем, предназначенных для поддержки данной маркетинговой кампании;
- h) на текущие исследования, предназначенные непосредственно для целей данной маркетинговой кампании;
- i) стоимость времени персонала, которое должно быть потрачено на маркетинг, сбыт, управление проектом, функции по руководству и администрированию;
- j) на подготовку канала коммуникации (то есть на обучение персонала перед началом кампании);
- k) стоимость обработки запросов на обслуживание, поступающих через канал коммуникации, выходящая за рамки обработки заказов (инвестирование в маркетинг может привести к тому, что потребуется выделить бюджет на затраты, связанные с большим объемом обращений со стороны клиентов, которые в дальнейшем не превратятся в продажи);
- l) на функционирование систем измерений и исследований;
- m) часть затрат на общую маркетинговую поддержку, относимая на данную кампанию.

Анализ содержания каждого вида затрат позволяет сделать общие рекомендации по распределению затрат между короткой и длинной волной создания маркетинговой стоимости предприятия, которая представлена ниже.

Понятно, что такое деление носит условный

характер. В каждом конкретном случае необходимо проводить дополнительный анализ того, как эти затраты будут влиять на рост доходов компании.

Вид издержек	Короткая волна	Длинная волна
a		■
b	■	
c	■	
d	■	
e	■	
f	■	
g		■
h	■	
i	■	
j		■
k	■	
l	■	
m	■	■

Затраты, которые потребуется произвести в дальнейшем в течение более длительного времени, будут возникать лишь в связи с некоторыми маркетинговыми инвестиционными решениями, типа программы поощрения лояльности или приобретения услуг средств массовой информации на особых условиях, предполагающими принятие договорных обязательств. Выделение данных затрат в отдельную группу усложняет процесс классификации затрат вследствие появления неоднозначного признака. К тому же появление таких затрат является редким событием. Представляется возможным отнести эти затраты к первой группе в составе текущих затрат.

Затраты на персонал в большинстве случаев учитываются не на уровне проведения кампании, а на уровне функционирования подразделения или организации в целом. Это приемлемо, когда маркетинговые мероприятия не требуют дополнительных усилий со стороны торгового персонала. В противном случае эти затраты также должны учитываться как текущие затраты периода, и их следует рассматривать при оценке эффективности короткой волны создания маркетинговой стоимости предприятия.

К четвертому элементу маркетинговых затрат относят следующие мероприятия:

- a) коммуникации, связанные с продвижением бренда с целью широкой поддержки продаж и маркетинговых усилий;
- b) создание и поддержание Интернет-сайта,

обновление ссылок на него по всей Интернет-сети, представляющие ценность для компании;

с) сбор сведений о клиентах по каналам коммуникаций;

д) создание маркетинговой базы данных и обеспечение функционирования системы;

е) проведение маркетинговых исследований, напрямую не связанных с какой-либо кампанией;

ф) проведение мероприятий в области управления взаимоотношениями с клиентами.

При принятии решений о реализации таких программ компания ожидает, что конкретные маркетинговые кампании принесут дополнительную ценность. Процесс однозначного распределения затрат между многочисленными каналами маркетинга и маркетинговыми программами является достаточно трудным, в основном из-за своей субъективности. Задачу разделения таких затрат целесообразно решать в рамках типовой задачи распределения накладных издержек, которые возникают в целом на предприятии, но должны быть отнесены на отдельные направления деятельности или группы продукции. Существуют три подхода к решению такой задачи [4]: метод экспертной оценки, метод базового параметра, метод процессного разделения издержек (ABC-подход).

Экспертный подход предполагает выделение какого-либо одного показателя, пропорционально которому производится распределение общих маркетинговых затрат. Вот некоторые возможные примеры использования такого подхода

а) пропорциональное распределение между программами, направленными на одну и ту же целевую аудиторию;

б) пропорциональное распределение на основании ожидаемого эффекта, который принесет каждая программа (канал) маркетинга (этот метод проще использовать в случае, когда в результате тестового маркетинга различия таких эффектов можно оценить);

в) распределение, пропорциональное объемам доходов, различных групп продукции;

г) пропорциональное распределение с использованием любого из перечисленных вариантов лишь между теми кампаниями, благодаря которым организация получает основную долю своей валовой прибыли. Это позволяет менее масштабным или развивающимся программам маркетинга, которые могут принести дополнительную прибыль организации, избежать бремени дополнительных затрат.

Метод базовых показателей предполагает использование нескольких различных принципов распределения общих маркетинговых затрат на основании специфических базовых показателей: для каждой группы маркетинговых затрат выбирается свой специфический показатель. Более того, сами маркетинговые затраты группируются сообразно тому, что на их распределение влияет один и тот же показатель.

Основной принцип ABC-метода состоит в следующем: общие маркетинговые издержки приписываются к той или иной маркетинговой программе по мере их появления в процессе реализации соответствующего бизнес-процесса, а не локализируются по программам после завершения процесса продаж. Ясно, что такой метод является принципиально более эффективным. Тем не менее, его использование на практике исключается по причине принципиальной невозможности приписать ту или иную общую маркетинговую деятельность к отдельным видам продуктов. Представляется, что наиболее подходящим здесь является метод базового параметра.

Подводя итог проведенным выше исследованиям издержек, сформируем следующие группы маркетинговых издержек, которые необходимо учесть в процессе анализа эффективности маркетинговых программ:

I. Авансовые затраты на разработку маркетинговой программы,

II. Текущие затраты, которые прямо направлены на реализацию конкретной маркетинговой программы.

III. Затраты на персонал,

IV. Общие маркетинговые затраты предприятия, которые распределяются между маркетинговыми программами и, следовательно, добавляются в одну из предыдущих групп.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Будаева Е. Обоснование целесообразности повышения маркетинговых издержек предприятия по критерию операционной прибыли – Экономика Украины 11 (496) 2003.
2. Будаева О. В. Фінансове обґрунтування маркетингових програм – Фінанси України 8 (105) 2004.
3. Zyman Sergio, The End of Marketing as we know it. Harper Business, 2000.
4. Савчук В. П. Практическая энциклопедия. Финансовый менеджмент. – К.: Издат. дом «Максимум», 2005. – 884 с.

Поступила в редколлегию 17.05.2007.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ В УКРАЇНІ

Проведено дослідження тенденцій розвитку туристичного бізнесу в Україні. Встановлено залежність якості послуг, що надають туроператори від ціни, а також залежність розвитку сфери туризму від інвестиційної діяльності країни.

Проведено исследование тенденций развития туристического бизнеса в Украине. Установлена зависимость качеств услуг, что предоставляют туроператоры от цены, а также зависимость развития сферы туризма от инвестиционной деятельности страны.

Research of progress trends of tourist business is conducted in Ukraine. Dependence of internalss of services is set, that turoperatory gives from a price, and also dependence of development of sphere of tourism from investment activity of country.

Постановка проблеми. В Україні спостерігається бум внутрішнього туризму, однак це зв'язано з зовнішніми причинами - уведенням візового режиму в сусідніх країнах

Туроператори стверджують, що можливості розвитку внутрішнього туризму обмежені - в Україні немає туристичних фірм, які б мали достатні засоби для розвитку його інфраструктури.

2005 року зимовий туристичний сезон в Україні обіцяє бути насиченим, адже багато турфірм переглянули свої пріоритети і звернули увагу на внутрішній ринок. На думку експертів, це пов'язано з безліччю об'єктивних причин:

- по-перше, із уведенням візового режиму з Польщею й Угорщиною - потік туристів у ці країни значно зменшився,
- по-друге, рівень сервісу у вітчизняних центрах зимового відпочинку поступово поліпшується.

Ці фактори позитивно вплинули на число бажаючих відпочити в Україні. Так, за станом на 8 грудня 2005 року, усі 12 баз ЗАТ «Закарпаттурист» на час новорічних і різдвяних свят замовлені на 100 %. У Славском (неофіційній столиці молодіжного зимового відпочинку) у період з 25 грудня по 20 січня вже продані практично всі місця. На 70...80 % туристичними фірмами викуплені місця на турбазах і пансіонатах цього об'єднання на весь зимовий сезон. Показники інших баз відпочинку Закарпаття істотно не відрізняються від вищезгаданих. Крім цього, великим попитом користується такий вид відпочинку як сільський зелений туризм, за його рахунок частково покривається той дефіцит місць, що відчувається в санаторіях і пансіонатах. До речі, за інформацією

Держтурадміністрації, у минулому році в Славском побувало близько 70 тис. туристів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За даними Центра туристичної інформації Національної туристичної організації, сьогодні на туристичному ринку спостерігається досить цікава тенденція: протягом листопаду 2005 р. на 25...30 % збільшився обсяг туристичної реклами Карпат і Криму в порівнянні з аналогічним періодом 2003 р. За словами генерального директора турфірми «Гамалія» Ігоря Голубахи, компанія початку рекламувати відпочинок в Україні не тільки для іноземних туристів на міжнародних виставках (у цьому сезоні іноземців буде прийнято в 3 рази більше чим торік - близько 5 тис. чоловік), але й активізувала рекламну кампанію для внутрішніх туристів. «Останнім часом у нашій країні спостерігається стабільний ріст організованого туризму, тому спеціально для ознайомлення співвітчизників з можливостями українськими зимового відпочинку ми випустили каталог з докладним описом усіх місць гірськолижного туризму», - говорить він.

Проте Ігор Голубаха вважає, що в Україні поки немає турфірм, що володіють достатніми засобами для розвитку інфраструктури внутрішнього туризму: «В усім світі діє практика, коли готелю, бази відпочинку будують інвестори, а туристичні компанії їхній тільки обслуговують. По такому ж шляху повинний розвиватися і наш ринок», - вважає він.

Невирішена раніше частина загальної проблеми. Як відзначає голова Державної туристичної адміністрації Валерій Цибух, у новому Законі «Про туризм», що введено з 1 січня 2004 р., окремо виділений напрямок гірськолижного туризму. Крім того, з метою залучення

засобів інвесторів на розвиток інфраструктури туризму Держтурадміністрація внесла пропозиції у Верховну Раду про зміну Закону «Про курорти». Мова йде про зміну 26-й статті, що забороняє приватизацію курортних об'єктів (санаторіїв, будинків відпочинку). Гостурадіміністрація пропонує дозволити приватизацію санаторно-курортних будинків відпочинку за умови збереження профілю їхньої діяльності. Не варто розраховувати на те, що держава буде займатися цим, тому що засобів на відновлення курортних установ у бюджеті не передбачається. «Найчастіше відомства, яким вони належать, не можуть містити будинку відпочинку в нормальному стані, через що вони приносять значні збитки. Ми хочемо для цих об'єктів знайти інвесторів, готових зайнятися їх технічним переоснащенням. У підсумку прибуток одержать усі: і інвестор, і держава», - говорить пан Цибух. В даний час з 3300 будинків санаторно-курортного типу не працює 700.

Постановка задачі (цілі статті). Ціллю статті є встановлення залежності якості послуг, що надають туроператори від ціни, а також залежність розвитку сфери туризму від інвестиційної діяльності країни.

Виклад основного матеріалу. Залучити інвесторів для розвитку інфраструктури туристичної галузі можна лише більш привабливими для них правилами гри на ринку. На сьогоднішній день Держтурадміністрація разом з Мінекономіки готує новий закон, що сприяє залученню внутрішніх і зовнішніх інвестицій для будівництва і реконструкції готелів і т.д. За словами на Цибуха, інвесторам планується надати пільги по звільненню від сплати 20 % ПДВ на придбання спеціального імпортного устаткування, що не виробляється в Україні. Також пропонується зняти ПДВ (зробити ставку 0 %) на будівельні послуги по зведенню санаторно-курортних об'єктів готельного господарства.

Капіталовкладення в туризм. Як визначено маркетинговими дослідженнями капіталовкладення в туризм прокупаються набагато довше, ніж у промисловість.

Дійсно, якщо говорити про дані офіційної статистики, то вони, прямо скажемо, уселяють чималий оптимізм. Так, наприклад, бюджет туристичної галузі України за останні роки збільшився приблизно в 12 разів і на сьогоднішній день складає 17 млн грн. Постійно збільшується і кількість іноземних туристів – тієї складового туристичного бізнесу, що традиційно вважається найбільш прибутковою. Якщо ще в

2003 році їхня кількість складала 10,5 млн чоловік, то в 2005 – уже 12,5 млн, тобто приріст дорівнював майже 20 %. А обсяг послуг, наданих іноземним туристам, збільшився майже на 40 % і торік склав 380 млн грн.

Значно повільніше, але все-таки збільшується і частка туристичної галузі у ВВП країни. Приміром, у 2001 році вона складала 1,32 %, у 2002-м – 1,36 %, у 2003-м – уже 1,39 %, а в 2004-м добралася до оцінки 1,6 % (рис. 1).

Деякі засоби масової інформації – свідчать про «створення нового іміджу українського турпродукта, конкурентноздатного в нашій державі і за кордоном, комплексному підході до розвитку туризму і курортів на регіональному рівні, підтримці розвитку малого і середнього бізнесу в туристичній сфері» та інше.

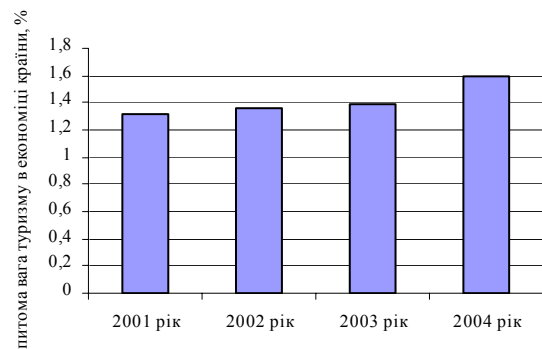


Рис. 2.1. Динаміка частки туристичної галузі в економіці країни

Якщо говорити про іноземних туристів, то деякі фахівці воліють зв'язувати їхнє збільшення не зі зростаючою конкурентноздатністю українського туристичного продукту, а з загостренням ситуації на Сході (зокрема, з війною в Іраку) і зв'язаним з цим падінням популярності таких туристичних центрів, як, скажемо, Єгипет або Туреччина.

Що стосується 12-кратного збільшення бюджету туристичної галузі, те тут теж усі досить відносно. Приміром, та ж Туреччина на одну тільки туристичну рекламу щорічно витрачає біля \$ 65 млн. Бразилія, що щорічно приймає менш 4 млн туристів, витрачає з бюджету біля \$ 30 млн.

Навіть вступ у силу з 1 січня 2004 року нового закону «Про туризм» не обійшовся без скандалу. Супротивники закону, переважно представники невеликих туристичних фірм, обвинувачували його авторів у лобіюванні інтересів найбільших туристичних компаній і спробі монополізувати ринок туристичних послуг.

Крім того, на їхню думку, вступ у силу да-

ного закону повинне було знищити малий і середній бізнес у туристичній сфері.

Автори закону, навпроти, наполягали на тому, що він упорядкує туристичний бізнес в Україні, приведе суб'єкти туристичної діяльності у відповідність зі світовими стандартами, гарантує безпеку і захист прав туристів.

Як би там ні було, закон благополучно набрав сили, розділивши туристичні фірми на туроператорів і турагентів і ввівши для них обов'язкове фінансове забезпечення цивільної відповідальності.

Але крім туроператорів і турагентів до підприємств туристичної галузі належать ще готелі і санаторно-курортні установи. І осьде справа з «відповідністю світовим стандартам» обстоїть трохи складніше. Так, за станом на 1 січня 2004 року більш 600 санаторно-курортних установ України не працювали взагалі, а з загальної чисельності тільки приблизно 10 % баз розміщення туристів відповідали міжнародним стандартам.

Тобто ми знову зіштовхуємося з проблемою невідповідності ціни якості. Якщо, знов-таки, звернутися до міжнародного досвіду, то, скажемо, у Болгарії номери навіть у дво- та тризіркових готелях неодмінно постачені новими меблями, не говорячи вже про наявність гарячої і холодної води. У нас подібним «сервісом» балують хіба що п'яти- або, у кращому випадку, чотиризіркові готелі.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Багато проблем туристичного бізнесу, звичайно, могло б вирішити залучення інве-

стицій. Але, як показує досвід, заманювання капіталів у туристичний бізнес у цілому й у готельний зокрема вимагає незвичайного таланта. Основна проблема в тім, що на відміну від грошей, вкладених, приміром, у промисловість, інвестиції в туризм повертаються набагато довше. У кращому випадку, за 5-6 років. А необхідними умовами для довгострокового інвестування – політичною стабільністю і стабільністю законодавчої бази – Україна, на жаль, м'яко говорячи, не блищить.

Утім, позитивні тенденції можна відзначити і тут. Якщо в 1999 році інвестиції в туризм склали всього 75 млн грн, то в 2002 році – уже біля півмільярда (для порівняння: на реконструкцію старих і будівництво нових готелів у Болгарію тільки за останні чотири роки було інвестовано 250 млн євро).

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Азоев Г. Л. Конкуренция: анализ, стратегия и практика. - М.: Центр экономики и маркетинга, 2004. - 208 с.
2. Акулич И. Л. Основы маркетинга / И. Л. Акулич, Е. В. Демченко. - Мн.: Вышш. шк., 2003. - 236 с.
3. Девять чеклистов для вашей рекламы: Пер. с нем. - М.: Изд. дом «Вильямс», 2004.- 640 с.

Надійшла до редколегії 27.06.2007.

С. В. КАЛАМБЕТ, Л. В. ПРИВАЛОВА, Ю. В. ПИВНЯК (ДИИТ),
С. И. ДРОНОВ (УкрТОК)

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЙ НА СЕБЕСТОИМОСТЬ ПЕРЕВОЗОК ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ УКРАИНЫ

Прогресуюче старіння основних засобів залізниць, потреба у модернізації інфраструктури, відсутність державної підтримки інноваційного розвитку галузі, низькі тарифи на перевезення пасажирів, що призводять до їх перехресного субсидування за рахунок вантажних перевезень, призвели до необхідності реформування залізничного транспорту в Україні. В статті проведено аналіз впливу сучасних умов на собівартість перевезень залізниць України.

Прогрессирующее старение основных фондов железных дорог, потребность в модернизации инфраструктуры, отсутствие государственной поддержки инновационного развития отрасли, низкие тарифы на перевозки пассажиров, что приводит к перекрестному их субсидированию за счет грузовых перевозок, вызвали необходимость реформирования железных дорог Украины. В статье проведен анализ влияния современных условий на себестоимость перевозок железных дорог Украины.

Прогрессирующее старение основных фондов железных дорог, потребность в модернизации инфраструктуры, отсутствие государственной поддержки инновационного развития отрасли, низкие тарифы на перевозки пассажиров, что приводит к перекрестному их субсидированию за счет грузовых перевозок, вызвали необходимость реформирования железных дорог Украины. В статье проведен анализ влияния современных условий на себестоимость перевозок железных дорог Украины.

Введение. Современное состояние железнодорожного транспорта в Украине, как указано в Концепции Государственной программы реформирования железнодорожного транспорта, требует решения вопросов преодоления отставания в развитии сети украинских железных дорог от железных дорог ЕС и России, которые сегодня находятся на разных этапах реформирования, но при этом существенно опережают железные дороги Украины.

Анализ причин возникновения проблем и обоснованности необходимости принятия Государственной программы реформирования железнодорожного транспорта показал, что возникновение этих проблем обусловлено целым рядом отрицательных факторов, в частности:

- прогрессирующим старением основных фондов;
- потребностью существенной модернизации инфраструктуры железных дорог;
- отсутствием государственной поддержки инновационного развития отрасли и несовершенностью законодательной базы в части привлечения инвестиций;
- низкими тарифами на перевозки пассажиров и отсутствием действенного механизма компенсации убытков при предоставлении общественных услуг, что приводит к перекрестному субсидированию убыточных пассажирских перевозок за счет грузовых.

Постановка задачи. Стратегия повышения эффективности работы украинских железных дорог должна опираться на внедрение новых принципов и методов управления с применением современных информационных технологий.

Поэтому статья посвящена разработке подходов к определению факторов, влияющих на себестоимость перевозок железных дорог в Украине.

Результаты. Структурная реформа железнодорожного транспорта в Украине предполагает в кратчайшие сроки решение задач по обновлению технических средств железных дорог и повышению эффективности работы отрасли. Такие структурные преобразования должны строиться на основе информатизации, внедрения новых технологий, использования современных средств связи.

Роль современных информационных технологий должна возрасти, обеспечив построение управления перевозочным процессом, что позволит снизить себестоимость перевозок и, соответственно, эксплуатационные расходы железных дорог.

Анализ функционирования железных дорог на базе разработанной в 80-е годы системы оперативного управления перевозками (АСОУП) в настоящее время показал, что на современном этапе разрабатывается и внедряется целый ряд новых усовершенствованных информационных систем, таких как: система управления вагон-

ным парком (ДИСПАРК), система управления контейнерным парком (ДИСКОН), система управления локомотивным парком (ДИСТПС), система расчетов за грузовые перевозки и др.

В России, например, создана единая магистральная цифровая волоконно-оптическая сеть связи, охватывающая все регионы России и имеющая протяженность более 45 тыс. км. Сеть дополнена системой спутниковой связи, имеет шлюзы практически со всеми крупнейшими международными сетями.

Построение разветвленной корпоративной сети позволяет внедрить технологию единого информационного пространства для всех участников перевозки: грузовладельцев, перевозчиков, потребителей, таможенных органов, экспедиторов и др., и создать современную информационную инфраструктуру логистического сопровождения перевозок.

В соответствии с этим осуществляется интенсивная модернизация информационной среды отрасли. Создается сеть ЦУПов – интегрированная система мониторинга перевозочного процесса и диспетчерского управления на уровне МПС (ЦУП МПС), регионов (ЦУПР) и опорных центров (ОЦ). Целью ставится не автоматизация отдельных рабочих мест, функций и элементов технологии, а разработка сквозных комплексных информационно-технологических «вертикалей» управления перевозочным процессом.

Стратегическое значение в управлении вагонным парком имеет система ДИСПАРК. В рамках этой системы намечается слежение за каждым вагоном, а также за всеми операциями, которые выполняются с вагонами в пути следования. Это повлечет за собой коренное преобразование методов управления перевозочным процессом в целом. Кроме функций учета, контроля, анализа, реализации диалоговых процедур и мотивации управляющих воздействий, будут сформированы функции оперативного прогнозирования производственных ситуаций и дорожно-сетевых сценариев работы вагонного парка, а также методы оптимального регулирования погрузочных ресурсов. Это позволит обеспечить максимум погрузки при минимальных потребностях в погрузочных ресурсах, что определяет главное назначение системы. Этому в значительной мере будут способствовать новые возможности системы по более гибкому и оперативному составлению плана формирования и графика движения грузовых поездов, подчиненных интересам грузовладельцев.

При этом необходимо учитывать, что создание компаний-операторов вносит значительные изменения в условия эксплуатации и ремонта

значительной части вагонного парка, что не может не сказываться на показателях эксплуатационной работы и экономических показателях железных дорог.

В настоящее время в России развернуты работы по созданию единой модели перевозочного процесса (ЕМПП), которая придет на смену АСОУП. ЕМПП позволит реализовать ряд принципиально важных функций для АСУ перевозочным процессом:

- мониторинг и контроль грузопотоков, вагонопотоков и тяговых ресурсов;
- сквозное управление потоками в вертикали ЦУП-ЦУПР-ОЦ, включая планирование, оперативное регулирование и диспетчерское управление;
- оценку эффективности управления;
- адаптацию расчетных и прогнозных моделей к текущим условиям работы.

Новая модель будет приспособлена для автоматизированного управления грузопотоками, погрузочными и тяговыми ресурсами на уровне регионов и сети.

В создаваемой Государственной акционерной Компании «Украинские железные дороги» на базе системы ЕКР надо внедрить и реализовать структуру управления, которая позволит в едином центре (ГАКе, дороге) сосредоточить всю деятельность по сбору отчетной информации и обеспечить прозрачность системы для лиц, принимающих решения. Руководитель сможет получить представление о стоянии дел во всем подведомственном ему хозяйстве, включая линейные подразделения. Это позволит оперативно отслеживать расходы и доходы, организовывать перевозочный процесс так, чтобы при фиксированных ресурсах получать максимальную прибыль.

Должно быть развернуто внедрение системы управления финансами и ресурсами отрасли. Одним из важных интеграционных проектов отрасли целесообразно создание автоматизированной системы расчетов за грузовые перевозки (АС РГП), которая позволит связать между собой такие отраслевые и внешние системы, как система оформления заявок грузоотправителей, АСУ финансов, ЕМПП, автоматизированная система банка, АСУ экспедиторов и грузополучателей.

Важным направлением повышения эффективности работы и снижения эксплуатационных расходов железных дорог является подключение отечественной транспортной системы к международному движению грузопотоков

из Украины в Азию, в Европу и обратно: чем больше транзитных грузов будет проходить через территорию Украины (по транспортным коридорам), тем больше доходов будет идти в государственную казну.

Поэтому стратегическим фактором развития железнодорожного транспорта Украины в XXI веке должен стать международный транзит. Он и будет определять магистральное направление развития транспортной системы Украины в ближайшие десятилетия.

Логика решения задач по формированию высокотехнологичных транспортных коридоров диктует необходимость укрупнения полигонов управления и создания крупных региональных центров управления перевозками. Поэтому интеграционные процессы управления перевозками на региональном уровне необходимо рассматривать как стратегическое направление реформирования процесса управления перевозками, в том числе переход к управлению грузопотоками.

Для обеспечения отрасли финансовыми средствами необходимо не только выполнение планов по перевозкам грузов и пассажиров, но и значительное сокращение эксплуатационных расходов.

В этих условиях особое значение приобретают вопросы разработки и внедрения на предприятиях транспорта ресурсосберегающих технологий.

Это реальный путь получения необходимых инвестиций на обновление транспортной техники за счет повышения эффективности работы отрасли, особенно на начальном этапе ее реформирования.

Работа, направленная на ресурсосбережение, должна вестись по ряду направлений: совершенствование планирования и технологий, формирование психологии и мотивации бережливости и, конечно, всестороннее стимулирование результатов деятельности.

К числу показателей, меняющихся в результате внедрения ресурсосберегающих технологий и соответствующей новой техники, прежде всего, относят пробеги поездов и вагонов в груженом и порожнем состояниях, резервный пробег локомотивов и простой поездов.

Экономический эффект в зависимости от характера ресурсосберегающих мероприятий может выражаться в высвобождении работников и оплаты их труда, экономии других элементов расходов – электроэнергии, топлива, материалов, амортизационных отчислений.

Одним из основных факторов устойчивого положения железнодорожного транспорта на рынке – уровень организации обслуживания потребителей услуг. Поэтому при реформировании железнодорожного транспорта значительное внимание уделяется системе фирменного транспортного обслуживания, так как основная цель ее создания состоит в увеличении доходов от грузовых перевозок за счет комплексного и качественного обслуживания, обеспечения сервиса, удобства и гарантированного исполнения заказов клиентов, повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта. Качественное и надлежащее выполнение возложенных на Компанию функций основывается на использовании современных информационных технологий, средств связи и вычислительной техники.

Анализ влияния современных условий на себестоимость перевозок железных дорог показал, что основными направлениями снижения себестоимости перевозок и повышения эффективности работы железной дороги и ее хозяйств на ближайшую перспективу являются:

- концентрация функций управления перевозочным процессом на уровне Центра управления перевозками (ЦУП), региональных ЦУПов и опорных центров (ОЦ);
- единая железнодорожная сеть без внутренних границ стыков между железными дорогами и отделениями;
- работа единым парком поездных локомотивов нескольких дорог на удлинённых полигонах обращения;
- унификация веса и длины грузовых поездов, тягового подвижного состава по районам обращения, а также нормативной базы инфраструктуры;
- переход от балансового метода управления и учета рабочего парка вагонов и локомотивов к целевой автоматизированной системе управления в реальном режиме времени (ЕМПП);
- единое информационное пространство на всей сети железных дорог Украины;
- концентрация грузовой работы на крупных грузовых станциях;
- концентрация сортировочной работы на ограниченном числе сортировочных станций;
- реализация «малолюдных» и «безлюдных» технологий на объектах линейного уровня;
- комплексное и качественное обслуживание клиентуры железных дорог (грузовладельцев).

Выводы. Концентрация функций управления перевозочным процессом на базе Центров управления перевозками позволит сократить число раздельных пунктов, в том числе участковых и сортировочных станций, диспетчерских участков, создать и внедрить современные информационные технологии и развить сеть телекоммуникаций.

Внедрение информационных технологий в сочетании с современными средствами связи позволит коренным образом изменить технологию работы по взаимодействию с клиентами на всех уровнях управления отраслью.

Дальнейшая автоматизация взаимоотношений клиентов с железнодорожным транспортом, установка специализированного программного обеспечения непосредственно на рабочих местах предприятий-грузовладельцев позволит постепенно сокращать линейный персонал, осуществляющий в настоящее время функции оформления и обработки различных документов.

Все программные комплексы, которые внедряются на железнодорожном транспорте, должны служить одному – оптимизировать управление перевозочным процессом и, в первую очередь, наладить процесс быстрого фиксирования и передачи достоверной информации с мест. Соответственно высвободятся люди

и одновременно повысится производительность труда. Все это положительно скажется на себестоимости перевозок и, в конечном итоге, на транспортной составляющей в цене продукта.

Оптимизация структуры предприятий отрасли (объединение дорог, отделений, линейных предприятий), создание Центров управления перевозками позволят сократить штат управленческого аппарата, повысить оперативное управление, что, в свою очередь, должно обеспечить соблюдение сроков доставки грузов, повышение качества перевозок и снижение эксплуатационных расходов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абрамов А. П. Зависимость расходов железных дорог от изменения объема работы // Экономика железных дорог. – 1999. – № 8. – С. 7–14.
2. Аксененко Н. Е. Железные дороги России: от реформы к реформе / Н. Е. Аксененко, Б. М. Лapidус, А. С. Мишарин. – М.: Транспорт, 2001. – 335 с.
3. Белова А. Г. Вопросы управления железнодорожным транспортом в период реформирования // Экономика железных дорог № 11, 2002. – С. 10-19.

Поступила в редколлегию 27.07.2007.

НЕОБХОДИМОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ЛОГИСТИКИ В СВЯЗИ С РЕФОРМИРОВАНИЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В УКРАИНЕ

На основі аналізу транспортних логістичних систем зарубіжних компаній в статті представлені найбільш пріоритетні і ефективні напрями транспортних логістичних систем, які необхідно розвивати сьогодні. Крім того, охарактеризовані чотири рівні розвитку систем логістики на залізничному транспорті в Україні.

На основе анализа транспортных логистических систем зарубежных компаний в статье представлены наиболее приоритетные и эффективные направления транспортных логистических систем, которые необходимо развивать сегодня. Кроме того, охарактеризованы четыре уровня развития систем логистики на железнодорожном транспорте в Украине.

On the basis of analysis of the transporting logistic systems of foreign companies the most priorities and effective directions of the transporting logistic systems which must be developed today are represented in the article. In addition, four levels of development of the systems of logistic are described on a railway transport in Ukraine.

Постановка проблемы. Реформирование железнодорожного транспорта в Украине, которое вызвано объективными причинами рыночной экономики, предполагает последующее изменение организационно-правовой формы хозяйствования отрасли, поэтому на первый план выдвигается задача по разработке методов управления, позволяющих эффективно организовать производственно-хозяйственную деятельность подразделений отрасли в непрерывно меняющейся внутренней и внешней среде с учетом условий ограниченности финансовых ресурсов.

Эффективная реализация этой задачи может осуществляться на основе использования методологических подходов и методического инструментария научной дисциплины – логистики [1, 2].

Последние исследования и публикации. В реальной рыночной экономике системы логистики в рамках различных производственных объединений по объективным причинам находятся на различных стадиях, или уровнях, развития. Существуют отдельные стадии, через которые функции логистики неизбежно должны пройти, прежде чем они достигнут высокого уровня развития. Анализ компаний, ведущих в экономическом развитии стран, позволил выявить в их рамках четыре последовательные стадии развития логистических систем [3]. Практический опыт работы предприятий в различных странах мира показал, что восхождение от первого уровня развития систем логистики к более высокому уровню происходит как посте-

пенно, так и – при возникновении благоприятных условий – скачкообразно. Такими условиями могут быть слияние предприятий, новый режим управления, политические инициативы. Переход на более высокий уровень в лучшем случае обычно длится от шести месяцев до двух лет, а переход от первого уровня к четвертому занимает около 20 лет. Однако возможно его сокращение до 10 лет в связи с возросшим давлением международной конкуренции и возможностями использования опыта предприятий развитых стран, уже проделавших этот путь.

Выделение нерешенной ранее части проблемы. Таким образом, в связи с намеченной корпоратизацией железнодорожной отрасли возникает необходимость внедрения логистики с целью разработки теоретических положений и методических рекомендаций по обоснованию необходимости структурных преобразований отрасли для повышения экономической эффективности и выяснению возможностей изменений монолитной, вертикально интегрированной и унитарной по существу железнодорожной транспортной системы в Украине.

Цель работы состоит в изучении и анализе транспортных логистических систем зарубежных компаний для применения их опыта в Украине, а также в определении наиболее приоритетных и эффективных направлений транспортных логистических систем, которые необходимо развивать сегодня на транспорте.

Результаты. Анализ транспортных логистических систем зарубежных компаний приводит к выводу, что внедрение логистики на

железнодорожном транспорте в Украине должно проходить в соответствии со следующими характерными этапами.

На первом этапе в качестве единого объекта оптимизации будет рассматриваться транспорт и склад грузовладельца (минимизация складских запасов за счет регламентации времени поставок) или узла взаимодействия различных видов транспорта (непрерывный план-график работы транспортного узла, контактный график между железнодорожниками и речниками и др.). В этот период будет характерный «пик» развития программ по контейнеризации и пакетизации перевозимых по железным дорогам грузов, организации централизованного завоза и вывоза грузов автотранспортом с грузовых дворов, ночная загрузка автоприцепов и многое другое.

Второй этап развития логистических подходов на железнодорожном транспорте станет реализовываться с появлением права на введение договорных тарифов. Возможность получения больших доходов за счет оказания дополнительных услуг будет стимулировать железнодорожников на изучение реальных потребностей грузоотправителей и грузополучателей. Право на законное поощрение транспортников (через договорной тариф) за экономический эффект, полученный грузовладельцами благодаря доставке "точно в срок" и "от двери до двери", позволит им почувствовать себя равными партнерами с железнодорожниками.

Спад производства и, как следствие, резкое высвобождение перевозочных мощностей на всех видах транспорта превратили транспортный рынок из "рынка продавца" в "рынок покупателя". Грузовладелец на ряде маршрутов уже имеет возможность не только выбирать вид транспорта, но и может диктовать свои условия перевозки.

Новая ситуация заставит провозгласить лозунг: "Всё для клиента!". Для реального воплощения его в жизнь в отрасли должна быть создана Система фирменного транспортного обслуживания (СФТО) при перевозке грузов по железным дорогам, которая решила бы задачу проведения на железнодорожном транспорте новой экономической политики на основе маркетинговой стратегии, ориентированной на коммерческую эффективность транспортной продукции. При этом в отрасли закрепится понимание, что только через партнерство с грузовладельцами можно обеспечить устойчивое функционирование железных дорог на рынке

транспортных услуг. С этого момента начнется третий этап развития логистики на железнодорожном транспорте.

Главными принципами функционирования СФТО являются доступность, оперативность, комплексность, высокое качество обслуживания и гарантия выполнения взятых на себя обязательств. При этом необходимо изменить технологию работы с клиентом на всех этапах, начиная от приема заявок и оформления перевозочных документов и заканчивая контролем исполнения условий перевозок и предоставлением необходимой информации о перевозке. Потенциальные возможности СФТО значительны. Работа с грузовладельцем должна начинаться задолго до его прихода с заявкой на перевозку и другие услуги. Маркетинговые подразделения центров фирменного транспортного обслуживания на железных дорогах должны провести тщательное изучение имеющихся и потенциальных пользователей услугами железнодорожного транспорта, создать на них банк данных. Наряду с информацией, предусмотренной паспортом клиента, специалисты маркетингового подразделения должны, оценив объемы и характер производства или потребления, установить какие дополнительные услуги можно предложить со стороны железной дороги, чтобы за счет, например, изменения режима перевозки снизить внетранспортные издержки и тем самым привлечь данного клиента. Так, к примеру, на втором этапе развития логистических систем железнодорожники могли бы разработать и внедрить единую межотраслевую технологию перевозки (ЕМТП) массовых грузов между непрерывно работающими предприятиями в Украине.

Технология ЕМТП — это организация перевозки массовых грузов технологическими маршрутами, то есть целыми составами по расписанию, согласованному с отправителем и получателем, что обеспечивает работу «по прямому варианту» без промежуточного складирования. При этом основная причина возможных неудач — незавершенность системы, несоблюдение законов транспортной логистики. Ведь известно, что логистическая система предполагает одновременное решение четырех задач: технологической, технической, экономической и управленческой.

Появление на железных дорогах структур ФТО, основными задачами которых являются активное привлечение клиентуры к пользованию железнодорожным транспортом путем изучения потребностей в перевозках по коли-

честву и качеству, и создание условий для их удовлетворения, а также организация сквозной доставки груза «от двери до двери» и «точно в срок» без посредников, будет способствовать шире применять логистику.

В тоже время перед маркетинговыми подразделениями центров фирменного транспортного обслуживания будут стоять задачи обобщения данных для изучения сбыта и потребностей клиентуры в транспортных услугах с целью привлечения грузов на железнодорожный транспорт, включающий сбор сведений о клиентуре (производственные возможности и связи, потребность в различных видах транспортных услуг, желательную ритмичность и порционность отправки продукции или получения сырья, взаимоотношения с другими видами транспорта). Собранная информация позволит подразделению при помощи планирования и координации перевозок заблаговременно строить логистические цепочки по транспортировке груза, отработывая возможность соблюдения необходимых клиенту условий по услугам и цене.

Более детально логистические цепочки должны прорабатываться при обращении клиента с заказами в договорном отделе (через агента или непосредственно). В основном в настоящее время проверяется техническая и технологическая возможность выполнения условий договора, предполагающего доставку груза имеющимся подвижным составом в сроки, предусмотренные Правилами перевозок, а не реальными потребностями отправителя или получателя. Практически отсутствуют (а точнее, составляют слишком малую долю) магистральные перевозки, технологически увязывающие различные производства от «зарождения» сырья на начальном предприятии до получателя готовой продукции у потребителя по критерию минимума суммарных издержек для всех участников данного процесса.

Автоматизированная комплексная программа ФТО на железнодорожном транспорте в комплексе с автоматизированной системой полномерного учета, контроля дислокации, анализа использования и регулирования вагонного парка позволят, используя их наряду с уже имеющимися автоматизированными системами управления локомотивами, локомотивными

бригадами, станциями и др., не только минимизировать собственные издержки железных дорог на реализацию договорных условий перевозки, но и при соответствующей нормативно-правовой базе, перейти на создание сложных логистических систем, включающих помимо транспорта и производство, и складирование, и потребление. При этом наряду с материальными потоками в системе важное значение уделяется и сопутствующим информационным и финансовым потокам.

Создание технологического процесса двух различных предприятий, соединенных магистральным железнодорожным транспортом, как единой логистической системой — вот задача третьего этапа.

И четвертый этап логистики на железнодорожном транспорте создание единых логистических центров, где все виды транспорта комплексно обслуживают грузовладельцев в тесном взаимодействии, выбирая перевозчика по критерию реального минимума издержек, «не перетягивая» заказы на себя.

Выводы. В связи с реформированием железнодорожной отрасли, переход от традиционной системы управления на транспорте к управлению логистической транспортной системы ориентированной на эффективность достаточно сложен, требует времени и немалых затрат. Однако достигаемый результат должен значительно способствовать повышению качества и конкурентоспособности предприятий железнодорожной отрасли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Планирование логистической стратегии транспортных предприятий / А. Н. Пшинько, Н. В. Савицкий, С. А. Корецкая, В. Н. Сердюк // 36. наук. пр. КУЕТТ. Серія «Економіка і управління», 2004. Вып. 2. — С. 47-53.
2. Корецкая С. А. Эффективность логистических систем и способы ее оценки / Новини науки Придніпров'я, № 2. — Д., 2005. — С.31-37.
3. Bowersox D. I., Closs D. I., Helferich O. H. Logistical management. —New York-London, 1986. - 586 p.

Поступила в редколлегию 27.06.2007.

Н. В. КУДРИЦЬКА (Рада по вивченню продуктивних сил України НАН України)

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНИХ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЕКТІВ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ З УРАХУВАННЯМ РИЗИКУ

В статті розглянуті існуючі показники і методи оцінки ефективності інвестиційних проектів. Вперше запропонована економіко-математична модель нелінійного програмування вибору оптимальних інвестиційних проектів з урахуванням ризику та основних факторів, що впливають на прибутковість.

В статье рассмотрены существующие показатели и методы оценки эффективности инвестиционных проектов. Впервые предложена экономико-математическая модель нелинейного программирования выбора оптимальных инвестиционных проектов с учетом риска и основных факторов, которые влияют на прибыльность.

There are the considered existent indexes and methods of estimation of efficiency of investment projects in the article. First offered economic-mathematical model of the nonlinear programming of choice of optimum investment projects taking into account the risk and basic factors which influence on profitability.

В період переходу до ринкової економіки при становленні нових видів організації виробничого процесу однією із головних проблем є підвищення ефективності управління, вміння прогнозувати доходи і витрати, порівнювати варіанти інвестиційних вкладень в усіх галузях економіки України.

Аналіз проблем планування та удосконалення роботи залізничного транспорту переконливо свідчить, що врахування невизначеності і конфліктності та породжуваних ними ризиків займають значне місце в розвитку методологічного підходу прийняття рішень в інвестиційній діяльності залізничного транспорту. Для того, щоб оцінити всі можливі варіанти функціонування залізниць в ризикових ситуаціях, потрібно створити систему економіко-математичних моделей.

На виконання Програми розвитку інвестиційної діяльності на 2002–2010 роки, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 28.12.2001 №1801 [1] був розроблений план заходів, який передбачає проведення дерегуляції підприємницької діяльності, лібералізацію ділової активності і створення конкурентного середовища, які характеризуються виникненням ризикових ситуацій.

Метою даної статті є розробка економіко-математичної моделі вибору оптимальних інвестиційних проектів з урахуванням ризику та основних факторів, що впливають на прибутковість (дисконт, темп інфляції, рентабельність, податки).

Питання оцінки ризиків в інвестиційній діяльності розглядалися у багатьох наукових працях вітчизняних і зарубіжних учених [2–8].

В сучасних методиках оцінки ефективності інвестиційних проектів використовується підхід, який вимагає посилення уваги до питань врахування лага між вкладанням коштів і їх віддачею. В залежності від цього всі методи оцінки ефективності проектів можна розділити на дві групи: статичні (період окупності, бухгалтерська рентабельність інвестицій) і динамічні або методи дисконтування (чистий приведений доход, індекс рентабельності інвестицій, внутрішня норма прибутку, дисконтований строк окупності інвестицій, ануйтет).

Для зниження ризику, як правило, застосовуються різні методи, які підвищують надійність результатів інвестицій: вивчення механізму формування прибутку з урахуванням різних факторів, використання методів математичної статистики, економіко-математичного моделювання і інші.

В аналізі ефективності інвестицій застосовуються наступні показники:

– *період окупності проекту (PBP)* – час, за який підприємство покриє витрати на інвестиції. При цьому термін окупності визначається із співвідношення:

$$PBP = C \sum u / Cr,$$

де $C \sum u$ – сума інвестицій; Cr – щорічні надходження.

– *чиста приведена величина доходу (NPV)* – оцінка вартості потоку майбутнього доходу, дорівнює приведеній вартості майбутніх прибутків або грошових потоків, дисконтних за допомогою відповідної процентної ставки за

відрахуванням приведеної вартості інвестиційних витрат. *NPV* використовується для оцінки пропозицій інвестицій з використанням загальної бази для порівняння. При цьому перевагу має той проект, *NPV* якого має позитивне значення, тобто інвестиції принесуть дохід. Негативна ж величина *NPV* вказує на те, що доходи від запропонованого проекту недостатньо високі, щоб компенсувати ризик даного проекту.

– *рентабельність (індекс прибутковості) PJ* – критерій оцінки проекту, який визначається як відношення приведеної вартості пов'язаних із його реалізацією майбутніх грошових потоків до приведеної вартості первісних інвестицій:

$$PJ = C_{п.п} / C_{п.в} ,$$

де $C_{п.п}$ – приведені надходження; $C_{п.в}$ – приведені виплати;

– *внутрішня норма прибутковості (IRR)* – ставка дисконтування, при якій ефективність інвестицій, тобто *NPV*, дорівнює нулеві, а приведена вартість майбутніх грошових потоків дорівнює первісній сумі інвестицій. Інакше кажучи, це розрахункова ставка відсотків, при якій капіталізація регулярно отриманого доходу дає суму, яка дорівнює інвестиціям, тобто капіталовкладення окупаються. Звичайно мінімально припустиме значення *IRR* приймається більш високим, ніж вартість капіталу, на деяку величину з урахуванням ризику проекту;

– *ануїтет* – це послідовність однакових грошових потоків, які регулярно повторюються. Приведена вартість ануїтету в одну грошову одиницю послідовності із n грошових потоків однакової величини дорівнює:

$$B(n, r) = [1 - (1 + r)^{-n}] / r ,$$

де n – кількість періодів, коли виникали грошові потоки; r – ставка дисконтування. Якщо розглядаються проекти, де грошові потоки поступають нерівномірно, визначають ануїтет, якому еквівалентний даний проект:

$$C = PV / B(n, r) ,$$

де PV – приведена вартість грошових потоків проекту. Перевагою критерію ануїтету є те, що він дозволяє порівнювати проекти різної тривалості [6].

Існують різні підходи до аналізу проектів, у тому числі і *аналіз чутливості*, що проводиться шляхом послідовного виконання наступних кроків:

– вибирається основний ключовий показ-

ник, тобто параметр, щодо якого і проводиться оцінка чутливості. Такими показниками можуть бути як внутрішня норма прибутковості (*IRR*), так і чистий приведений дохід (*NPV*);

– вибираються варійовані фактори (рівень інфляції, обсяг і ціна реалізації та ін.);

– проводиться розрахунок ключових показників на різних етапах здійснення проекту.

Отримані таким шляхом послідовності витрат і надходжень дозволяють визначити фінансові потоки для кожного періоду та показники ефективності.

Одним із методів оцінки і аналізу ризиків інвестиційних проектів є *метод сценаріїв*, який був створений в результаті удосконалення методу аналізу чутливості і направлений на знищення його недоліків, а саме:

– можливість використання обмеженого числа факторів (основних змінних проекту, які безпосередньо впливають на чистий дисконтний дохід (обсяг продажу, ціна, оборотний капітал, ставка проценту та ін.));

– однофакторність аналізу, тобто орієнтація на зміну тільки одного фактору ризику проекту, що призводить до недообліку можливого зв'язку між окремими факторами або їх кореляції.

Сценарний підхід передбачає виконання альтернативних розрахунків з використанням даних, які характеризують різні варіанти розвитку проекту. В процесі реалізації цього методу експерти розглядають ряд сценаріїв, що характеризують збіг обставин, в яких може опинитися проект, і відповідні їм значення основних змінних проекту.

Сценарії розглядаються у якості варіантів значень основних змінних проекту при найгіршому збігу обставин (песимістичний сценарій), при найкращому збігу обставин (оптимістичний сценарій) і при найбільш вірогідному збігу обставин (реалістичний, найбільш вірогідний сценарій).

На основі отриманих від експертів значень основних змінних проекту для песимістичного, найбільш вірогідного та оптимістичного сценаріїв розраховуються відповідні їм значення критеріїв ефективності проекту. Є можливість розрахунку середнього значення і середньоквадратичного відхилення критерію ефективності для порівняння різних проектів.

Подальше вдосконалення сценарного підходу пов'язане з використанням *імітаційного моделювання*, яке дозволяє розглядати необмежену кількість різних варіантів розвитку подій (сценаріїв). Імітаційне моделювання – це роз-

рахункова процедура з використанням програмного забезпечення на персональних комп'ютерах, в процесі якої на основі випадково узятих різних наборів основних змінних проекту проводиться серія розрахунків значень критеріїв ефективності проекту. Приміром такого підходу служить *метод Монте-Карло*.

В Росії виконане дослідження структури критеріїв ефективності інвестиційних проектів, ефект яких оцінюється випадковою величиною з неточно відомим розподілом, причому різні можливості розподілу мають різний ступінь ймовірності і формалізуються як нечіткі [4].

Оцінка інвестиційних ризиків має суттєве значення для прийняття рішення про участь в проекті. Відомо, що високий ризик зменшує комерційну привабливість проекту, а його збільшення повинно бути компенсоване наявністю додаткових коштів, які враховуються у складі ставки дисконту.

Для оцінки ризику нами вперше було проведено статистичне дослідження відносних значень збитків. Дослідження показало: розподіл збитків підкоряється закону Вейбула з параметрами ($\alpha = -2,44$; $\beta = 0,095$) [8], що було визначено з використанням емпіричної кривої розподілу збитків в економіці, яку запропонував В. В. Вітлінський [7]. Ризик оцінюється як математичне сподівання розподілу збитків за визначеним законом Вейбула. Проведені дослідження показали, що ризик найбільш суттєво впливає на прибутковість інвестиційних проектів. Крім того, при розробці моделі вибору проектів був врахований комплекс основних факторів, які впливають на прибутковість проектів: дисконт, темп інфляції, рентабельність, податки.

Для вирішення даної задачі нами вперше розроблена математична модель нелінійного програмування [9], цільова функція якої – сумарна прибутковість проектів на кінець планового періоду:

$$\sum_{i=1}^m C_{nli}^i \cdot x_i \cdot y_{nli}^i + (1 + \gamma)q_{j-1} \rightarrow \max .$$

Основні балансові обмеження по роках записуються таким чином:

1) вартість всіх проектів в перший рік строго дорівнює виділеній сумі інвестицій Φ_0 :

$$\sum_{i=1}^m C_{nli}^i \cdot x_i \cdot y_{nli}^i + \Phi_0 = 0 .$$

2) вартість витрат, пов'язаних з фінансуванням проектів, віддача від функціонування проектів разом з депозитним вкладом в кожному

проміжному році збалансована:

$$\sum_{i=1}^m C_{nli}^i \cdot x_i \cdot y_{nli}^i - q_j + (1 + \gamma)q_{j-1} = 0 ,$$

$$q_j \geq 0, \quad j = 2, 3, \dots, n-1 .$$

де $i = 1, 2, \dots, m$ – кількість проектів; $j = 1, 2, \dots, n$ – кількість років функціонування проектів; l_i , – початок фінансування i -го проекту; x_i – обсяги інвестування i -го проекту; C_{nli}^i – прибутковість i -го проекту в j -му році; y_{nli}^i – булева змінна, яка показує роки фінансування та функціонування проекту; $q_j \geq 0$ – залишки грошей в j -му році; γ – відносна величина депозитного процента.

Алгоритм даної задачі нелінійного програмування доцільно будувати на ідеї лінеаризації задачі на кожному кроці ітераційного процесу. Тобто при фіксованих термінах початку проектів дана задача перетворюється на задачу лінійного програмування, яку можна розв'язати за допомогою програми Microsoft Excel.

Нехай є декілька інвестиційних проектів: $X1$ – закупівля нових вагонів, дизель- і електропоїздів; $X2$ – розробка нових шляхових машин, механізмів стану шляху; $X3$ – електрифікація залізниць; $X4$ – впровадження системи швидкісного руху вантажів на території України; $X5$ – розробка і впровадження систем безперевалочних змішаних перевезень транзитних вантажів; $X6$ – впровадження автоматизованих інформаційних систем стеження за просуванням транзитних вантажів в пунктах пропуску... та ін.

Ставиться задача вибрати оптимальні проекти, які дадуть найбільший прибуток на при-кінці четвертого року їх фінансування (2010 рік), при умові, що на всі проекти виділено капітал в сумі 5000 млн дол. а в проект $X1$ вкладено 2200 млн дол.

Припустимо, що проекти мають прибутковість по роках, наведену в таблиці. Коефіцієнти прибутковості були розраховані з урахуванням ризику, дисконту, темпу інфляції, податків, рентабельності.

Так, наприклад, проект $X1$ на при кінці другого року його фінансування на кожний вкладений долар інвестицій принесе прибуток $C_{31}^1 = 0,045$ дол., по закінченні третього року – прибуток складе $C_{31}^1 = 1,17$ дол.

Сформулюємо обмеження задачі.

1) інвестиції в проекти не повинні приймати від'ємні значення, тобто $x_1 \geq 0$; $x_2 \geq 0$; $x_3 \geq 0$;

$$x_4 \geq 0; x_5 \geq 0; x_6 \geq 0;$$

2) у проект $X1$ в перший рік інвестовано 2200 млн дол., тобто $x_1 = 2200$;

3) для досягнення максимального ефекту необхідно вкласти в перший рік ($j=1$), в усі проекти, які починаються в цьому році, весь капітал, який був виділений на їх впровадження, тобто 5000 млн дол.

$$x_1 + x_3 + x_4 = 5000;$$

4) використовуючи другий стовпець табл. 1, сформуємо баланс на другий рік ($j=2$)

$$0,045x_1 + 1,066x_3 - x_2 - x_6 = 0.$$

5) аналогічно, використовуючи третій стовпець таблиці сформуємо баланс на третій рік ($j=3$),

$$1,17x_1 + 0,056x_2 + 0,107x_6 - x_5 = 0.$$

Таблиця

Результати розрахунку коефіцієнтів прибутковості інвестиційних проектів

Роки		2007 $j=1$	2008 $j=2$	2009 $j=3$	2010 $j=4$
Проекти	$X1 i=1$	$C_{11}^1 = -1,0$	$C_{21}^1 = 0,045$	$C_{31}^1 = 1,17$	0
	$X2 i=2$	0	$C_{22}^2 = -1,0$	$C_{32}^2 = 0,56$	$C_{42}^2 = 1,18$
	$X3 i=3$	$C_{31}^1 = -1,0$	$C_{21}^3 = 1,066$	0	0
	$X4 i=4$	$C_{41}^1 = -1,0$	0	0	$C_{41}^4 = 1,26$
	$X5 i=5$	0	0	$C_{33}^5 = -1,0$	$C_{43}^5 = 1,1$
	$X6 i=6$	0	$C_{22}^6 = 1,0$	$C_{32}^6 = 0,107$	$C_{42}^6 = 1,23$

Цільова функція даної задачі має вид:

$$1,18x_2 + 1,26x_4 + 1,1x_5 + 1,23x_6 \rightarrow \max.$$

Розрахунки за вищенаведеною моделлю показують, що оптимальними проектами, які забезпечують максимум прибутку на кінець 2010 року є проекти $X1$, $X2$, $X3$ та $X5$.

Таким чином, розроблена модель дозволяє здійснювати вибір інвестиційних проектів з урахуванням ризику, дисконту, темпу інфляції, податків (податку на прибуток та податку на додану вартість) та рентабельності.

Подальшим напрямом досліджень, присвячених удосконаленню розробленої економіко-математичної моделі є збір та статистичний аналіз даних ендогенних та особливо екзогенних факторів (екологічні чинники, зміни в законодавстві та інші), які впливають на прибутковість проектів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 28.12.2001 № 1801 «Про затвердження Програми розвитку інвестиційної діяльності на 2002–2010 роки» www.rada.gov.ua.
2. Кулаев Ю. Ф. Методы экономической оценки инвестиционных проектов на транспорте. – К.: Транспорт Украины, 2001. – 182 с.

3. Савчук В. Теория и практика оценки эффективности инвестиций в Украине // Экономика Украины. – 2003. – № 12. – С. 19–25.
4. Смоляк С. А. Оценка эффективности проектов в условиях нечеткой вероятностной неопределенности // Экономика и математические методы. – 2001. – Т. 37. – № 1. – С. 3–17.
5. Дамодаран А. Инвестиционная оценка. Инструменты и техника оценки любых активов / Пер. с англ. – М.: Альп Бизнес Букс, 2005. – 1342 с.
6. Контролинг как инструмент управления предприятием / Под ред. Н.Г.Данилочкиной. – М.: ЮНИТИ. – 2003. – 281 с.
7. Вітлінський В. В. Аналіз моделювання та управління економічним ризиком: Навч.-метод. посіб. / В. В. Вітлінський, П. І. Верченко – К.: КНЕУ, 2000. – 292 с.
8. Кудрицька Н. В. Моделі оцінки ризику з використанням функцій корисності // Економіко-математичне моделювання соціально-економічних систем. – К.: НАУ, МОН, МННЦ ІТіС. – 2003. – Вип. 4. – С. 100–103.
9. Кудрицька Н. В. Математична модель нелінійного програмування для оптимального вибору інвестиційних проектів // Формування ринкових відносин в Україні. – К. – 2006. Вип. 5 (60). – С. 73–76.

Надійшла до редколегії 31.07.2007.

ТРАНЗИТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ УКРАИНЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ МЕЖДУНАРОДНОЙ ИНТЕГРАЦИИ

У статті проаналізовані вантажопотоки, що проходять через порти України. Запропоновані шляхи розвитку ефективного використання транзитного потенціалу України в сучасних умовах міжнародної інтеграції.

В статье проанализированы грузопотоки, проходящие через порты Украины. Предложены пути развития эффективного использования транзитного потенциала Украины в современных условиях международной интеграции.

The traffics of goods, which pass through ports of Ukraine, are analysed in the article. The ways of development of the effective use of transit potential of Ukraine are offered in the modern terms of international integration.

Введение

В настоящее время формируется глобальная транспортная система, которая предъявляет ряд требований и стандартов ко всем участкам и звеньям, входящим в ее каркас. По территории Украины проходит ряд международных транспортных коридоров (МТК), которые были приняты на Критской конференции, в частности это 3, 5, 7 и 9 коридоры. Необходимо отметить тот факт, что для функционирования МТК необходимо соответствие участков транспортных коридоров, проходящих через территорию нашего государства, международным стандартам.

Морские порты являются активной частью транспортной системы и играют роль сегмента, соединяющего межнациональные транспортные магистрали. В связи с этим и уровень портовых услуг должен соответствовать международным стандартам и быть расширен до уровня этих стандартов.

Преобразовательные процессы, проходящие в мировой транспортной системе, в полной мере затрагивают интересы Украины.

Постановка задачи

Цель статьи рассмотреть необходимость интеграции Украины, как в ЕС так и в ЕЭП. Определив наметившиеся тенденции и подходы к этой проблеме, необходимо учесть имеющийся международный опыт, проанализировать мероприятия, направленные на реализацию мер по улучшению использования транзитного потенциала Украины.

Результаты

Морские порты Украины имеют очень важную особенность – выгодное экономико-геог-

рафическое положение по отношению к стратегическим направлениям грузопотоков, близость к европейским и ближневосточным рынкам. Они обладают развитой инфраструктурой, достаточными глубинами, незамерзаемой водной поверхностью практически в течение года, высоким уровнем механизации погрузочно-разгрузочных работ. Такие характеристики позволяют рассматривать морские порты Украины в качестве удобных пунктов перевалки транзитных грузопотоков по направлениям Запад–Восток, Север–Юг. Анализ грузов, переработанных в морских портах Украины в 2005 г., свидетельствуют о том, что основная их масса представлена сыпучими грузами, они составляют 53 % общего объема. Затем перерабатываются тарно-штучные грузы, они составляют 29 % и наливные грузы – 18 %. Объем контейнерных грузов, перерабатываемых в портах Украины, остается очень низким, он составляет – 3,5 % при уровне контейнеризации в зарубежных портах к 2006 г. 50...55 % и прогнозе на увеличение этого показателя до 70 % [5].

На рис. 1 показана динамика обработки экспортно-импортных и транзитных грузов в портах Украины [4; 5]. При анализе транзитных грузопотоков, проходящих через порты Украины, мы констатируем следующую динамику: нефть и нефтепродукты занимают в объеме переработки транзитных грузов 30 %, сыпучие грузы – 80 %: из них уголь – 10 %; химические и минеральные удобрения – 12 %; металлы – 7 % [6].

Анализ тенденций, характерных для перевалки грузов через морские торговые порты страны показывает потерю транзитных грузов. Видно, что транзит играет очень большое значение в структуре суммарного грузооборота морских портов, он даже более значим, чем экспорт. В то время как экспорт продукции ограничен ее производством, транзит зависит от благо-

приятных условий, которые предоставляет данное государство для привлечения транзитных грузов как экономических, так и политических. Долгое время портовикам удавалось добиваться увеличения транзитных грузопотоков, однако с 2004 г. происходит падение транзитных грузов. Это произошло в связи с решением руководства украинских железных дорог повысить тарифы на перевозку нефти и нефтепродуктов. Если тарифная политика в отношении транзитных грузов не

изменится, то Украина потеряет свой очень выгодный ресурс – использование своей территории в качестве транзитного потенциала. Нефтепродукты – 86 млн т, которые потеряли украинские порты в 2006 году, были отправлены через российские комплексы на Балтике, 23 млн тонн грузов ушло на румынский порт. Констанца – это говорит уже о более сложной борьбе за транзитные грузопотоки [2].

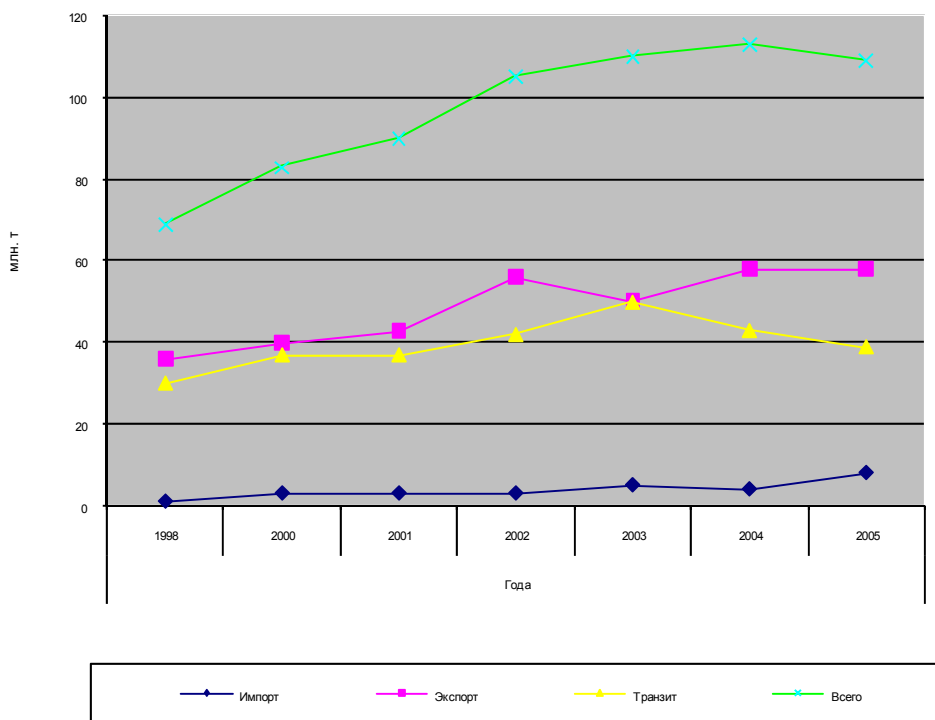


Рис. 1. Динамика переработки импортных, экспортных, транзитных грузов в морских торговых портах Украины (1998–2005 гг.)

Наши ближайшие соседи Российская Федерация, Беларусь и страны Прибалтики проводят скоординированную транзитную политику на увеличение грузопотоков через собственную территорию.

Анализ внешнеторговых связей между государствами, расположенными на направлениях «Запад-Восток», которые примыкают к зонам МТК и проходят по территории Украины, свидетельствует о возможностях роста объемов транзитных перевозок грузов в этом направлении.

В связи с этим необходимо вести правильную транспортную политику, которая способствовала бы возврату потерянных и привлечению новых грузопотоков в украинские порты.

Решение правительства Украины отдать приоритет развитию сотрудничеству с ЕС обусловлено тем, что именно эта группировка будет определять направления экономического

развития в мире, а также обеспечивать политическую стабильность на евразийском пространстве в средне- и долгосрочной перспективах. Однако, ориентация нашего правительства на политику сближения с ЕС, намерения вступления в ВТО, а также намерения вступления в НАТО, неправильная тарифная политика государства привели к ухудшению отношений с Россией.

Для евро-интеграционных намерений Украины уже заложены определенные основания: в частности, заключено Соглашение о партнерстве и сотрудничестве между Украиной и Европейским сообществом, а также государствами-членами этого сообщества, которые предусматривают образование ряда общих органов (ратифицирован Закон Украины от 10 ноября 1994 г. № 237/94-ВР), разработана Программа интеграции Украины в Европейский Союз (ут-

верждена Указом Президента Украины от 14 августа 2000 г. № 1072/2000), ежегодно пересматриваются и уточняются – на основании данных общего мониторинга отраслевые программы (в том числе в сфере транспорта [1].

В настоящее время 16 % нефти, которая потребляется европейскими странами, поступает из России и естественно это является транзитным потенциалом Украины. Это составляет свыше 53 % всего российского экспорта этого сырья. Поскольку собственных запасов нефти (650 млн т) в Европе (без новых членов сообщества) хватит всего на 9-10 лет, то дальнейшее возрастание импорта нефти, в том числе из РФ, является неминуемой действительностью. Не случайно Министерство экономического развития РФ планирует уже в ближайшие годы, начиная с 2007 г. увеличить общие объемы экспорта нефти на 22...30 % ежегодно. Следует ожидать, что значительная часть этого прироста пойдет в Европу:

- во-первых, новые члены ЕС тоже не имеют достаточных собственных ресурсов нефти;
- во-вторых, технологические процессы, которые используются на их НПЗ, почти полностью ориентированы на переработку российской нефти (в частности, заводы Словакии – на 94,6 %, Литвы – на 83,3 %, Венгрии – на 83,3 %, Польши – на 80,7 % и Чехии – на 54,7 %);
- в-третьих, именно по территории этих стран пролегают магистральные нефтепроводы, по которым осуществляется почти половина российского экспорта нефти к ЕС.

По нашему мнению, эти обстоятельства прибавляют оптимизма в деле реализации в будущем идеи полноценного функционирования украинской части Евразийского нефтетранспортного коридора (ЕАНТК), ветвь ко-

торого (нефтепровод Броды–Плоцк) может быть все-таки достроена.

В контексте расширения ЕС транзитные услуги Украины могут быть затребованы также в связи с активизацией торгово-экономических отношений в границах МТК «Север–Юг» с участием Азербайджана, Ирана, Пакистана, Индии и России. Учитывая ожидаемое увеличение товарообмена на Евразийском континенте, Украине следует приложить соответствующие усилия для привлечения на свою территорию дополнительных транзитных грузопотоков, в условиях обострения конкурентной борьбы за них.

Так по оценкам экспертов ООН и ЕС до 2010 г.:

- в направлении европейской оси «Север–Юг» можно ожидать возрастания объемов транзитных грузов на 25...30 %;
- в направлении Европа–Азия – на 30...35 %.

На постсоветском пространстве не учитываются основные принципы интеграции, такие как: принцип эволюционного и по-стадийного развития; принцип открытости в развитии интеграции, который будет рассматриваться в контексте совместного европейского экономического пространства. А также необходимо учитывать принцип приоритета больших проектов развития и делать акцент на глубину интеграционных процессов, что повлечет за собой привлечение больших компаний и поддержку интеграционного процесса «снизу». На сегодняшний день мы отмечаем конкуренцию на постсоветском пространстве. Провалилась попытка создания Экономического союза в рамках СНГ, поставлена задача создания зоны свободной торговли в рамках ЕЭП. Этапы интеграционного процесса показаны в таблице.

Таблица

Этапы экономической интеграции

Преференциальное торговое пространство	Зона свободной торговли ЗСТ	Таможенный Союз ТС	Общий Рынок ОР	Экономический союз ЭС
Снижение тарифных и иных барьеров во взаимной торговле	Отмена тарифных и нетарифных барьеров во взаимной торговле	Единое тарифное и нетарифное регулирование в отношении третьих стран	Свобода движения факторов производства	Гармонизация экономической политики
Сохранение национальных тарифов в отношении третьих стран	Свобода межстранового движения товаров и услуг	Создается межгосударственный совет на уровне министров и секретариат	Встречи глав государств, Совет министров, Секретариат	Межгосударственный орган с функцией наднационального регулирования

Образование зоны свободной торговли тор-мозит позиция России, которая не заинтересована в создании ЗСТ, поскольку вследствие

этого придется упразднить налоги на экспорт продукции топливно-энергетического комплекса. Это отразится по оценкам экспертов убыт-

ками для России в размере до 2 млрд долларов США. Россия не намерена идти путем снижения налогов, а это значит, что энергоносители в Украине будут дороже, чем в России.

Вследствие вышесказанного объективная значимость транзитного потенциала в экономике государства представляет большую ценность. По нашему мнению решение проблем, связанных с улучшением использования транзитного потенциала страны, кроется в разработке транспортной программы государства, основными направлениями которой должны быть:

- разработка транспортной политики государства;

- открытость транспортной системы Украины для зарубежных партнеров и инвесторов с учетом национальных интересов;

- использование альтернативных форм собственности и многообразие источников финансирования инвестиционных программ;

- заключение транспортно-экономических связей с зарубежными партнерами на паритетных условиях, с учетом интересов национальных перевозчиков;

- использование в пределах мировой практики грузовой преференции;

- возрождение фрахтовой независимости внешней торговли, воссоздание морского транспортного флота Украины.

Выводы. Вопрос о возможности одновременной интеграции Украины в ЕЭП и в ЕС остается проблемным как для специалистов, так и

для общества. Однако, по нашему мнению, ЕЭП и ЕС, в частности Единый европейский рынок - это для Украины не взаимоисключающий выбор, а возможность развивать взаимовыгодное сотрудничество со своими основными экономическими партнерами, объемы торговли с которыми постоянно возрастают.

Идея состоит не в перспективе поглощения Украины ее соседями, а в необходимости и способности продолжать прагматичное, взаимовыгодное сотрудничество со всеми партнерами. При этом интеграция может рассматриваться не как цель, а как средство обеспечения реализации национальных интересов, в том числе и в транзитной сфере.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Комплексна програма затвердження України як транзитної держави у 2002-2010 роках. Офіційний вісник України. – 2002, № 10. – С. 58–71.
2. Михайлова В. Неуслышанные аргументы // Порты Украины. – 2005. – № 2. – С. 20–23.
3. Дергачев В. А. Геополитика Украины – Одесса: ИПРЕД НАНУ, 2003. – 240 с.
4. Статистичний щорічник України - К.: Консультант, 2005. – С. 248–256.
5. Все о портах Украины 2005. – Одесса: Порты Украины, 2005. – 664 с.
6. Транспорт. – 2006. – № 4. – С. 68–72.

Поступила в редколлегию 31.07.2007.

РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ СУБЪЕКТОВ РЫНОЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ

Україна формує цивілізовані ринкові відносини. Для виходу на світові ринки в умовах жорсткої конкуренції необхідно використати накопичений досвід застосування передових технологій організації виробництва й збуту. Головними шляхами прискорення обороту вкладених коштів є: скорочення часу надходження готової продукції до споживача та оптимізація рівня виробничих запасів.

Украина формирует цивилизованные рыночные отношения. Для выхода на мировые рынки в условиях жесткой конкуренции необходимо использовать накопленный опыт применения передовых технологий организации производства и сбыта. Главными путями ускорения оборота вложенных средств являются: сокращение времени пути готовой продукции к потребителю и оптимизация уровня производственных запасов.

The modern market relationship are being developed in Ukraine. It is necessary to employ the modern technologies in production and sails to enter competitive world markets successfully. There are two major ways to speed up turnover of investment: to shorten supply chain and to optimize production stock.

Двигаясь в направлении создания цивилизованных рыночных отношений как внутри государства, так и по отношению к торговым партнерам Украина реформирует законодательную и организационную базу экономических отношений. Являясь великой транзитной страной, она принимает непосредственное участие в международном разделении труда. Сейчас налицо видны значительная изношенность парков вагонов, локомотивов, недостаточное развитие информационных технологий и многое другое. Для приведения их в соответствие современным требованиям необходимы значительные инвестиции. Однако далеко не полностью используются высокоэффективные, малозатратные организационные технологии. Такими технологиями обладает логистика.

Цель любого коммерческого предприятия – получение прибыли. Стратегию и тактику достижения цели определяет маркетинг. Оптимизацией действий на пути к цели занимается логистика. Общепринятая «формула» получения прибыли выглядит:

$$D - T - \dots - T' - D',$$

где D – деньги, потраченные на производство, транспортировку, складирование и другие операции, связанные с доставкой товара конечному потребителю; T – сырье и материалы, приобретаемые для изготовления товара; T' – товар, произведенный для продажи; D' – деньги, полученные от продажи товара.

Увеличение денежной массы определяется:

$$\Pi = D' - D = \Delta D.$$

Однако формула не содержит одной из важнейших составляющих – времени. При этом время оборота денег (увеличения денежной массы) имеет важнейшее значение.

Для проведения анализа получения прибыли от продажи товара во времени изобразим его на графике с координатными осями « D » – деньги и « t » – время. С целью проведения анализа единичного оборота денег для упрощения и ухода от излишней громоздкости примем некоторые допущения:

1 – все действия и операции, связанные с получением прибыли, находятся в правовом поле и отвечают требованиям международных и национальных законов тех государств, на территории которых они проводятся.

2 – цена, которую конечный потребитель готов заплатить за товар, известна и неизменна.

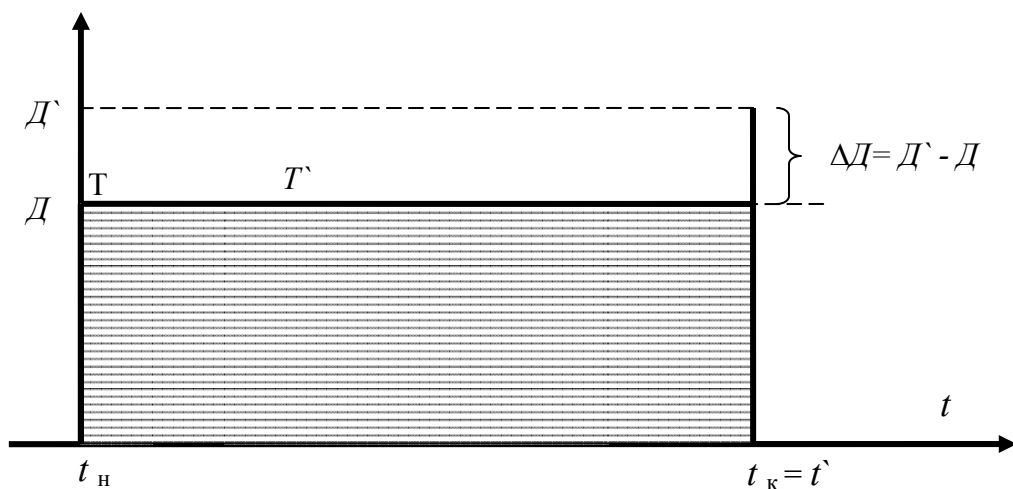
3 – считать известной и неизменной в себестоимости товара долю производственных затрат, связанных с капитальными вложениями.

4 – долю производственных затрат, связанных с расходами на само производство и его обслуживание также примем известными и неизменными, но только для первой части анализа.

На графике, кроме известных D , D' , ΔD или Π теперь присутствуют T – время, когда деньги были вложены в производство конкретного товара и t' – время получения денег за товар – прибыли. На графике отсутствует t_{Π} – время, необходимое на производство товара. В процессе эволюции товарно-денежных отношений между товаропроизводителем и конечным по-

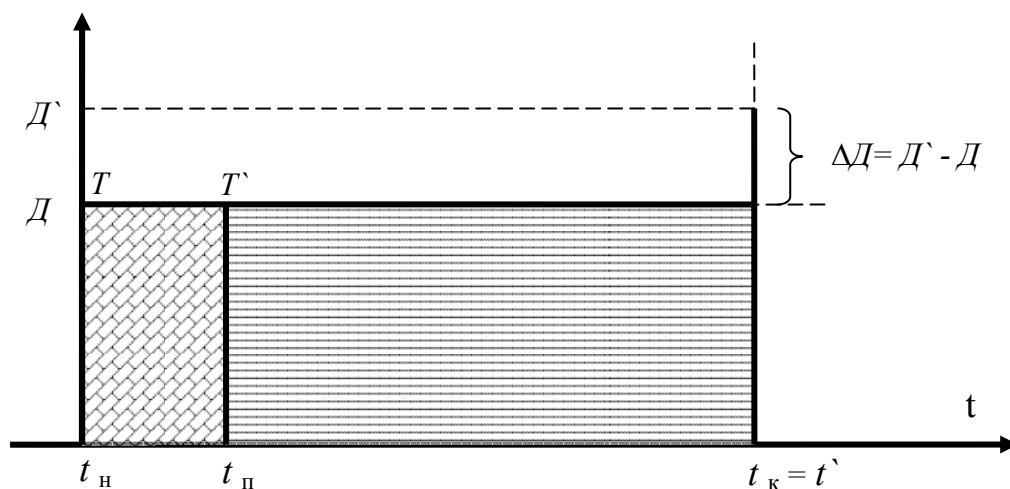
требителем возникла объективно необходимая цепочка посредников. Без нее практически ни один как простой, так и высокотехнологичный товар не доходит до потребителя. Сейчас, как показывает мировой опыт, в цикле получения прибыли от момента начала производства това-

ра до получения прибыли за него затраты времени на само производство занимают примерно 5...7 %, остальные 93...95 % занимает время на «путь к потребителю». Теперь на графике получения прибыли можно отметить зоны «производства» и «доставки» товара.



Из вышесказанного и графика становится очевидным, что для ускорения процесса получения прибыли необходимо сокращать время на «пути к потребителю». Еще одним стимулом к сокращению этого времени является риск полной или частичной потери товаром потребительских качеств, т. е. прибыли не будет вообще. На пути к конечному потребителю с товаром совершается множество, в основном последовательных, операций, называемых логистическими активностями. Рационализация це-

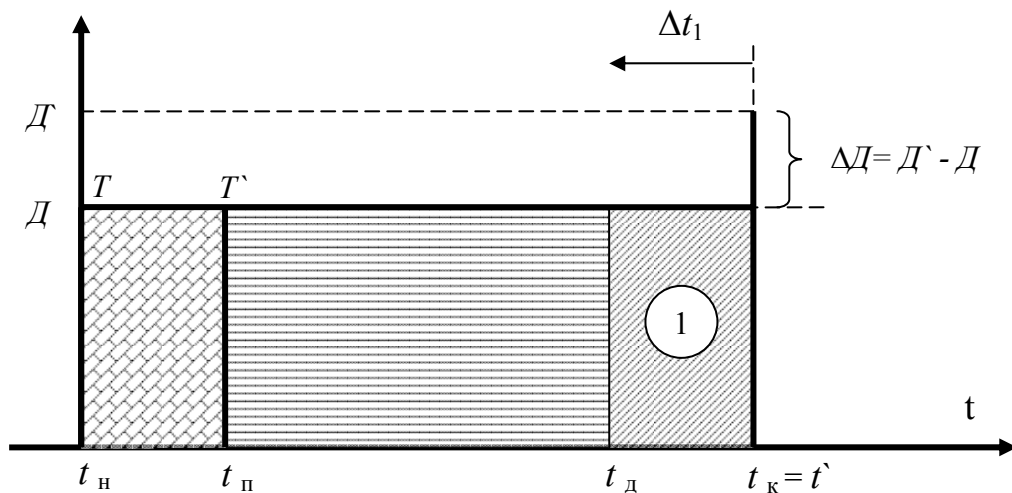
почки доставки приводит к сокращению времени поставки товара конечному потребителю, т.е. к ускорению получения прибыли. Теперь на анализируемом графике отображаем зону оптимизации «1» — получение эффекта от сокращения времени доставки и вводим отметку времени ускоренной доставки t_d и саму величину экономии времени Δt_1 . Вопросами рационализации и оптимизации этой цепочки занимается логистика (1).



Количественно экономический эффект сокращения времени на все операции от момента окончания производства товара до момента его продажи конечному потребителю можно оценить по формуле:

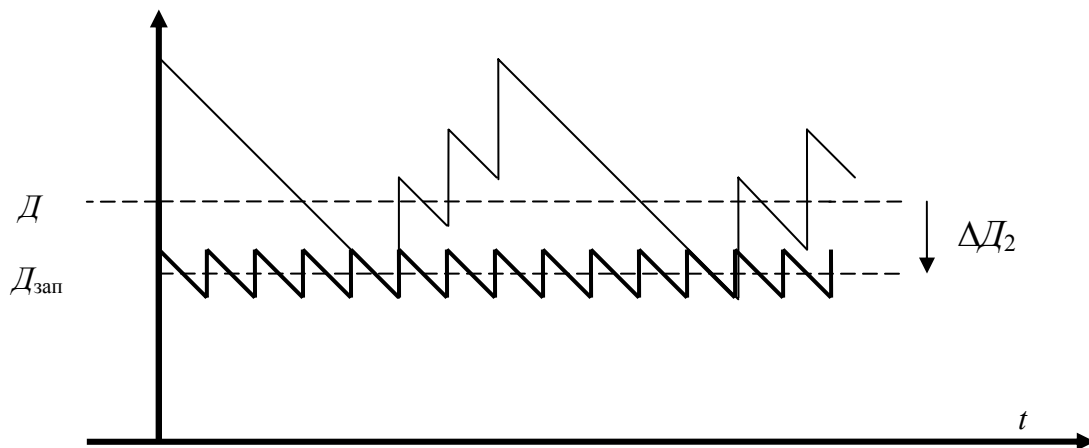
$$\mathcal{E}_{\phi 1} = P_{\tau} * C * \Delta t_1 * i,$$

где P_{τ} — объем поставки (тонны, литры, штуки); C — цена единицы измерения (гривны, доллары и т. д.); Δt_1 — фактическая экономия времени от D до D' (лет); i — ставка рефинансирования Центробанка (% годовых выплат по продаже валюты коммерческим банкам).



Второй путь увеличения прибыли состоит в оптимизации запасов сырья и материалов для производства. При наличии стабильных спроса и цены за товар существует возможность повышения самой прибыльности ΔD . Так как для бесперебойного производства товара нужны всегда в наличии потребляемые материалы, то создаются соответствующие запасы и резервы. Потребление материалов производством про-

исходит непрерывно, а поставки для реального производства не могут быть непрерывными, поэтому они поставляются партиями. В зависимости от объемов, ритмичности и удельной стоимости поставок удельная доля денег, вложенных в сырье, может сильно колебаться и отражает некоторую усредненную долю денег, замороженную в виде запасов и выведенную из оборота.



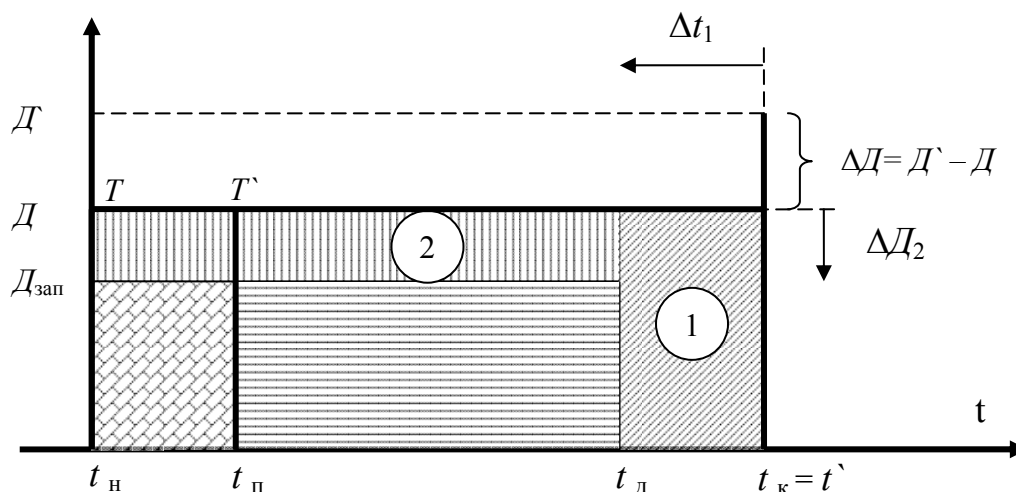
При высокой степени оптимизации поставок во времени некоторые материалы могут поступать в производство «с колес», минуя склад. Организация системы таких поставок называется «Just in time» и приводит, в некоторых случаях, если не к ликвидации складов, то к значительному сокращению затрат на организацию системы складирования. Из мирового опыта известно, что оптимизация запасов сырья и материалов для производства приводит, в некоторых случаях к сокращению запасов в 15–20 раз. Оптимизация в зоне «2» входит в компетенцию закупочной логистики и логистики запасов. Отобразим графически влияние оптимизации системы закупок, резервирования сырья и ма-

териалов на увеличение прибыльности производства в виде зоны «2». Где $D_{\text{зап}}$ – оптимальные затраты на сырьевую базу.

Из графика очевидно, что ожидаемая прибыль может быть увеличена на величину ΔD_2 . Количественная оценка экономического эффекта в зоне «2» будет определяться:

$$\Delta \Phi_1 = \Delta D_2 = D - D_{\text{зап}},$$

где D – деньги, вложенные в сырьевую базу до ее оптимизации; $D_{\text{зап}}$ – деньги, необходимые на поддержание сырьевой базы в оптимальных параметрах.



Доля транспортных расходов, по оценкам специалистов, в зоне оптимизации «1» примерно 22...24 %. В зоне оптимизации «2» — порядка 9 % (2).

Снижение непроизводительных затрат приводит не только к увеличению прибыли, но и повышает конкурентные преимущества предприятий, т. е. их выживаемость. При выборе перевозчика клиенты ориентируются не только на прямые расходы — тарифы на перевозки, — но и на качество услуг: отсутствие потери потребительских качеств товаров (порчи), исключение потерь от разворывания товаров, скорость доставки и других (3).

Важнейшую роль, в условиях жесткой конкуренции, приобретает потребность клиентов — пользователей транспортных услуг в доставке товаров «от дверей до дверей». Реализовать этот принцип, не забывая о стремлении клиентов к оптимизации транспортной составляющей, в одиночку не может ни один вид транспорта.

Для того чтобы занять достойное место в международном разделении труда по транспортировке грузов вся транспортная система Украины и железнодорожный транспорт в частности, должны прийти к необходимости создания

организаций по оптимизации и координации совместных усилий в этом направлении. Указанные выгоды на практике можно получить, создав сеть транспортно-логистических центров. Координация работы всех участников транспортного процесса на договорной основе при безусловном выполнении всех требований к перевозкам — оптимальные сроки доставки, суммарная тарифная целесообразность, высокое качество перевозок — единственно возможный залог успеха.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Логистика: Учеб. пособ. / Под ред. Б. А. Аникина — М.: ИНФРА-М, 1997. — 327 с.
2. Некрасов А. Г. Инновационные стратегии управления результативностью транспортно-логистических цепей. Железнодорожный транспорт. — № 1, — 2005, — С. 54–58.
3. Балалаев А. С. Логистическое взаимодействие железнодорожного и морского транспорта в регионе. Железнодорожный транспорт. — № 1, 2005, — С. 59–61.

Поступила в редколлегию 15.05.2007.

М. І. ПЕТИК (Львівський національний університет ім. Івана Франка)

АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ФІНАНСУВАННЯ КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ

Розглянуто механізм фінансування оновлення основних засобів за допомогою лізингу, визначено етапи прийняття рішення про лізингове фінансування та методику визначення вартості лізингових контрактів.

Рассмотрен механизм финансирования обновления основных средств с помощью лизинга, определены этапы принятия решения о лизинговом финансировании и методике определения стоимости лизинговых контрактов.

In the article is considered the mechanism of financing of update of basic facilities by leasing, certainly decision-making stages about the leasing financing and method of determination of value of the leasing contracts.

Досягнення проголошених соціальних та економічних цілей Україна зможе досягти за допомогою інвестицій у відтворення основних засобів. Неможливо підняти матеріальний добробут людей в умовах низької продуктивності праці, неефективності виробництва, низької якості продукції. Входження на ринки західноєвропейських країн також стає проблематичним, оскільки продукція вітчизняних підприємств не може конкурувати.

Аналіз стану устаткування та обладнання, а також інших основних засобів вітчизняних підприємств свідчить, що майже всі вони є вкрай зношені. Політика інвестицій щодо оновлення машин, устаткування і транспортних засобів відсутня. Застарілі техніка та технології, а нерідко їх відсутність як такої, є причиною погіршення умов праці людей, виникнення аварій, зниження продуктивності праці, низької якості продукції тощо.

Переважає більшість суб'єктів господарювання не мають достатніх фінансових ресурсів для самостійного придбання нового устаткування, а використання позичкового капіталу (кредитів комерційних банків) – не вигідне, зважаючи на високу вартість «довгих грошей» і вимог комерційних банків по забезпеченню кредитів. Тому фактично єдиним ефективним шляхом вирішення завдання розширення виробничої потужності вітчизняних підприємств та здійснення капітальних вкладень є лізинг.

Серед вітчизняних дослідників проблем лізингу в умовах перехідної економіки слід назвати В. Міщенка, Н. Внукову, О. Луб'яницького, А. Загороднього, Л. Мельника, А. Мокія, Н. Слав'янську, Ю. Сосюрка, Т. Унковську, А. Фукса, Г. Холодного, Г. Черевка, Н. Шульгу та інших. У дослідження лізингового механізму фінансування суб'єктів господарювання вагомий внесок зробили такі зарубіжні вчені, як

П. Андерсон, П. Біагі, Н. Васильєв, Р. Вансіл, Дж. Галлардо, В. Газман, Г. Галпер, Г. Гендерсон, В. Горемкін, І. Гречикова, Е. Кабатова, Д. Лоуренс, Д. Майєс, Дж. Мартін, Р. Олсен, А. Офер, Л. Прилуцький, Е. Тодер, Л. Шал та ін.

Постановка завдання. Залучення фінансових ресурсів є актуальною проблемою різних підприємств України незалежно від форми власності. Однак вибір напрямку залучення позикових коштів повинен базуватись на досягненні максимальної ефективності при їхньому використанні.

При вирішенні питання про вибір лізингу, як джерела фінансування підприємницької діяльності (зокрема, капітальних вкладень), керівникам підприємств необхідно чітко уявляти собі переваги, які може дати лізинг в разі його використання та бути в змозі оцінити його економічну ефективність.

Метою нашого дослідження є пошук нових джерел фінансування інноваційно-інвестиційної діяльності вітчизняних підприємств, узагальнити світовий досвід використання лізингу та визначити вплив лізингових відносин на сукупний розвиток економіки України.

Результати. За експертними оцінками, рівень зносу машин, обладнання та транспортних засобів перевищує знос основних засобів підприємств відповідного виду економічної діяльності щонайменше на 30 %. Базуючись на такій оцінці, можна говорити про те, що в цілому по Україні рівень зносу машин, обладнання та транспортних засобів складає щонайменше 80 % [4]. При цьому, найбільш виснаженими (значно більше 50 %) виявилися основні засоби у таких видах економічної діяльності, як: сільське та рибне господарство; обробна промисловість; виробництво та розподіл електроенергії, газу та води; будівництво; водний транспорт; освіта; охорона здоров'я та соціальна допомога.

Відповідно, обсяг інвестицій для оновлення машин, обладнання та транспортних засобів підприємств, що не є суб'єктами малого підприємництва, складає близько 40 млрд дол. США. Враховуючи потреби малого підприємництва та необхідність не тільки оновлення, але й збільшення обсягів застосування сучасних машин, обладнання та транспортних засобів в економіці України, можна стверджувати, що потреба в інвестиціях у ці види майна досягає 90 та більше млрд дол. США.

Для оновлення основних засобів можуть використовуватися різні фінансові механізми. Унікальним і надзвичайно ефективним фінансовим механізмом оновлення техніки та технологій сьогодні є лізинг.

Лізинг – це один із сучасних ефективних фінансових інструментів, що дозволяє суб'єктам господарювання всіх форм власності (і приватним підприємцям також) отримувати необхідне майно, одержавши його в своє користування відразу після укладення відповідного договору лізингу і здійснюючи розрахунки протягом тривалих термінів (від 1 до 10 і більше років залежно від предмету лізингу та інших умов).

Суть лізингу полягає в тому, що прибуток компанії приносить не право власності на майно (обладнання, транспорт тощо), а право користування таким майном. Ще Аристотель відзначив, що багатство це не володіння майном на основі права власності, а його (майна) використання [3]. Дійсно, немає сенсу здійснювати придбання майна у власність тоді, коли є альтернативна можливість отримати його у користування дешевше. Решту коштів можна буде сплачувати поступово протягом тривалого періоду часу із виручки, яку принесе об'єкт лізингу, не обтяжуючи таким чином власні обігові кошти.

Лізинг – основний та єдиний спосіб здійснення заміни застарілого технологічного обладнання на провідних вітчизняних підприємствах, що засвідчує і світовий досвід. Зокрема, за період з 1985–2004 років річний обсяг лізингових угод в цілому у світі зріс більше, ніж у чотири рази – зі 138,1 млрд дол. США до 579,1 млрд дол. США [5].

Економіка України перебуває у стані ринкової трансформації і потребує величезних фінансових ресурсів з метою придбання існуючими та новостворюваними підприємствами необхідної техніки, новітніх технологій.

Global Leasing Report розраховує два відносні показники, які характеризують, так би мовити, глибину проникнення інвестиційного механізму лізингу в економіку тієї чи іншої країни (leasing penetration rate):

– частка лізингу в інвестиціях в основний капітал (машини, обладнання, транспортні засоби тощо);

– співвідношення річного обсягу лізингу та валового внутрішнього продукту (ВВП).

Перший з цих показників певним чином засвідчує наскільки лізинг є результативнішим у порівнянні з іншими формами фінансування основного капіталу.

Другий показник є макроекономічним і, відображаючи економічну активність в країні в цілому, свідчить про те, які з країн є більш зрілими щодо лізингу, або в яких країнах інвестиційний механізм лізингу є складовою державної стратегії фінансування інвестицій. Там, де цей показник вище, можна з впевненістю говорити, що лізинг має підтримку з боку держави і позитивно впливає на темпи економічного зростання країни в цілому.

Розвиток лізингу може стати надійним альтернативним механізмом фінансування інвестицій в основний капітал. Розвиваючи ринок лізингу в Україні цікавим є його співставлення зі світовими тенденціями [4], що визначені за даними щорічника World Leasing Yearbook 2006 (табл. 1).

Таблиця 1

Частка лізингу в інвестиціях в машини, обладнання та транспортні засоби

Країна	Роки				
	2000	2001	2002	2003	2004
США	31,7	31,0	31,1	31,1	29,9
Японія	9,1	9,2	9,3	8,7	8,7
Німеччина	14,8	13,5	9,8	21,7	15,7
Корея	2,4	5,1	н/д	7,8	5,6
Велика Британія	13,8	10,4	12,9	15,4	9,4
Франція	9,2	14,4	15,3	7,6	9,0
Італія	12,3	13,7	8,8	14,2	11,4
Бразилія	11,4	5,2	3,6	6,7	7,7
Канада	22,5	22,0	20,2	22,0	23,3
Австралія	20,0	7,1	3,6	20,0	20,0
Швеція	12,9	9,2	9,4	6,3	12,7

Станом на початок 2006 року, переважна більшість лізингових компаній України (76 %) надавали в лізинг кілька видів активів. Найпопулярнішими предметами лізингу на українському ринку були транспортні засоби для вантажних та пасажирських перевезень, виробниче обладнання. Сьогодні спостерігається збільшення інтересу лізингових компаній до надання у лізинг сільськогосподарської техніки, виробничого обладнання, устаткування для хар-

чової промисловості, медицини та поліграфії, телекомунікаційного обладнання, комп'ютерної техніки, некомерційної нерухомості тощо.

Українськими підприємствами послуги лізингових компаній надзвичайно затребувані. Особливо якщо мова йде про таку важливу галузь економіки як транспорт. Відсутність у підприємств коштів для придбання основних фондів в першу чергу негативно впливає на безпеку руху. Кількісний та якісний стан рухомого складу, що є в Україні, не відповідає ані ринковим вимогам, ані запитам вантажовідправників. Дефіцит рухомого складу гостро відчувається в галузях, пов'язаних з перевезеннями вантажів: металургійна промисловість і енергетика. У піввагонах перевозиться більш 80 % вугілля, руди, чорних металів, будівельних вантажів. Якщо говорити про авіацію, то тут рівень зносу техніки, що експлуатується складає більше 70 %, і відповідно, 75 % всіх авіаційних подій та інцидентів спричинено несправністю техніки.

Для підприємств лізинг є специфічною формою фінансування капіталовкладень. Загальні тенденції економічного розвитку, пов'язані з обмеженістю ліквідних коштів для розширення виробництва, з однієї сторони, і необхідністю оптимізації інвестицій за умов інновацій, з другої, перетворили лізингові операції у важливий інструмент економічної діяльності. Механізм лізингового фінансування оновлення основних засобів передбачає такі етапи:

– перший етап – визначення потреби в основних засобах та прийняття рішення про використання лізингу для оновлення основних засобів;

– другий етап – визначення умов, прийнятних для підприємства: чи дійсно суб'єкту господарювання потрібен лізинг;

– третій етап – аналіз пропозицій: тут порівнюються умови лізингового та кредитного фінансування, вибирається конкретна компанія і розпочинається переговорний процес, укладається договір;

– четвертий етап – моніторинг виконання договору зі сторони лізингодержувача. Це процес спілкування з лізинговою компанією, щоби постійно мати інформацію про поточний стан проекту.

Ці чотири етапи є ключовими. Проте на практиці операція лізингу є складнішою та її можна поділити на більшу кількість етапів, кожен з яких має певні особливості.

Основною передумовою укладення лізингової угоди є впевненість кредитора в тому, що боржник зможе повернути цей борг у повному обсязі і своєчасно. Лізингова компанія має пе-

ресвідчитися, що фінансово-господарський стан лізингоотримувача дає чітку впевненість в ефективному використанні наданого в лізинг майна, вказує на здатність і готовність клієнта сплатити лізингові платежі у відповідності з умовами договору. Лізингова компанія як і будь-яка інша фінансова установа повинна в кожному конкретному випадку визначити ступінь ризику, яку вона готова взяти на себе та вартість лізингу, який може бути представлений за даних обставин.

Коли лізингодавець розглядає заявку про укладання угоди фінансового лізингу, працівники компанії намагаються врахувати багато факторів: стан економічної кон'юнктури; дієздатність лізингоотримувача; його репутацію; здатність отримувати доходи; володіння активами. У вартість включається вартість об'єкта лізингу, технічне обслуговування, страхування, вартість залучених коштів, оплата послуг лізингової компанії, показники амортизації обладнання протягом терміну лізингу.

Майже за всіма лізинговими угодами передбачається сплата лізингодержувачем авансового внеску. Розмір авансових внесків різняться. За даними експертів, за умовами договорів лізингу у 43 % лізингових компаній середній розмір авансового внеску складає 21...25 % вартості предмета лізингу; у 27 % компаній лізинговий платіж становить 16...20 % вартості предмета лізингу. Найбільші за розміром авансові платежі (26...30 % вартості предмета лізингу) вимагають 23 % лізингових компаній, і лише 7 % компаній вимагають авансовий платіж розміром до 15 %. Деякі компанії пропонують послуги без першого внеску. Для того щоб знати вигідність проекту необхідно знати вартість проекту в цілому, оскільки при відсутності першого внеску збільшуються місячні платежі [3].

Потім сума контракту за мінусом першого внеску і залишкової вартості основного засобу розписується на термін.

Відомо, що тривалість лізингових угод залежить значною мірою від тривалості банківських кредитів, які залучаються для фінансування лізингових операцій. У результаті більшість лізингових компаній (50 % у 2004 році) укладають угоди на термін 2–3 роки. Майже чверть компаній (23 %) пропонують договори тривалістю від трьох до п'яти років. І лише 6 % компаній надають договори строком більше п'яти років.

Балансова (залишкова) вартість предметів лізингу залежить від норм податкової амортизації.

Фінансування лізингових контрактів та погашення заборгованості по них може здійсню-

ватися за допомогою різноманітних схем і базуються на теорії зміни вартості грошей у часі [2]. Для всіх схем розрахунків основною вимогою є рівність теперішньої вартості всіх лізингових платежів та вартості майна, яке пропонується у лізинг. Згідно з загальноприйнятим принципом вартості грошей у часі, мати певну кількість грошей сьогодні завжди краще, ніж мати їх завтра. Це пояснюється дією декількох основних факторів:

- інфляція (з часом, внаслідок загального подорожчання товарів, гроші знецінюються);
- ризик (невизначеність майбутнього збільшує цінність грошей, що є в наявності: сьогодні гривня на рахунку вже є, а чи буде вона там завтра, – ще питання);
- оборотність (грошові кошти здатні з часом самостійно генерувати дохід: можна покласти гроші на депозит чи провести якусь іншу інвестиційну операцію і додатково до вкладених грошей отримати певний прибуток).

Здебільшого, сукупність усіх платежів по договору лізингу в основному складається з авансового платежу, періодичних лізингових платежів та викупної (залишкової) вартості. При цьому сплата періодичних лізингових платежів може бути визначена у декількох схемах:

- регулярні платежі, тобто лізингові платежі, що здійснюються через рівні проміжки часу; вони поділяються на: постійні платежі (ануїтети), платежі з постійним темпом зміни та платежі з амортизацією боргу (відшкодуванням вартості предмета лізингу) рівними частинами;
- нерегулярні платежі – лізингові платежі погоджуються сторонами відповідно до графіку, в якому вказані певні строки та суми платежів.

Регулярні постійні платежі передбачають виплату однакової суми лізингового платежу через однакові проміжки часу. Такий механізм впливу (відпливу) грошей має назву ануїтету.

Регулярні платежі з постійним темпом зміни передбачають умови погашення заборгованості по лізингу передбачають зміну (збільшення чи зменшення) лізингових платежів з постійним темпом приросту (зменшення) в кожному періоді. Іншим чином, задається прискорена (зменшена) амортизація боргу (погашення вартості майна).

Регулярні платежі з амортизацією боргу рівними частинами визначають лізинговий платіж як суму відшкодування вартості предмета лізингу та процентів. При цьому погашення вартості предмету лізингу в кожному періоді відбувається рівними частинами, а сума процентів визначається виходячи з величини заборгованості за предмет лізингу на початок періоду.

Наведемо у табл. 2 порівняння наведених регулярних платежів за умови, що вартість предмета лізингу 1000 грн, ставка 15 % річних або 1,25 % на місяць, строк лізингу приймемо за 5 місяців, залишкова (викупна) вартість становить 200 грн.

Таблиця 2

Порівняння регулярних лізингових платежів

Лізингові періоди	Постійні платежі (ануїтет)	Платежі з темпом приросту $k=3\%$	Платежі з темпом приросту $k=-3\%$	Платежі зі сплатою боргу рівними частинами
1	2	3	4	5
1	168,55	158,85	178,84	172,50
2	168,55	163,62	173,47	170,50
3	168,55	168,53	168,27	168,50
4	168,55	173,58	163,22	166,50
5	168,55	178,79	158,32	164,50
Всього	842,75	843,37	842,11	842,50

Як бачимо з табл. 2, платежі з постійним додатним темпом приросту в абсолютному значенні є найбільш витратними для лізингоотримувача і, відповідно, дають найбільший прибуток лізинговій компанії.

На практиці, лізингові компанії найчастіше використовують дві схеми з наведених: ануїтет та платежі з рівномірним погашенням вартості предмету лізингу. При цьому слід зазначити, що при рівних умовах щодо відсоткової ставки, строку лізингу та викупної вартості абсолютний дохід від застосування ануїтету завжди буде більший.

Нерегулярними називають сплату лізингових платежів, що здійснюються в різних сумах за різні проміжки часу. Ініціатива щодо застосування нерегулярних платежів найчастіше надходить від лізингоотримувача. Це здебільшого пов'язано з сезонністю бізнесу компанії-лізингоотримувача або ж стратегією одночасного інвестування значної суми грошових коштів в оборот для стрибкоподібного росту бізнесу або для виконання привабливого контракту.

За інших рівних умов, порядок сплати та розмір лізингових платежів досить суттєво впливають на загальну вартість контракту в порівнянні з наведеними схемами регулярних платежів. Слід також зазначити, що чим більшою буде різниця між максимальним і мінімальним розміром лізингового платежу, тим більшою буде різниця між загальною сумою лізингових платежів при нерегулярному графіку

та сумою лізингових платежів, побудованих за методом анuitету.

Якщо аналізувати привабливість того чи іншого контракту недостатньо просто порівняти процентні ставки, якщо платежі за одним контрактом здійснюються поквартально, а за іншим – помісячно. Або ж не можна просто порівняти суму лізингових платежів із сумою платежів за договором банківського кредиту і сказати, що банківський кредит дешевше не враховуючи при цьому той факт, що позичальнику необхідно буде самостійно сплачувати податки, страхування, державне мито тощо.

Для того, щоб правильно порівняти вартість кредиту та вартість лізингу необхідно чітко усвідомлювати з чого складається ціна на лізинг і які фактори необхідно врахувати для співставлення різних моделей фінансування.

Та чи інша схема платежів застосовується виходячи з побажань сторін договору. На прийняття рішення щодо схеми платежів з точки зору лізингоотримувача впливають: сезонність виробництва, небажання одночасно інвестувати велику суму коштів у розвиток матеріально-технічної бази виробництва; швидке погашення вартості майна і отримання більш ліквідного балансу з метою подальшого отримання кредитів, інвестиційна політика тощо.

Якщо розрахувати просто графік платежів на папері, то пропозиція лізингової компанії буде трохи дорожча, ніж при кредиті. Проте, якщо врахувати економію робочого часу і зусиль співробітників клієнта, економію прихованих витрат, які звичайно не відображаються в комерційних пропозиціях (страхування, реєстрація нерухомості і забезпечення своєчасності оплати податків при купівлі і щорічних платежах за землею (податки або оренда), податки з курсових різниць по кредиту, комісії за придбання валюти і розрахунково-касове обслуговування), то можна сказати, що лізинг економічно виправдовує себе для суб'єкта господарювання.

В Україні попит на лізингові послуги вже є, і він достатньо високий. Механізмом оновлення фондів підприємств, організацій виступають як власні ресурси, так і позичкові. І от лізингові послуги виступають в якості одного з підвидів позичкових послуг. Вітчизняна банківська система, надаючи фінансування орієнтується на відповідне забезпечення, належний фінансовий стан та кон'юнктуру ринку. Лізингова компанія визначає потік грошей, які компанія може генерувати за допомогою того обладнання, яке фінансується за допомогою лізингу. Заставою йде тільки об'єкт лізингу, і для лізингової компанії

важливо, які гроші будуть отримані за допомогою цього обладнання, і чи буде можливість в компанії, яка бере в лізинг обладнання, розраховуватися з надані послуги.

Основними клієнтами сьогодні є такі суб'єкти господарювання, котрі зважаючи на певні обставини не можуть використовувати кредитні ресурси для придбання основних засобів. Для великих підприємств це можуть бути обмеження, визначені вже в діючими кредитними угодами і не дозволяють залучати нові кредитні ресурси додатково, передавати в заставу майно, що є на балансі підприємства, чи зобов'язання, пов'язані з необхідністю підтримання на встановленому рівні визначених фінансових показників (зокрема, співвідношення між власними і позиковими коштами – фінансовий важіль).

Для малого та середнього бізнесу залучення довгострокового фінансування у вигляді банківського кредиту є проблематичним, особливо за умов необхідності додаткової застави (співвідношення застава/кредит зазвичай не менше 2 і достатньо жорстких вимог банків до фінансового стану позичальника). Підприємство галузей сезонного виробництва не завжди влаштовує встановлений банком порядок повернення процентів і погашення кредиту. Практично неможливим є отримання кредиту для новостворених підприємств, тяжко кредитуються інвестиційні проекти, особливо коли від успішності їх здійснення залежить фінансова можливість погашення залучених коштів.

За результатами опитування, більшість лізингових компаній-респондентів (83 %) надавала предмети в лізинг підприємствам, що віднесені до категорії середніх. Це підприємства з обсягом валового доходу від 0,6 до 6 млн євро (від 3,3 до 33 млн грн). Середні підприємства складають 46,8 % загального портфелю опитаних лізингових компаній.

У 60 % лізингових компаній клієнтами були також і великі підприємства (категорія підприємств, у яких валовий дохід перевищує 6 млн євро), які складають 39,3 % від загального портфелю компаній.

Загальний портфель угод з малими підприємствами вітчизняних лізингових компаній складає лише 12,1 %. До цієї категорії належать підприємства з обсягом валового доходу менше 0,5 млн євро (менше 3,3 млн грн). Проте малі підприємства є найбільш популярною категорією лізингодержувачів. У 73 % лізингових компаній клієнтами були саме малі підприємства [3]. Більшість з таких компаній надавали в лізинг автомобілі, адже автомобілі є найменш

ризиковим видом активів порівняно з іншими активами.

В Україні сектор малих підприємств найбільш потребує фінансових ресурсів. Проте лізингові компанії не дуже прагнуть фінансувати такі підприємства у зв'язку із високими ризиками такого фінансування, навіть не дивлячись на той факт, що в середньому маржа при фінансуванні малих підприємств становить 10 % проти 2,5...5 % по великих підприємствах. Капіталізація прибутків та диверсифікація інвестицій могли, в майбутньому, дозволити знизити ризики фінансування малих підприємств в портфелях лізингових компаній.

Потреба в інвестиціях, які необхідні вже сьогодні для оновлення основних засобів в Україні (щонайменше 14 млрд дол. США), майже у 70 разів перевищує реальний обсяг ринку лізингу (221 млн дол. США), а показник співвідношення обсягів укладених лізингових угод до ВВП в Україні майже в 20 разів менший, ніж в країнах, що демонструють швидкі темпи зростання.

Представники малого і середнього бізнесу України тільки починають знайомитись з лізингом, великі компанії розглядають лізинг як альтернативу банківському кредиту, джерело фінансових ресурсів на придбання основних засобів, проте не завжди розуміють особливості і можливості лізингових операцій.

Висновки. В Україні підприємства майже всіх галузей економіки невідкладно потребують оновлення технологічного парку. Лише за умов широкого застосування ефективних фінансових механізмів, одним з яких є лізинг, можна очікувати зростання конкурентоспроможності економіки України.

Лізингодавець виступає головним елементом, який з'єднує виробників з підприємствами-покупцями виробничого обладнання та основних засобів. Таким чином, з однієї сторони, відбувається розвиток підприємств промисловості, а, з іншої, прискорюється оновлення основних фондів суб'єктів господарювання. Як наслідок - збільшення обсягів виробництва, зростання обсягів продаж, розвиток інфраструктури промислових підприємств.

Лізинг має позитивний вплив на економіку будь-якої країни, оскільки він дозволяє:

– прискорити розвиток малого та середнього бізнесу, підприємств аграрно-промислового комплексу;

– розширити вітчизняним та зарубіжним виробникам і постачальникам обладнання доступ до нових клієнтів, і, як наслідок, збільшує можливості нарощування обсягів продажу товарів та послуг;

– збільшити обсяги інвестицій у національну економіку;

– здійснити технічне та технологічне переоснащення підприємств, підвищити конкурентоспроможність економіки держави в цілому.

Лізинг важливий за своєю природою. Та створює можливість фінансування нового бізнесу, фінансування малого та середнього бізнесу. Механізм фінансового лізингу знайшов своє застосування практично в будь-якій галузі економіки України.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Внукова Н. Російський ринок лізингу: універсальність і доступність фінансових послуг // Інформаційно-аналітичний журнал «Лізинг в Україні». – 2007. – № 2.
2. Паламарчук В. О., Федотов М. М., Бойченко О. К. Комерційні банки та виробничо-фінансова діяльність підприємств. – Миколаїв, НаУКМА, 2001.
3. Рязанова Н. Дослідження стану розвитку світового ринку лізингу. // Інформаційно-аналітичний журнал «Лізинг в Україні». – 2007. – № 1.
4. Україна у цифрах у 2005 р. Державний комітет статистики України. – 2006.
5. World Leasing Yearbook, 2006.

Надійшла до редакції 24.05.07.

Ю. ПОГОРІЛЕЦЬ (Національний авіаційний університет)

СТВОРЕННЯ ПРІОРИТЕТІВ РОЗВИТКУ АВІАРЕМОНТНИХ ПІДПРИЄМСТВ В СИСТЕМІ ФОРМУВАННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОГО АВІАРИНКУ В УКРАЇНІ

Сформульовані основні засади та напрями створення пріоритетів розвитку авіаремонтних підприємств в системі забезпечення конкурентоспроможного авіаринку в Україні.

Сформулированные основные принципы и направления создания приоритетов развития авиаремонтных предприятий в системе обеспечения конкурентоспособного авиарынка в Украине.

Formulated basic principles and directions of creation of priorities of development of airrepairs enterprises in the system of providing of competitive airmarket in Ukraine.

Прийнятий Україною курс на вступ до Світової організації торгівлі вимагає комплексного розгляду особливостей майбутнього функціонування економіки країни в трансформаційних умовах і передбачити заходи, які б забезпечили належну адаптацію до вимог цієї організації. Стратегічно важливою галуззю української економіки, однією з основ зміцнення її конкурентоспроможності та формування інноваційної моделі розвитку є вітчизняна авіаційна галузь. Для її подальшого розвитку вступ України до СОТ має створити сприятливі умови для участі галузі в світовому авіаринку.

В авіаційній галузі Україна має значні можливості. Попри всі негаразди за роки незалежності вона була певною мірою трансформована, модернізувала частину свого технологічного потенціалу і вийшла на світовий аерокосмічний ринок з кількома крупними комерційними проектами, які було успішно виконано. Подальше становлення і розвиток галузі залежатиме від спроможності працювати в ринкових умовах зовнішнього середовища, оскільки обсяги внутрішнього ринку незначні і наявний науково-технічний і виробничий потенціал використовується поки що недостатньо [8].

Інноваційний пріоритет розвитку промисловості відкриває можливість системного й організованого розвитку авіаційної галузі. Серед найважливіших питань розвитку цивільної та військової авіації істотне місце займають питання комплексного аналізу економічних аспектів і тенденцій розвитку авіаринку з урахуванням концептуальних і практичних аспектів підвищення ефективності діяльності авіаремонтних підприємств, удосконалення економічного механізму взаємодії факторів їх сталого розвитку.

Сучасний вітчизняний і зарубіжний досвід репрезентує розробку теоретико-методологіч-

них і практичних питань розвитку й підвищення ефективності функціонування підприємств авіаринку працями відомих учених-економістів С. Подрези, С. Олексієнко, В. Загорулька, Ю. Кулаєва, В. Коби, Л. Яценка, Г. Юна, І. Соколи, В. Хайнца та ін. Поряд з цим в умовах подальшого удосконалення відносин власності в авіації, формування цивілізованого ринку, становлення ефективних взаємин між різними галузями транспорту в умовах конкурентного ринку особливого значення набувають проблеми ефективного розвитку авіаремонтного виробництва.

Недостатня кількість науково-практичних розробок з виявлення особливостей і вирішення проблем сучасного функціонування авіаремонтних підприємств та в цілому авіаційної галузі обумовили актуальність дослідження й визначили мету даної статті, а саме: формування основних засад та напрямів створення пріоритетів розвитку авіаремонтних підприємств в системі забезпечення конкурентоспроможного авіаринку в Україні.

За роки свого існування підприємствами авіаційної галузі створена низка літаків різного призначення та модифікацій, які сьогодні експлуатуються в Україні та в багатьох країнах світу. Подальше становлення авіаційної галузі України відбувається в складних умовах, практично, відсутності внутрішнього ринку та жорсткої конкуренції потужних іноземних авіаційних компаній.

Сучасний авіаційний ринок характеризується значною насиченістю, на якому конкуренція відбувається не між окремими компаніями, а між авіаційними державами [1, 3]. Для забезпечення конкурентної стійкості своїх позицій на світовому ринку ці держави в останні роки чимало зробили на шляхах структурної консолідації і міжнародної інтеграції національної

авіапромисловості, підвищення технологічного рівня проектування і виробництва літаків, надання активної фінансової підтримки авіабудівникам. На думку більшості провідних вчених, що займаються сучасними проблемами авіаційної галузі для країн з трансформаційною економікою одним з напрямів підвищення ефективності діяльності в ринковому середовищі є використання потужних інтегрованих структур, які створюються з кількох успішних організацій і підприємств з метою підвищення конкурентоспроможності продукції. Створення інтегрованих структур і забезпечення їх успішної діяльності, особливо на перших етапах існування, є складним процесом і залежить від збалансованого урахування низки чинників (політична та економічна стабільність, технічні та фінансові можливості, гнучкість і оперативність системи управління). Однак, більшої складності процеси створення інтегрованих структур набувають в країнах СНД, для яких характерними є недостатній рівень фінансування галузей, обмежений обсяг державних замовлень, недостатній рівень комерційного співробітництва тощо. Такий стан потребує врахування більшої кількості факторів при вирішенні питань корпоратизації авіаційної галузі України [5, 8, 10].

Так, свого часу відбулися в результаті реформування авіаційної промисловості у США з'явилися дві найбільші корпорації – Boeing («Боїнг») і Lockheed Martin («Локхід Мартін»). А в Західній Європі авіакосмічні компанії Франції, ФРН та Іспанії створили досить потужну міжнародну корпорацію EADS. У Росії активізувався процес інтеграції авіабудівних структур – в Об'єднану авіабудівну компанію. Метою цих інтеграційних перетворень було досягнення якісно нового стану фірм і компаній, який дозволяв не тільки вижити в нових умовах, але й нарощувати конкурентні можливості за рахунок внутрішньої консолідації фірм і компаній, реалізації ефектів масштабу, синергізму та диверсифікації виробництва.

Більшого осмислення набуває посилення інтеграційних процесів і в авіаційній галузі України. Невідкладна потреба в них продиктована гострою необхідністю організаційної і технологічної перебудови галузі для забезпечення утримання вітчизняних літаків на передових позиціях світового ринку, призначених для роботи в складних експлуатаційних умовах [2]. Для подолання кризи ставку було зроблено на виробництво нових і модифікацію існуючих літаків, взаємовигідне співробітництво з краї-

нами СНД, насамперед з Росією, розширення співробітництва з іншими країнами та структурну перебудову галузі в напрямі створення інтегрованих структур.

Першою знаковою подією на цьому шляху стало заснування Державної авіабудівної корпорації «Національне об'єднання "Антонов"». До корпорації увійшли чотири авіабудівних підприємства – АНТК ім. Антонова, Харківське державне авіаційне виробниче підприємство, державне підприємство «Київський авіаційний завод «Аміант» і державне підприємство «Завод 410 цивільної авіації». В авіаційній галузі розпочато формування науково-виробничих структур з розробки і виробництва авіаційної техніки, створені крупні об'єднання авіаремонтних підприємств «Корпорація УкрАвіаремонт» (ремонт техніки цивільної авіації), об'єднання авіаагрегатних підприємств «Корпорація ФЕД», українсько-російський консорціум «Середній транспортний літак», що займається серійним виробництвом літака Ан-70 і просуванням його на світовий ринок, українсько-російська асоціація «Союз авіаційного двигунобудування». Тривають інтеграційні процеси зі створення на базі ВАТ «Мотор-Січ» і ЗМКБ «Прогрес» корпорації авіаційного двигунобудування, а на базі ДАХК «Артем», ДККБ «Промінь», ЖМЗ «Візар», Красилівського агрегатного заводу – корпоративної структури з авіаційного озброєння.

Індикатором глибини процесів міжнародної інтеграції є показники експорту. Авіаційна промисловість України представлена 39 головними і 28 допоміжними підприємствами, на яких було розроблено і побудовано більше 22000 літаків марки «Антонов», з яких понад 1500 літаків було експортовано до 50 країн світу (не враховуючи РФ). Авіаційна промисловість сьогодні забезпечує льотну придатність та експлуатацію парку 4244 літаків «АН». На цих підприємствах працює близько 100 тис. чоловік. Авіапромисловість України цілком спроможна задовольнити потреби внутрішнього ринку в пасажирських літаках злітною вагою до 51 тонни. Раніше заводами України щорічно виготовлялося 350 літаків. Сьогодні для них практично немає замовлення від військових. Незважаючи на серйозний спад виробництва, нові розробки конструкторського бюро ім. Антонова – Ан-70, Ан-32, Ан-140 – заявили про себе як про найбільш конкурентоспроможні машини свого класу.

Домінантні тенденції формування та розвитку авіаційної галузі відобразилися і на діяльності авіаремонтних підприємств [6]. Загальні

проблеми авіаремонтних підприємств стосуються значної їх диференційованості за виробничими і фінансовими показниками. Ряд підприємств, у першу чергу експортоорієнтованих, мають досить високе завантаження і задовільні фінансово-економічні показники. Порівняно задовільним можна вважати і становище деяких підприємств-виробників, що забезпечують ремонт і заміну двигунів для літаків та вертольотів, що експлуатуються цивільною авіацією й ВПК країни.

Україна сьогодні не тільки пропонує на ринки авіаційної техніки свою продукцію, але і звертає серйозну увагу на організацію сервісу для відновлення, ремонту і модернізації авіаційної техніки в країнах-власниках зразків техніки. В Україні розміщено 10 авіаремонтних заводів, що утворюють державне господарське об'єднання концерн «Авіаєнремонт». Іноземні замовлення залишаються стратегічними для збереження авіаремонтного виробництва, кадрового потенціалу, технологій, проте підприємства концерну почали орієнтуватися і на внутрішній ринок ремонту цивільної та транспортної авіації, диверсифікувати діяльність у напрямку створення евакуаційного медичного комплексу «Віта» на базі Ан-26; модернізації салонів транспортних літаків Ан-24, 26 та вертольотів Мі-8; розробки та виготовлення безпілотних літальних апаратів, що дає шанс долучитися до величезного сегмента ринку – моніторингу навколишнього середовища, нафтогазопроводів та автомагістралей; налагодження виробництва товарів широкого вжитку (меблі, металопластикові вікна, запчастини до автомобілів, пластиковий посуд); налагодження власного виробництва запасних частин.

Доцільність інтеграційного об'єднання заводів концерну «Авіаєнремонт» підтверджують реальні показники економічного прогресу. Так, у 2006 році в порівнянні з попереднім періодом авіаремонтними підприємствами фактично вироблено продукції на 36 % більше, доходи від реалізації продукції – на 45 %, чистий прибуток збільшився на 100 %. Середня зарплата на авіапідприємствах зросла з 1090 у 2005 році до 1400 грн.

Серед внутрішніх та зовнішніх чинників, що впливають на економічний стан та розвиток авіаремонтних підприємств, особливо дається взнаки відсутність реальної державної програми підтримки діяльності підприємств, у т. ч. державного механізму пільгового довгострокового кредитування підприємств, здатних випускати конкурентоспроможну продукцію [4].

Нині ж практично унеможливлений доступ державних підприємств до фінансово-кредитних ресурсів та інвестицій, розширеного відтворення виробництва, що призводить до втрати конкурентоспроможності. Незабезпеченість постачань комплектуючих виробів для авіаремонтного виробництва є одним із найсерйозніших чинників, що обмежують можливості розвитку підприємств, що спричинено намаганнями розширення послуг авіаційної промисловості. Тут неминучою є концентрація виробництва, причому, можливо, на виробничій базі підприємств-розробників приладів і агрегатів, диверсифікація продукції, ліквідація значної кількості підприємств тощо.

Успішна реалізація конверсійних та диверсифікаційних проектів авіаремонтних та інших підприємств авіаційної галузі можлива тільки внаслідок з'єднання зусиль влади і самих підприємств, які повинні бути спрямовані на освоєння випуску цивільної продукції, що має стійкий попит на внутрішньому ринку, стимулювання експорту, підтримку містоутворюючих виробництв, інвестиційне і податкове кредитування підприємств, що переживають фазу конверсії. Нарівні з виконанням держзамовлення необхідно збільшувати договірну частку для цивільних споживачів. Власне підприємства повинні оперативно шукати оптимальні зв'язки, форми такої діяльності. Потенційні замовники – підприємства паливно-енергетичного комплексу, сільського господарства, авіа- і суднобудування, легкої промисловості, автомобілебудування, транспорту.

На рівні окремого авіабудівного підприємства необхідно зосередити зусилля на вдосконаленні якості ремонту повітряних судів на авіаремонтних підприємствах цивільної авіації; системи сертифікації й ліцензування; системи технічного супроводу й авторського нагляду; нормативно-правової бази по державному регулюванню діяльності; організаційної системи, інтеграції ремонту й технічного обслуговування; системи забезпечення авіаремонтних заводів запасними частинами та комплектуючими виробами; зміцненню кадрового складу авіаремонтних підприємств цивільної авіації [7, 9].

Окремими фактором формування конкурентоспроможності авіаремонтних підприємств цивільної авіації в перспективі може слугувати досвід функціонування світового ринку авіадискаунтерів. Запорука їхнього успіху – налагоджена мережа сервісних станцій, авіаремонтних баз і висока забезпеченість запчастинами.

Досягнення цілей успішного розвитку в

авіабудівній галузі, вважаємо, потребує вирішення встановлених пріоритетних завдань:

- розробка і затвердження державного завдання визначення ніші Україні на світовому авіаційному ринку;

- визначення формату виробничої структури з врахуванням налагодження кооперації з іншими господарюючими суб'єктами галузі, у тому числі авіаремонтними підприємствами за рахунок супроводження в межах своєї організаційної структури повного технологічного циклу авіабудування: від технологічної розробки – до сервісного обслуговування, експлуатації та ремонту;

- затвердження ефективної форми власності із залученням обсягів приватного інвестиційного капіталу та домінуванням державно-кооперативної власності;

- консолідація корпорацій з максимальним посиленням вертикалі управління, підвищенням ролі заводів у складі корпорації, впровадженням в авіаційну промисловість України високих наукомістких технологій;

- визнання зовнішніх пріоритетів, що концентруються на створенні ефективної міжнародної кооперації з розробки, випробувань, виробництва, просування на світовий ринок і підтримки в експлуатації авіатехніки, а також на забезпеченні участі вітчизняних підприємств у виконанні іноземних проектів.

- збереження і укріплення потенціалу вітчизняної авіаційної галузі, забезпечення відтворення інновацій і технологій світового рівня, виведення галузі на шлях самостійного розвитку, становлення України як активного учасника світового авіаринку об'єктивно потребують здійснення значної фінансової підтримки галузі з боку держави [11].

Перспективними засадами розвитку авіаремонтної промисловості визначено: розробку державних заходів щодо стимулювання участі комерційних банків в лізингових авіаційних проектах; лобювання режиму тимчасового ввезення-вивозу матеріалів, агрегатів, виробів; удосконалення законодавчої бази щодо створення промислово-фінансових груп, інтегрованих структур з підприємств різних форм власності.

Враховуючи, що сьогодні успіх на зовнішньому авіаційному ринку мають ті компанії, які заздалегідь сконцентрували свій інтелектуальний, науково-технічний та промисловий потенціал у формі потужних інтегрованих структур, спроможних розробляти конкурентоспроможну продукцію, то за рахунок створення інтегрова-

них систем для виконання масштабних комерційних проектів авіаремонтне виробництво зможе отримати додаткове позабюджетне джерело фінансування.

Серед організаційно-технічних заходів, впровадження яких сприятиме прискоренню організації інтегрованих систем, слід зазначити: створення Державної комісії з питань інтегрованих структур у промисловості України, основними завданнями якої повинні стати розробка стратегії організації інтегрованих структур, вимог щодо їх створення і функціонування, підготовка й затвердження плану державної підтримки на етапах організації та розгортання діяльності та розробка проектів рішень Кабінету Міністрів України з організації інтегрованих структур, невід'ємною складовою яких мають стати бізнес-плани діяльності цих структур, що повинні обґрунтовувати їхню вищу ефективність і корисність порівняно зі звичайними сумами ефективності й корисності підприємств-учасників; надання державного пріоритету і підтримки організації міжнародних інтегрованих структур, які створюватимуть більш конкурентоспроможну продукцію та виконуватимуть міжнародні комерційні проекти, які можуть забезпечити додаткові позабюджетні фінансові надходження; часткова приватизація і акціонування підприємств; капіталізація підприємств інтегрованих структур їх фінансове оздоровлення [8].

Таким чином результати проведеного дослідження дали змогу сформулювати низку стратегічних пріоритетів розвитку авіаремонтних підприємств в системі формування конкурентоспроможного авіаринку в Україні, а саме: за визначених умов створення і підтримка інтегрування господарських одиниць авіаційної промисловості при активній участі авіаремонтних підприємств; вдосконалення якості ремонту повітряних суден; затвердження ефективної форми власності із залученням обсягів приватного інвестиційного капіталу та домінуванням державно-кооперативної власності; визнання зовнішніх пріоритетів, що концентруються на створенні ефективної міжнародної кооперації з розробки, випробувань, виробництва, просування на світовий ринок і підтримки в експлуатації авіатехніки, а також на забезпеченні участі вітчизняних підприємств у виконанні іноземних проектів; збереження і укріплення потенціалу вітчизняної авіаційної галузі, забезпечення відтворення інновацій і технологій світового рівня.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Віммерс Карл Хайнц. Процеси реструктуризації підприємств авіабудівельної галузі світу: історія та перспективи розвитку // Актуальні проблеми міжнародних відносин. – К., 2002. – Вип. 35. Ч. 2. – С. 73-74.
2. Довга Н. В. Состояние ремонта авиатехники и перспективы развития авиаремонтного производства // Проблемы підвищення ефективності інфраструктури. – К., 1998. – Вип.3. – С. 177-179.
3. Лукін С. Ю. Шляхи удосконалення механізмів взаємодії авіакомпаній з партнерами // Проблеми системного підходу в економіці. – К., 2005. – Вип. 12. – С. 24-28.
4. Новак В. О. Розбудова логістичного менеджменту в авіабізнесі України // Проблеми підвищення ефективності інфраструктури. – К., 2003. – Вип. 10. – С. 75-80.
5. Соколы И. И. Теоретические основы консолидации и интеграции субъектов авиационного рынка на базе авиакомпаний региональной авиации и авиакомпаний-лидеров // Економіка: проблеми теорії та практики. – Д., 2005. – Вип. 201. Т. 4. – С. 1088-1096.
6. Соколы И. И. Проблемы государственной политики в области стимулирования развития авиационных предприятий Украины // Економіка: проблеми теорії та практики. – Д., 2004. – Вип. 192, т. 2. – С. 333-339.
7. Узун Д. Д. Анализ методов планирования и управления процессами сервисного обслуживания авиационной техники // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Х., 2002. – Вып. 13. – С. 143-156.
8. Україна: Стратегічні пріоритети. Аналітичні оцінки – 2006: Монографія / За ред. О. С. Власюка. – К. : НІСД, 2006. – 576 с.
9. Феоктистова О. Г. О концепции развития авиаремонтного производства / О. Г. Феоктистова, Ю. Н. Макин, С. В. Калькин, В. П. Фролов, В. Н. Зенушкин. // Сб. науч. тр. Ресурсосберегающие и экологически чистые технологические процессы производства и восстановления деталей АТ» – М.: РИО МИИГА, 1991 г. - С. 10-13.
10. Щелкунов В. И. Оценка перспектив развития авиационного транспорта в Украине // Проблеми системного підходу в економіці. – К., 2005. – Вип. 12. – С. 3-10.
11. Шевцов А. І., Васильєв В. Г., Цветкова Т. І. Щодо заходів стимулювання розвитку авіаційної галузі України / <http://www.db.niss.gov.ua/monitor/comments.php?shownews=330&catid=9> – «Аналітичний моніторинг проблем і подій суспільного розвитку».
12. <http://ukraviatrans.gov.ua/> – офіційний сайт Державної авіаційної адміністрації.

Надійшла до редколегії 27.07.2007.

И. В. ПОЗНАНСКАЯ (ИПРЭЭИ НАНУ)

ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТА УКРАИНЫ В УСЛОВИЯХ ВТО

У статті розглядаються можливі наслідки вступу в ВТО для морського транспорту України, враховуючи сьогоденний стан економіки країни і глобалізації світової економіки.

В статье рассматриваются возможные последствия вступления в ВТО для морского транспорта Украины, учитывая сегодняшнее состояние экономики страны и глобализации мировой экономики.

In the article the possible consequences of entry are examined in VTO for the marine transport of Ukraine, taking into account the today's state of economy of country and globalization of world economy.

Введение. Развитие мировой экономики привело к взаимозависимости всех сфер во многих сферах деятельности. Успешное развитие экономики каждой страны в отдельности не может осуществляться без учета требований межгосударственных торговых объединений. Основным из таких объединений на сегодняшний день является ВТО. Необходимость членства в этой организации предполагает, однако извлечение из этого соответствующих выгод и преимуществ, которые могут быть достигнуты только посредством проведения определенных экономических преобразований в стране и обществе. Транспорт, являясь одной из наиболее перспективных сфер украинской экономики, может оказаться наиболее уязвимым в условиях жестокой конкуренции и, соответственно, понесенные при этом потери и неиспользованные возможности могут оказаться невосполнимыми, что соответствующим образом отразится и на экономике страны в целом.

Однако, бесспорно то, что Украина должна быть подготовлена к такому шагу, чтобы вступить в ВТО полноправным членом и иметь возможность на достойном уровне конкурировать на мировом рынке. Успешное проведение преобразований в целях создания стратегической программы социально-экономического развития морского транспорта, как основного обеспечивающего звена внешнеторгового и транзитного потенциала государства, могло бы обеспечить такой уровень.

Вступление в ВТО по-разному отразится на различных видах деятельности морского транспорта, среди которых сегодня выделяются судоходство, портовая и обеспечивающая – сервисная деятельность. Таким образом, оценка последствий, перспектив и проблем вступления в ВТО для отдельных видов деятельности морского транспорта Украины является **целью** настоящей работы. В данной постановке состоя-

ние и результаты деятельности составляющих **Трамповое судоходство.** Украина не имеет необходимого тоннажа под национальным флагом, который мог бы принимать существенное участие в перевозках национальных и транзитных грузов на локальных рынках, которые замыкаются на Черноморско-Азовский бассейн. Подам.

На сегодня Украиной применяется вариант заключения двусторонних соглашений о судоходстве на принципе свободы мореплавания и свободной конкуренции на коммерческой основе. Такой вариант применяется и в большинстве двусторонних соглашений о судоходстве, действующих в мире, аналогичный режим используется также и в целом ряде развивающихся стран, и требует обеспечения следующих условий:

- свободу перевозок как в обслуживании двусторонней торговли, так и в качестве кросс-трейдеров;
- свободу от какого-либо распределения грузов и дискриминации в отношении иностранного перевозчика;
- свободу от несправедливой ценовой практики и преференциального режима для национального перевозчика.

Этот режим не противоречит принципам ВТО, более того, он соглашается с целями и задачами прогрессивной либерализации, однако, с изменением системы ведения хозяйства в стране и переходом внешнеэкономической деятельности в сфере услуг на принципы ВТО появится необходимость адаптации двусторонних соглашений о судоходстве, заключенных Украиной, к режиму который регулируется ВТО, что не приведет к их кардинальному изменению, поскольку они в наибольшей степени отвечают этому режиму.

При одинаковом режиме доступа к рынку, иностранные компании, будут иметь значи-

тельные преимущества, благодаря, хотя бы длительному опыту, и связям с основными фрахтователями, которые нарабатываются годами. При таких условиях, само судоходство как самостоятельный вид деятельности будет в Украине за короткий срок будет потеряно, а соответствующее направление развития национальной экономики так и останется нереализованным.

В этой связи, еще до вступления в ВТО Украине необходимо создать предпосылки для развития национального судоходства по мировым стандартам, обеспечить инвестиционную привлекательность, прежде всего, для национальных экспортеров, вложения средств в строительство собственного флота, что позволит им повышать конкурентоспособность своих товаров на основных рынках сбыта. Однако эксплуатация тоннажа при условии отсутствия спроса национальной внешней торговли на услуги по морской перевозке грузов, несовершенства в стране института морского права, транспортной логистики, фрахтования судов, действия налоговых механизмов, слабости национальной финансово-кредитной системы, постепенной потери обществом морских традиций, не может быть достаточно эффективной и обеспечить высокий уровень стабильности функционирования национального судоходства.

Это подтверждается тем обстоятельством, что с 33 места в рейтинге мировых морских держав, которое занимала Украина на 1 января 2005 года, она переместилась в 2006 году приблизительно на 50-е [3].

Те компании, которые в период бурного роста фрахтового рынка (ФР) в 2003–2004 годах приобрели флот суммарным дедевитом почти 1 млн т, с 2005 года, когда по всем ожиданиям предполагалось падение ставок на фрахтовом рынке, начали от него интенсивно избавляться. В условиях стабилизации на ФР, для успешной эксплуатации флота необходимо наличие развитой фрахтовой деятельности.

Поэтому, сегодня крайне необходимо разработать систему мер по устранению этих сдерживающих факторов, одними из основных должно стать создание конкурентоспособного механизма эксплуатации флота под украинским флагом и институализации фрахтовой и логистической деятельности в Украине, содействие созданию единого логистически-фрахтового центра.

Линейное судоходство

Известно, что основным международным инструментом в области линейного судоходст-

ва, разработанным и принятым ЮНКТАД до настоящего времени являлась Конвенция о кодексе поведения линейных конференций. Ее перспектива во многом будет зависеть от того, в какой степени международный режим в судоходстве станет регулироваться генеральным соглашением по торговле услугами. Большинство развивающихся стран все еще рассматривает Кодекс как жизненно важный инструмент для развития сети национальных судоходных линий своих стран, доля их грузов, перевезенных линейными конференциями, должна расти и наоборот, доля кросс-трейдеров - сокращаться. Кроме того, развивающиеся страны видят в применении положений Кодекса возможность для улучшения своих платежных балансов. В целом значение Кодекса расценивается ими в контексте развития внешней торговли и собственной экономики. Таким образом, заложенный в Кодексе преференциальный режим оценивается как соответствующий целям развития [2].

Сегодня большинство экономически развитых стран видит в Конвенции существенный сдерживающий фактор на пути дальнейшей прогрессивной либерализации судоходства. В первую очередь это относится к практике деятельности линейных конференций. Сегодня Евросоюз настаивает на необходимости полного распространения антитрестовского законодательства на их деятельность. К чему это приведет: Вот вопрос. На сегодняшний день большинство линейных тарифов построены по принципу "What the traffic will bear". В результате чего в определенной мере сегодня перевозка морем сырьевых товаров покрывается перевозкой готовой продукции. Тем самым экономика развивающихся стран существенным образом дотируется странами развитыми в экономическом отношении.

Все развитые страны ВТО, прежде всего Евросоюза, США активно вытесняют с рынка линейных перевозок развивающиеся страны, одновременно защищая свой рынок от посягательства конкурентов, дифференцируя определенным образом структуру услуги и, соответственно, тарифы, что дает возможность операторам линейного судоходства устанавливать сквозные ставки и вмешиваться в национальные рынки, однако, только вне границ Евросоюза.

Для нашего государства, которое потеряло практически все позиции в линейном секторе судоходства, это означает невозможность, не только их воссоздание в будущем, но и в перспективе постепенное сокращение поступлений в Государственный бюджет от транспортировки грузов территорией Украины. Выходом могло бы, например, стать создание в стране усло-

вий для развития деятельности национальных NVOCC.

Судоходство малого тоннажа и внутренние водные перевозки

В 2003 году страны Евросоюза открыли свой рынок каботажных перевозок, поскольку конкуренция со стороны соседних государств, прежде всего постсоветского пространства была практически полностью прекращена. Были разработаны основные стандарты судоходства малого тоннажа, которых судовладельцы должны придерживаться при строительстве соответствующего флота. Одновременно ЕС внедрил программы поддержки судоходства малого тоннажа, основной из которых является «Марко Поло». Расширение ЕС и приближение его к границам Украины при соблюдении этих стандартов всеми нашими морскими соседями кроме России и Грузии, требуют адекватного решения этого вопроса и для Украинских судоходных компаний. К сожалению, на сегодня ни одно из построенных для наших компаний судов полностью этим стандартам не отвечает. Пока внутренние воды Украины остаются относительно закрытыми для иностранного флага, это не имеет существенного значения, но в условиях ВТО/ГАТС судовладельцы из других стран будут иметь благодаря этому существенное преимущество перед украинскими в доступе к грузовой базе на перевозках на/из стран ЕС, что тоже представляет собой существенную угрозу национальным интересам. Кроме того, существующие преференции по оплате портовых сборов для национальных перевозчиков придется упразднить.

В этой связи, очень важное значение приобретает создание в стране экономического механизма приближающего экономико-правовые условия эксплуатации отечественного тоннажа к тем, которые действуют в основных странах конкурентах. Одной из первоочередных мер в этом отношении должно стать принятие Закона Украины «О международном реестре судов в Украине».

Портовая деятельность относительно независима от вступления Украины в ВТО по причине невозможности осуществлять этот вид услуг с территории другого государства. Открытость национальной экономики и отмена таможенных ограничений в принципе должны обеспечить увеличение грузопотока в портах за счет роста поступлений импортных товаров на украинские рынки. Открытость внутренних водных путей для иностранного тоннажа может, в незначительной мере, способствовать оживлению деятельности портов Запорожье и

Днепропетровск. Однако, не следует ожидать и существенных изменений в тенденциях транзитных перевозок через украинские порты после вступления страны в ВТО, так как основная их масса приходится на страны СНГ.

К угрозам в этом виде деятельности можно отнести вероятность проникновения на отечественный рынок терминальных услуг иностранных линейных операторов и посредством использования сквозных тарифов вывоза прибыли, что, соответственно, уменьшит поступления в Государственный бюджет. Кроме того, возможны попытки переработки грузов, которые существенно загрязняют окружающую среду и т.п. Однако, все эти угрозы не следует рассматривать как результат непосредственно вступления в ВТО.

Повышения эффективности работы порта может быть достигнуто путем создания условий для свободной конкуренции между частными коммерческими предприятиями, занимающимися портовой деятельностью, свободное установление цен на портовые услуги, пресечение мер недобросовестной конкуренции. В интересах национальной экономики перед вступлением в ВТО, должны быть реализованы такие задачи, как повышение конкурентоспособности портов за счет высокой производительности перегрузочных комплексов; рост нормы прибыли на капитал путем повышения эффективности деятельности при стабилизации, или даже снижению уровня цен на портовые услуги (вместо их повышения как об этом говорится сегодня), безопасность международных перевозок, улучшения условий труда и социальной защищенности рабочих, увеличения транзитных грузопотоков.

Сервисная деятельность на водном транспорте

Больше всего вступление в ВТО отразится на деятельности экспедиторских и агентских компаний Украины, поскольку эти виды услуг могут стать неотъемлемой частью грузо- и судопотоков. Вступление в ВТО создаст для иностранного трейдера благоприятные условия для привлечения к транспортной экспедиции грузов и агентирования зафрахтованных им судов собственных экспедиторских и агентских компаний, которые постепенно будут вытеснять независимых национальных субъектов с украинского рынка сервисной деятельности. В конечном счете это приведет к полному исчезновению независимых экспедиторов и судовых агентов и превращения экспедиторской и агентской деятельности в придаток трейдерства. В результате эти виды деятельности не бу-

дут эффективно развиваться, поскольку будут выполнять для трейдера не более чем необходимые функции, к тому же за минимальное вознаграждение. Это не только уменьшит поступление в Государственный бюджет Украины, но и негативно отразится на квалификации специалистов и мировом имидже предприятий сервисной деятельности Украины.

Принятая ЕС программа реализации единой транспортной политики (Белая и Зеленая книги) предусматривает создание в самом недалеком будущем глобальной межгосударственной логистической макросистемы, которая при условии стандартизации большинства аспектов транспортной и экономической деятельности стран ЕС, практически полностью основанных на информационных технологиях и других достижениях НТП, станет самораспространяющимся организмом, который постепенно будет поглощать соседние экспедиторские и логистические системы. Уже сегодня в поле зрения логистических компаний ЕС находятся территории Причерноморья, Кавказа, Прикаспийский и другие регионы. При условии потери в Украине самостоятельности в сервисной деятельности, противодействовать этой экспансии будет некому.

Основными мероприятиями противодействия должна стать институализация в стране логистической и фрахтовой деятельности, как это записано во всех вариантах разрабатываемой Концепции морской политики Украины и разработка механизма ценообразования на услуги линейных операторов, портов и субъектов сервисной деятельности, в котором должна выделиться структура услуг, которые будут предоставляться соответствующими субъектами хозяйствования, принципы дифференциального ценообразования для каждой из них, возможные варианты и правила агрегирования цен по группам услуг, порядок вступления в силу тарифов, порядок их изменения.

Из анализа ситуации, сложившейся на сегодняшний день в морском транспортном комплексе, следует сделать **вывод**, что назрела необходимость кардинальных действий со стороны государства в направлении разработки и проведения программы подготовки транспортной системы Украины к вступлению в ВТО. Учитывая состояние экономики страны, для морского транспорта более целесообразным было бы развитие системы двусторонних соглашений и повсеместного расширения практики доставки внешнеторговых грузов украинской стороной при выборе морского перевозчика исключительно на конкурентной основе; постепенное изменение такого режима, по мере развития национальной логистико-фрахтовой деятельности, в сторону расширения участия в перевозках в кросс-трейде и расширения экспорта транспортных услуг, когда принципы Всемирной торговой организации и Генерального соглашения по торговле услугами будут не тормозить, а способствовать развитию национальной транспортной системы..

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Развитие смешанных перевозок и логистические услуги // Доклад секретариата ЮНКТАД // TD/V/COM.3/EM.20/2 – Женева, сентябрь 2003, 32 с.
2. Convention on a Code of Conduct for Liner Conferences. <http://www.gulf-news.com/Arkhive/docs.asp>, 1973 – 31тр.
3. REVIEW OF MARITIME TRANSPORT, 2005 Report by the UNCTAD secretariat // UNCTAD/RMT/2005// UNITED NATIONS New York and Geneva, 2005, P. 4.

Поступила в редколлегию 17.05.2007.

О. Р. РУДИК (Львівський національний університет ім. Івана Франка)

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АНТИКРИЗОВОЇ ДІАГНОСТИКИ ВІТЧИЗНЯНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Стаття присвячена класифікації методів діагностики в процесі антикризового управління підприємствами. Розглянуто види та основні етапи діагностики й моніторингу фінансового стану підприємства.

Статья посвящена классификации методов диагностики в процессе антикризисного управления предприятиями. Рассмотрены виды и основные этапы диагностики и мониторинга финансового состояния предприятия.

The article is devoted to classification of methods of diagnostics in the process of anti-crisis management by enterprises. Kinds and basic stages of diagnostics and monitoring of the financial state of enterprise are considered.

Проблема діагностики в антикризовому управлінні належить до категорії малодосліджених у вітчизняній економічній та управлінській науках. Але разом з тим, завдяки дослідженням у різних галузях, діагностика вивчалася самостійно як особливий пізнавальний процес.

Проблеми діагностики кризи підприємства в межах антикризового управління досліджуються в працях зарубіжних [1, 2, 3] та вітчизняних вчених [4]. Введення в економічні процеси терміну «діагностика» сталося, мабуть, не тільки з метою визначення нового виду аналізу, а скоріш за все для того, щоб акцентувати увагу не тільки на розрахунку тих чи інших економічних показників, а й для вивчення їх впливу на господарські процеси, які ставлять під загрозу досягнення позитивних фінансових результатів, втрату конкурентоспроможності, ринків збуту тощо. Одночасно, діагностика – це і оцінка достовірності поточного фінансового обліку та звітності, база для висування гіпотез про закономірності динаміки фінансово-економічного стану підприємства.

Постановка завдання. Загалом будь-яке підприємство – це система, оскільки складається із взаємопов'язаних елементів, зв'язків і відносин, які представляють собою одну цілісність. Система, в свою чергу, може перебувати в стійкому і нестійкому становищі. Кризова ситуація в системах, що діагностуються, може бути викликана не тільки елементами системи, але й порушенням зв'язків між ними. Однією з важливих особливостей кризи є наявність такого фактору як час. Час, як відомо, завжди має економічну ціну, особливо в період кризи. Таким чином, особливістю антикризового управління є дефіцит часу, який впливає на

ухвалення управлінського рішення та на реалізацію антикризових процедур, що треба враховувати при виборі методів діагностики [2].

Система антикризового управління має властивості, які додають певних особливостей механізму керування: гнучкість і адаптивність, здатність до диверсифікованості і своєчасного ситуаційного реагування, а також можливість ефективно використовувати потенціал підприємства і неформальні методи впливу на ситуацію. Ці особливості обумовлені завданнями, які вирішує діагностика, а саме: своєчасне розпізнавання симптомів, факторів і причин кризи, яка наближається; класифікація й розробка заходів, яких необхідно вкласти.

Результати. Діагностика дозволяє виявити причинно-наслідкові зв'язки у дисфункціях менеджменту, а далі переходить до побудови пояснювальної і прогнозуючої моделей функціонування та розвитку підприємства, здійснюючи тим самим попередження його банкрутства. Особливо корисною діагностика може бути при кризових ситуаціях, які бувають явними та не явними, різної глибини, тобто такими, що охоплюють широке коло фінансово-економічних проблем підприємства.

Діагностика складається з наступних етапів: моніторингу, експрес-діагностики та фундаментальної діагностики. Моніторинг (від лат. *monitor* – той, що контролює, попереджає) – тобто, це безперервне спостереження за економічними об'єктами, аналіз їх діяльності як складова частина управління. Моніторинг здійснюється з метою раннього виявлення ознак кризового стану, постійного збору інформації з допомогою «слабких сигналів», нагромадження даних, необхідних для експрес-діагностики. Чим краще обґрунтована періодичність проведення моніторингу, тим ефективнішою буде підготовка до прийняття своєчасних управлінських рішень щодо платоспроможності та фінансової стійкості підприємства.

Постійний моніторинг здійснюється за напрямками зовнішнього та внутрішнього середовища. Основна проблема – визначитись, яка саме інформація нам потрібна, і, навіть коли відомо, що саме слід шукати, джерело та форма даних можуть бути зовсім неочікуваними. І тут вирішальне значення має залучення всіх працівників підприємства тобто, перманентний моніторинг як складова функцій існуючих на підприємстві спеціалізованих служб та підрозділів (відділ маркетингу, фінансовий відділ, бухгалтерія, служба головного технолога, служба безпеки тощо). За формою запиту на інформацію, щодо якої здійснюється пошук, моніторинг розділяють на тотальний та структурований (вибірковий).

В ході тотального моніторингу здійснюється нецільове спостереження. Ведеться пошук даних, що можуть впливати на діяльність підприємства (як позитивно, так і негативно) тепер або в майбутньому. Структурований моніторинг передбачає ведення цільового спостереження в межах більш-менш чітко визначеної сфери діяльності. У випадку появи сигналу його необхідно швидко оцінити. За методами здійснення виділяють формалізований (із використанням певних схем пошуку та відслідковування) та неформалізований моніторинг (активний, цілеспрямований, але відносно невпорядкований пошук конкретної інформації).

Отже, моніторинг дозволяє здійснювати спостереження і попередження кризових ситуацій.

Загалом, моніторингу передують три підготовчі кроки: визначають коло критичних показників, які несуть найбільше інформації про наявність кризи; вибір складу і джерел інформації. Згодом, всі ці кроки можуть змінюватися відповідно до нових економічних умов, проте, базовий набір повинен існувати завжди.

Наступним кроком є **збір інформації**. На цьому кроці здійснюють пошук, запис та перевірку достовірності певного набору даних, призначених для подальшої обробки.

За збором інформації слідує її **зберігання та обробка**. Метою зберігання є забезпечення збереження даних як мінімум протягом терміну їх обробки, в рамках якої, проводяться різні розрахунки, зіставлення фактичних значень з плановими, експертні оцінки, аналіз перспектив розвитку підприємства.

За підсумками **аналізу результатів** можна зробити висновок про поточний стан під-

приємства. Якщо стан не кризовий, то моніторинг продовжується у звичайному режимі. Якщо ж стан кризовий, то починають застосовувати антикризові заходи.

Паралельно з кроками моніторингу у фоновому режимі здійснюють **поточне спостереження**, метою якого є – відстежити зміни в стані підприємства у проміжках між плановими зборами інформації. Результатом поточного спостереження може стати позачерговий збір інформації. Головною відмінністю поточного контролю від збору інформації є те, що він здійснюється тільки за основними параметрами (тобто за вужчим колом даних).

Наступним кроком діагностики є експрес-діагностика. Її метою є оцінка фінансового благополуччя й динаміки розвитку підприємства.

У разі визначення, в процесі експрес-діагностики, наявності кризового фінансового стану підприємства, вона обов'язково повинна доповнюватись системою фундаментальної діагностики.

Фундаментальна діагностика підприємства характеризує систему оцінки параметрів кризового фінансового розвитку компанії, що здійснюється на основі методів факторного аналізу та прогнозування. Основними цілями фундаментальної діагностики є: поглиблення результатів оцінки кризових параметрів фінансового розвитку підприємства, отриманих у процесі експрес-діагностики; підтвердження отриманої попередньої оцінки масштабів кризового фінансового стану підприємства; прогнозування розвитку окремих факторів, що генерують загрозу банкрутства підприємства та їх негативних наслідків; оцінки та прогнозування спроможності підприємства до нейтралізації загрози банкрутства за рахунок внутрішнього фінансового потенціалу.

Фундаментальну діагностику здійснюють за такими етапами [1; 4]:

- систематизація основних факторів, що обумовлюють кризовий фінансовий розвиток підприємства;
- проведення комплексного фундаментального аналізу з використанням спеціальних методів оцінки впливу окремих факторів на кризовий фінансовий розвиток підприємства;
- прогнозування розвитку кризового фінансового стану підприємства під негативною дією окремих факторів;
- прогнозування здатності підприємства до нейтралізації загрози банкрутства за рахунок внутрішнього фінансового потенціалу;
- кінцеве визначення масштабів кризового фінансового стану підприємства.

Як елемент системи антикризового управління діагностику можна зобразити за допомогою наступної схеми (рисунок):

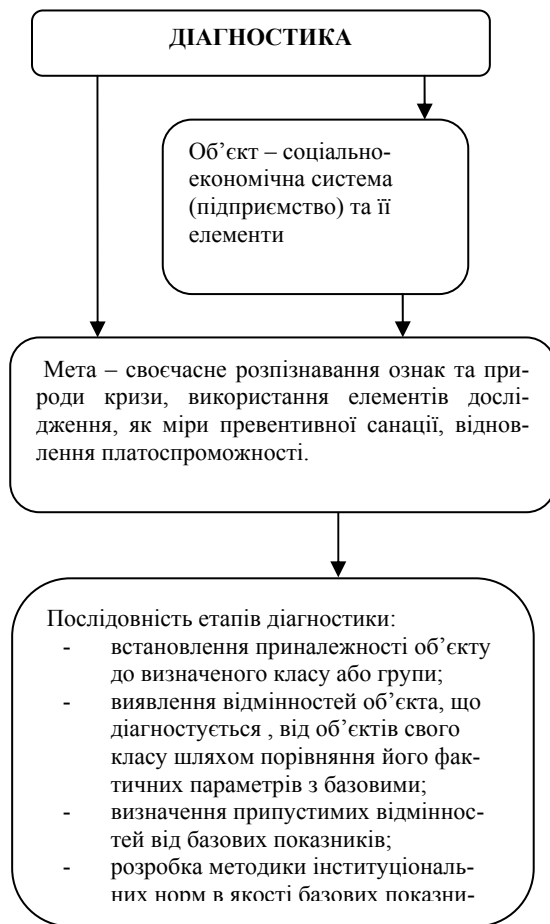


Рис. Діагностика, як елемент системи антикризового управління

Економічна діагностика і превентивна санація численних загроз фінансової неспроможності, організаційної дисфункції й інших аномалій є основними поняттями, що констатують процес антикризового управління в цілому. З цього випливає, що діагностика є функцією і специфічною стадією антикризового управління. Це вихідний пункт для прогнозу альтернативного розвитку підприємства.

Для вищого керівництва і власників підприємств діагностика є засобом одержання достовірної, якісної інформації про його реальні можливості на початковій стадії економічної кризи й основою для введення в дію особливих методів та механізмів менеджменту. Спираючись на результати діагностичних і превентивних досліджень різних сторін діяльності підприємства, менеджери та власники мають можливість розпочати розробку рефлексивної моделі антикризового управління своїм підприємством.

Превентивна санація покликана розглядатися як рекомендація зі схеми «мета – засіб» і як рефлексивна технологія підтримки ефективних управлінських рішень. Розрахункові прогнози на цій стадії можуть охоплювати всі перспективи підприємства: короткострокові проблеми виживання, максимізації прибутку, середньострокові задачі росту та довгострокові цілі стратегії корпоративного розвитку.

Існує багато факторів, які ведуть підприємство до кризи. Практикою доведено, що не всі фактори піддаються кількісному вираженню. Тому існує декілька підходів до класифікації методів діагностики. Розглянемо один із них, а саме – класифікацію методів діагностування за ступнем формалізації. Згідно з зазначеним підходом, всі методи діагностики можна умовно поділити на інтуїтивні (неформалізовані) та формалізовані.

Інтуїтивні (неформалізовані) методи використовуються у випадках неможливості кількісної оцінки окремих явищ (процесів) або неможливості врахувати значну кількість факторів через складність об'єктів. Ці методи базуються на використанні експертних оцінок. Відомі два види експертних оцінок: індивідуальні та групові.

Формалізовані методи. З урахуванням загальних дій і способів одержання діагностованої інформації, вони діляться на дві групи: методи екстраполяції тенденції і методи моделювання.

Цей поділ досить умовний, адже бувають методи, які неможна чітко віднести до однієї з цих двох груп, і тому варто розглядати ще комбіновані методи.

У таблиці розглянуті види методів діагностики з розподілом по вказаних групах.

Таблиця

Види методів діагностики з розподілом по вказаних групах

Групи	Методи
Неформалізовані (якісні, інтуїтивні)	Експертних оцінок; використання раних (слабких) сигналів; методи генерації ідей; евристичні методи
Формалізовані (кількісні)	Статистичні, зокрема екстраполяції тенденції; використання фінансових коефіцієнтів; нормативні; аналіз чутливості; аналітичне моделювання; імітаційне моделювання
Комбіновані	Аналітичні; дерево рішень; метод аналогій (зокрема бенчмаркінг); метод сценарію; нечіткі множинні методи

Більшість кількісних методів аналізу ризику банкрутства підприємства мають в основі певний алгоритм. Загальновідомий алгоритм застосував Едвард Альтман при виведенні співвідношення, за яким можна провести діагностику можливості банкрутства підприємства. Існує багато інших моделей, побудованих за тим же принципом. Наприклад, моделі Лісу, Чессера, Конана і Гольдера та ін. [7, с. 145].

Ранні (слабкі) сигнали кризи широко вивчалися як західними, так і вітчизняними вченими. Розробка системи ранньої діагностики кризи заслуговує на пильну увагу як з метою теоретичних досліджень, так і практичного використання. Усвідомлення кризової ситуації на ранніх (прихованих) етапах її розвитку дозволить запроваджувати заходи адекватного реагування в той період, коли підприємство має високий ступінь свободи маневру, запас часу і більш широкий вибір антикризових процедур в порівнянні з колом заходів, що здійснюються в процесі “пожежного” антикризового управління.

Для аналізу ранніх сигналів попередження щодо можливості розвитку кризової ситуації виділяють не тільки кількісні показники, але й якісні [5, С. 28–29; 6, С. 67–70].

При цьому перші сигнали внутрішнього середовища підприємства щодо можливості розвитку кризи розділяються на дві групи:

1. Для сторонніх спостерігачів:

- реакція споживачів, постачальників, партнерів, кредиторів, банків на заходи, що впроваджуються підприємством, їх пропозиції;
- стан фінансових звітів (своєчасність, повнота і якість надання фінансової звітності, результати аудиторських перевірок);
- позачергові перевірки підприємства, обмеження комерційної діяльності підприємства органами влади, відміна та вилучення ліцензій;
- ротація кадрів на підприємстві;
- втрата ключових спеціалістів;
- невмотивовані організаційні перебудови (реорганізації, різкі зміни стратегії);
- негативні відгуки мас-медіа та громадськості;
- зниження співпраці у зв'язках із державними установами;
- різкі зміни ключових постачальників та споживачів;
- грубість по відношенню до замовників;
- ступінь прозорості фірми для персоналу та зовнішнього оточення;

– залучення компанії до впровадження ризикованих проектів;

2. Для підприємства:

- відсутність перспективного стратегічного плану, поточних та оперативних планів;
- відсутність виконання функцій (маркетингу, фінансів, управлінських тощо);
- непорядкована структура організації (або «закостеніла»);
- відсутність портфелю замовлень на перспективу;
- стиль керівництва (авторитарний, популістський);
- відсутність напрацьованих методів вирішення проблем (стандартних, типових);
- відсутність ситуативних планів реагування на можливі загрози (шанси), планів передкризового управління;
- методи ділового спілкування (випадкові, спорадичні);
- відсутність інновацій;
- відсутність інвестицій;
- відсутність спеціаліста з антикризового менеджменту (команди);
- відсутність резервних (страхових) запасів (фонду);
- низький ступінь готовності персоналу до роботи в кризових ситуаціях;
- невміння персоналу використовувати методи передкризового та антикризового управління;
- відсутність налагодженої системи моніторингу зовнішніх та внутрішніх факторів.

До кількісних слабких сигналів кризи можемо віднести такі як: падіння обсягів продажу або навпаки їх стрімке зростання, що може свідчити про згорання діяльності та розпродаж всіх запасів готової продукції, напівфабрикатів та сировини і матеріалів; висока плинність кадрів на підприємстві; відсоток рахунків, що постійно оплачуються фірмою із запізненням; зростання відсотку браку на виробництві, збільшення часу очікування замовлення та питомої ваги помилок в ході його виконання; збільшення кількості перевірок контролюючими державними органами, тощо. Комплексним показником – раннім сигналом кризи є створення «нульової вартості» для власників підприємства або тенденції до зниження вартості компанії в коротко- та середньостроковій перспективі та її падіння в довгостроковій перспективі.

Висновки. Таким чином, досягнення цілей антикризового менеджменту значною мірою залежать від своєчасного виявлення кризи. Це забезпечується завдяки застосуванню інструментарію діагностики банкрутства, механізмів раннього

попередження та реагування, інших аналітичних прийомів. Важливе місце при цьому слід приділяти причинно-наслідковому аналізу фінансової кризи, спрямованому на ідентифікацію зовнішніх та внутрішніх чинників кризи, виду кризи та її стадії. Оскільки своєчасність і правильність діагнозу хворого визначає зміст рецепту щодо його лікування, своєчасність та об'єктивність діагностики кризи підприємства є ключем для забезпечення ефективності подальших антикризових заходів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Бланк И. А. Основы финансового менеджмента: в 2 т. / Ника-Центр, Эльга, К., 1999. – Т. 2. – 512 с.
2. Трененков Е. М. Диагностика в антикризисном управлении / Е. М. Трененков, С. А. Двденидова // Менеджмент в России и за рубежом. – 2002. – № 1. – С. 3–25.
3. Лігоненко Л. О. Антикризове управління підприємством: теоретико-методологічні засади та практичний інструментарій. Монографія. – К.: Наук. думка, 2000 – 390 с.
4. Булеев И. П. Антикризисное управление предприятием / И. П. Булеев, Н. Е. Брюховецкая // НАН Украины; Ин-т эконом. промышл. – Донецк, 1999. – 178 с.
5. Иванов Г. П. Антикризисное управление: от банкротства – к финансовому оздоровлению / Г. П. Иванов, С. Г. Беляев, В. И. Кошкин, А. И. Семенихин, Г. Г. Борисова. – М.: Закон и право, 1995. – 317 с.
6. Чернявский А. Д. Антикризисное управление: Учеб. пособ. – К.: МАУП, 2000. – 208 с.
7. Матвійчук А. В. Аналіз та прогнозування розвитку фінансово-економічних систем із використанням теорії нечіткої логіки. Монографія. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 206 с.

Надійшла до редколегії 12.06.07.

ЭЛЕКТРОННАЯ КОММЕРЦИЯ В СФЕРЕ КОНСАЛТИНГОВЫХ УСЛУГ: НОВАЯ МОДЕЛЬ

У даній статті розглянуті теоретичні аспекти електронної комерції і консалтингу, запропонована нова модель взаємодії учасників ринку електронної комерції відносно до надання консалтингових послуг.

В данной статье рассмотрены теоретические аспекты электронной коммерции и консалтинга, предложена новая модель взаимодействия участников рынка электронной коммерции, применительно к оказанию консалтинговых услуг.

The theoretical aspects of electronic commerce and consulting are considered in this article, a new model of co-operation of participants of market of electronic commerce is offered, as it applies to providing of consulting services.

Введение

В настоящее время одной из наиболее динамично развивающихся отраслей экономики является сфера консалтинговых услуг. К основным причинам развития консалтинга можно отнести: желание предприятий получить объективную оценку проблем и задач, стоящих перед ними, стремление получить оперативную и квалифицированную помощь в критических ситуациях, необходимость привлечения дополнительных ресурсов для решения специфических задач.

Параллельно с развитием консалтинга происходит и развитие информационных технологий, появление новых методов и инструментов в электронной коммерции. На текущий момент электронная коммерция наиболее распространена в области продажи товаров, однако, интеграция электронной коммерции в другие области экономики остается одним из приоритетных вопросов, в частности, использование электронной коммерции в консалтинге.

Анализ исследований и публикаций по рассматриваемой теме, на которые опирается автор

Исследованиями в области электронной коммерции занимаются Эймор Д. и Пирогов С. В. [5; 6]. Вышеназванные авторы в своих работах систематизируют знания в области электронной коммерции, описывают существующие принципы работы предприятий электронной коммерции.

Рассмотрением теории и проблематики оказания консалтинговых услуг, тенденций развития данной области, практические подходы в освоении рынка консалтинговых услуг

в своих трудах рассматривают Бейч Э. и Иванов М. С. [1; 2].

Выделение неразрешенных ранее частей общей проблемы, которым посвящена статья. Электронная коммерция породила совершенно уникальные бизнес-модели и стратегии управления, что кардинально изменило ситуацию в сфере экономики и роль электронной коммерции.

Ужесточение конкуренции на рынке электронной коммерции вызывает жизни все более разнообразные формы и методы взаимодействия между поставщиками товаров и услуг (например, виртуальные предприятия) и между поставщиками и клиентами (вирусный маркетинг, спонсорские программы и т. п.). В настоящее время развитие бизнес-моделей в электронной коммерции отражает стремление участников установить устойчивые связи друг с другом путем предоставления им дополнительных услуг и стимулирования обратной связи.

Методы и модели электронной коммерции успешно интегрируются с существующими методами автоматизации управления ресурсами предприятия: MRP (планирование потребностей в материалах), MRPII (планирование ресурсов производственного предприятия), ERP (планирование ресурсов предприятия), CSRP (планирование ресурсов предприятия, синхронизированное с покупателем), APS (Advanced Planning and Scheduling – расширенное управление производственными графиками) и т. п.

Как уже было отмечено, наиболее развитым сектором электронной коммерции является продажа товаров, эффективных методов и моделей, применимых в электронной коммерции, для оказания услуг в т. ч. и консалтинговых пока не существует.

С другой стороны, в традиционных системах управления ресурсами предприятия, решение задач снабжения, сбыта, управления в сводится к учетным функциям [7]. Механизма непосредственного автоматизированного взаимодействия с поставщиками и потребителями, с их системами, пока также не существует.

Формирование целей статьи

Основной целью статьи является предложение новой модели электронной коммерции ориентированной на сферу оказания консалтинговых услуг, ее описание и определение перспектив дальнейших исследований в данном направлении.

Изложение основного материала исследований с полным обоснованием научных результатов

Для начала исследования следует дать определение понятиям «электронная коммерция» и «консалтинг».

Электронная коммерция – это технология совершения коммерческих операций и управления производственными процессами с применением электронных средств обмена данными [5]. В мировой практике использование электронной коммерции предприятиями стало неотъемлемой частью ведения бизнеса, в Украине электронная коммерция находится на стадии развития. Рынок электронной коммерции Украины представлен в основном проектами B2C, проектами, ориентированными на продажу товаров и услуг компаниями частным потребителям. Для развития сектора B2B, в Украине, пока недостаточно развито правовое обеспечение электронного бизнеса и техническая база, возникает сложность интеграции систем электронной коммерции с информационными системами на предприятии. Электронная коммерция для бизнеса сейчас больше представлена как совокупность информационных ресурсов (сайтов), где изложены сведения о предприятии, номенклатура предоставляемых услуг, контактная информация и т. п.

Увеличение числа пользователей персональными компьютерами и расширение количества пользователей сетей, как локальных, так и глобальных открывает ряд преимуществ для предприятий, использующих новые технологические решения для ведения бизнеса. Одной из сфер услуг, где информационные технологии наиболее востребованы, является сфера консалтинга.

Консалтинг (англ. consulting – консультирование) – вид профессиональных услуг, предоставляемых предприятиям, заинтересованным в оптимизации своего бизнеса, а также частным лицам. В общем случае консалтинговая деятельность включает анализ бизнес-процессов клиента, обоснование перспектив развития и использования научно-технических, организационных и экономических инноваций с учетом предметной области и особенностей запроса клиента.

С развитием информационных технологий и электронной коммерции в сфере оказания консалтинговых услуг произошли следующие изменения:

1) появление новых способов обработки информации, изобретение электронной вычислительно машины, производительность которой повысила быстроту выполнения математических операций, повысило скорость обработки информации и точность расчетов при оказании консультационных услуг;

2) использование новых способов передачи информации, таких как телефон, факс, электронная почта, способствовали увеличению быстроты отклика консультанта на запрос клиента;

3) с увеличением объема информации, потребовались и новые, более совершенные способы хранения информации, а вместе с этим и более удобный доступ к этой информации, в инструментарии консалтинговых агентств находилось все больше информации для оказания услуг;

4) с развитием глобальных сетей процесс взаимодействия заказчиков и исполнителей стал более полным в плане доступности участников и простоты поиска информации.

Следует отметить, что услуги консалтинга являются востребованными и использование средств электронной коммерции для решения задач в сфере оказания консалтинговых услуг является достаточно перспективным направлением.

Наиболее распространенными причинами обращения компаний и частных лиц к услугам консультантов и консалтинговых компаний являются:

1) желание получить объективную оценку проблем и задач, стоящих перед компанией. Консультант способен провести наиболее объективный анализ сложившейся ситуации, что в свою очередь способствует принятию оптимального решения, минимизации издержек на его реализацию и повышению доверия к компании со стороны акционеров, потенциальных инвесторов, персонала;

2) возможность воспользоваться знаниями и опытом консультантов. Консультанты обладают знаниями и опытом в отрасли своей специализации, накопленными в процессе деятельности компании;

3) необходимость привлечь дополнительные ресурсы для решения специфических задач;

4) стремление получить оперативную и квалифицированную помощь в критических или жизненно важных ситуациях, когда требуется переосмыслить стратегию развития, философию управления, разработать или изменить корпоративную культуру, осуществить реструктуризацию предприятия.

В сфере консалтинга сформировался устойчивый рынок, на котором присутствуют следующие участники: консультанты, компании и частные лица, государство. Все вышеперечисленные субъекты могут выступать как заказчики консалтинговых услуг, так и быть исполнителями – консультантами. Заказчик, представленный как предприятие, частное лицо или государство, нуждается в консалтинговых услугах консультанта, который может быть представлен также другим предприятием, государственным предприятием, общественной организацией или частным консультантом.

На начальной стадии, заказчик занимается поиском консультанта для выполнения заказа, анализируются тематические каталоги услуг, как печатные издания, так и электронные справочники, в свою очередь и консультанты, используя маркетинговые инструменты, привлекают заказчиков. Далее, заказчик принимает решение, какой именно консультант будет выполнять заказ. Как правило, на данном этапе, заказчик, при выборе консультанта, руководствуется данными о компетентности исполнителя, полученными от лиц, которые обращались к услугам данного консультанта, принимается во внимание отзывы о качестве предоставляемых услуг.

Схема взаимодействия участников рынка консалтинга изображена на рис. 1.

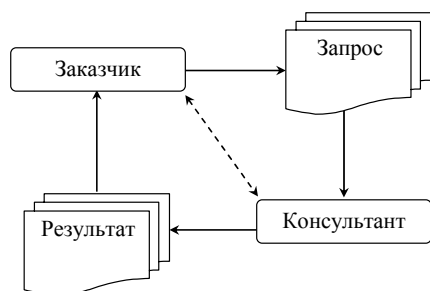


Рис. 1. Схема взаимодействия участников рынка консалтинговых услуг

Заказчик отправляет консультанту запрос, в котором сформированы требования и необходимости решения какой либо задачи. Запрос может быть отправлен как на бумажном носителе, передан из уст в уста или информация может быть передана электронным способом посредством каналов передачи данным, например по электронной почте. После получения запроса исполнитель анализирует запрос и уточняет у заказчика необходимую информацию для оказания услуг или уточняется запрос. После получения всех необходимых сведений, решаются организационные вопросы, подготавливается необходимая правовая и проектная документация, решается вопрос о сроках, и об оплате услуг. После выполнения требований заказчика, исполнитель – консультант, отправляет результаты работы заказчику, заказчик анализирует результаты работы и если услуги были предоставлены в полном объеме, оплачивает услуги консультанту.

В существующей схеме существует ряд недостатков, однако использование инструментов электронной коммерции позволит оптимизировать процесс взаимодействия заказчиков и исполнителей на рынке консалтинговых услуг.

Во-первых, ввиду того, что рынок консалтинга растет и расширяется тематический охват предоставления консультаций, усложняется процесс поиска компании для выполнения запроса. Решением данной проблемы может быть создание единого каталога компаний оказывающих услуги в сфере консалтинга. В электронной коммерции широко используются электронные каталоги т.к. возможно организовать быстрый доступ к базе данных посредством глобальных сетей и организовать поиск по каталогу.

Во-вторых, одним из преимуществ электронной коммерции является глобальное присутствие. Заказчики получают возможность глобального выбора из всей совокупности исполнителей независимо от их географического положения. Ввиду того, что результатом работы консультанта является нематериальный продукт, а информация, то с использованием сетевых технологий значительно сокращается скорость передачи информации и соответственно затраты обеих сторон.

В-третьих, при принятии решения, о выборе консультанта принимается во внимание информация, полученная из рекламы, отзывы других компаний или маркетинговые исследования. Существует большая вероятность того, что эти данные являются необъективными, поэтому возникает необходимость в предоставлении больш-

шего объема информации об исполнителе и экспертная оценка деятельности исполнителя. Особенностью консалтинга является то, что заказчик не всегда может проконтролировать выполнение своего запроса, с целью оценки результатов работы консультанта необходим независимый контроль и оценка результатов его работы.

Таким образом, на рынке консалтинга обосновано появление посредника-оператора, который посредством инструментов электронной коммерции разрешит проблемы поиска и выбора консультанта, экспертную оценку полученных результатов, а также обеспечит эффективное взаимодействие между участниками рынка консалтинговых услуг.

Новая схема взаимодействия между участниками рынка при участии оператора представлена на рис. 2.

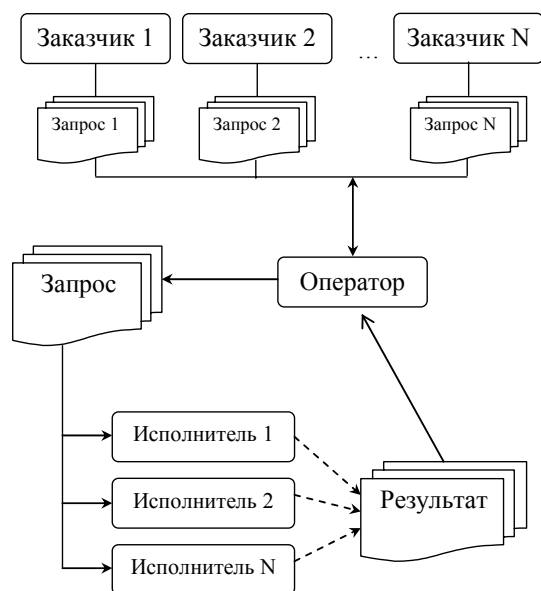


Рис. 2. Схема взаимодействия участников рынка консалтинговых услуг с участием оператора

На рынке присутствует множество компаний, которые нуждаются в услугах консалтинга. Оператор готов взять на себя задачу по поиску и выбору исполнителя, который удовлетворяет запросам заказчика. Первоначально оператору необходимо сформировать базу исполнителей, которая будет содержать полную информацию о консультантах, и ранжировать их по таким параметрам как: перечень предоставляемых услуг, отраслевая принадлежность, история выполнения заказов и т. п. Способом сбора информации может быть как поиск информации из открытых источников, так и привлечение консалтинговых агентств, частных консультантов к регистрации у оператора.

Заказчику также необходимо зарегистрироваться у оператора, и после регистрации направить оператору заявку в соответствующем формате, заявка будет отправлена по электронным каналам связи в специальном формате, для обработки информационной системой оператора.

Таким образом, оператору поступает множество заявок от заказчиков, которые регистрируются в информационной системе оператора. Необходимо выбрать исполнителя, который удовлетворяет запросу заказчика. Информационная система в полуавтоматическом режиме выбирает оптимальный вариант исполнителя, учитывая компетентность исполнителя, объем работ, планируемый срок выполнения запроса, историю работы исполнителя, доступность консультанта, если необходимо оператор передает, предварительно, запрос консультанту, для того чтобы последний мог сообщить необходимую информацию для выбора автоматизированной системой варианта. После определения исполнителя, оператор передает данные на утверждение заказчику, и если заказчик утверждает исполнителя, оператор передает запрос на выполнение исполнителю, в свою очередь консультант передает данные о ходе выполнения работы в систему оператора посредством интерфейса, а заказчик, подключаясь к системе, может получить эти данные.

После того как исполнителем – консультантом, будет выполнена соответствующая задача, он передает результаты оператору, которому необходимо оценить результаты работы. Одним из решений задачи оценки, может быть реализация экспертного метода Делфи в рамках информационной системы исполнителя, где в качестве экспертов могут выступать любые лица, зарегистрированные в системе, например, другие консультанты.

В предложенной схеме есть ряд преимуществ, а именно:

- 1) глобальное присутствие – предприятия получают возможность ведения деятельности в глобальном масштабе;
- 2) повышение конкурентоспособности консалтинговых услуг;
- 3) более полная информированность о состоянии рынка;
- 4) быстрая реакция на спрос со стороны консультантов;
- 5) снижение затрат на поиск исполнителей;
- 6) решения задачи экспертной оценки полученных результатов;

Выводы из данного исследования и перспективы дальнейших разработок в данном направлении

Таким образом, использование средств электронной коммерции в сфере услуг является одним из перспективных направлений развития данной области. Рассмотрены механизмы взаимодействия участников рынка консалтинговых услуг, проведен анализ, на основании которого предложена модель электронной коммерции применительно к сфере консалтинговых услуг, как одной из наиболее востребованных сегментов экономики. Следует отметить, что участие на рынке оператора-посредника обосновано тем, что на современном этапе развития информационных технологий, пока не существует информационных систем, которые могли бы обеспечить обратную связь между участниками электронной коммерции, и могли бы решать весь спектр задач необходимых для ведения бизнеса в сети.

Перспективными направлениями исследований в данной области является описание бизнес-процессов консалтинговой деятельности предприятий, моделирование бизнес-процессов в модели электронной коммерции с участием оператора-посредника, проектирование и опи-

сание автоматизированной системы оператора на ранке консалтинговых услуг, поиск технологических решений в области электронной коммерции для реализации поставленных задач.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бейч Э. Консалтинговый бизнес: Основы профессионализма. – М.-СПб.: Питер, 2006. – 272 с.
2. Иванов М. С. Руководство по маркетингу консалтинговых услуг / М. С. Иванов, М. В. Фербер. – М.: Альпина Паблишер, 2003. – 139 с.
3. Илайес М. Эвод. Электронная коммерция. Практическое руководство. Пер. с англ. – СПб., ООО «ДиаСофтЮП», 2002. – 608 с.
4. Матвієнко О. В., Основи інформаційного менеджменту – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 126 с.
5. Пирогов С. В. Электронная коммерция – М.: Изд. дом «Социальные отношения», Изд-во «Перспектива», 2003. – 428 с.
6. Эймор Д. Электронный бизнес: эволюция и/или революция. Пер с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2001. – 752 с.
7. Юрасов А .В. Электронная коммерция – М.: Дело, 2003 – 480 с.

Надійшла до редколегії 15.05.2007.

Т. М. САЛІЙ (Національний авіаційний університет)

ЕЛЕКТРОННИЙ ДОКУМЕНТООБІГ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ АВІАТРАНСПОРТНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ

Визначені переваги використання сучасних інформаційних технологій в цілому та електронного документообігу зокрема, як засобу підвищення ефективності діяльності авіапідприємства.

Определены преимущества применения современных информационных технологий в целом и электронного документооборота в частности, как средства повышения эффективности деятельности авиа предприятия.

Advantages of appendix of modern informations technologies are sure on the whole and electronic turn of documents in particular, as facilities of increase of efficiency of activity air enterprises.

В сучасних умовах переходу до ринкової економіки різко зросли об'єми інформації, яка аналізується для прийняття рішень, відповідно зросла і кількість документів, які циркулюють. Це приводить до того, що традиційні методи роботи з документами стають малоефективними, і виникає необхідність у системах електронного документообігу (СЕД), які дозволяють створювати та обробляти документи електронними засобами. Система електронного документообігу організує роботу усього управлінського персоналу підприємства на всіх етапах життєвого циклу документу, включаючи роботу над проектами, узгодження, виконання, візування, списання в справу і передачу на архівне збереження. Використання систем електронного документообігу значно скорочує час і спрощує процес підписання документів. При великих кількостях оброблюваних документів систем електронного документообігу особливо ефективна, що дуже важливо, наприклад, для авіакомпаній, що здійснюють масове обслуговування своїх клієнтів,

Аналізуючі останні наукові дослідження та публікації можна відзначити зацікавленість вивченням та встановленням нових інформаційних технологій управління, які базуються на сучасних засобах обчислювальної техніки. Сьогодні проблемам електронного документообігу в системі управління авіатранспортними підприємствами приділяється дедалі більше уваги. Окремі питання даної теми розглянуті в працях Мазур В. І., Гречко А. В., Головань С. М та інших авторів.

У теперішній час не вирішеною частиною проблеми є відсутність єдиної методики впровадження сучасних інформаційних технологій, також актуальним є питання прискорення роз-

робок, необхідних для впровадження електронного документообігу на авіапідприємствах.

Головною метою статті є визначення переваг використання сучасних інформаційних технологій в цілому та електронного документообігу зокрема, як засобу підвищення ефективності діяльності авіапідприємства.

Прийнявши документ за основну одиницю інформації на авіапідприємстві, адміністратори і користувачі зможуть наглядно уявити собі функцію інформаційною менеджменту. Вони стають його активними учасниками. Тому система, яка впроваджується повинна бути достатньо гнучкою, щоб дозволити підприємству почати процес вдосконалення бізнес-процесів. Якщо на авіапідприємстві реалізовано електронний документообіг і співробітники одержують змогу бачити на екрані всі документи, задачі і доручення, з якими вони повинні працювати, а керівники в режимі реального часу мають можливість відслідкувати хід виконання бізнес-процесів, наприклад, виконання замовлень клієнтів, прийом нових співробітників на роботу, стан виконання договорів, взаємодію між різними підрозділами компанії, то якраз наявність цих можливостей і дозволить компанії почати вдосконалення своїх ділових процесів [1].

Вибір СЕД став насушною потребою українських фірм і підприємств, насамперед через збільшення кількості і розмаїтості документів, використовуваних підприємством. При цьому обмін документами здобуває глобальний характер, особливо, коли підрозділи знаходяться в різних районах, містах, країнах. Приходиться збільшувати чисельність персоналу для обробки документів. Це створює складності для контролю над бізнес-процесами, для виконання доручень і при нагромадженні інформації.

Перш ніж обговорювати питання організації автоматизованих систем збереження та пошуку документів, слід визначити саме поняття документу.

У сучасній українській мові слово документ означає:

- діловий папір, що підтверджує будь-який факт або право на щось (диплом про освіту, заповіт тощо);

- офіційне посвідчення особи (паспорт, трудова книжка тощо);

- історично достовірні письмові джерела (рукопис, книга, грамота, малюнок, твір тощо);

- матеріальний об'єкт в якому міститься та чи інша інформація, призначена для передачі у часі та просторі (фотоплівка, магнітний носій інформації тощо) [2].

Будемо вважати, що документ - слабкоструктурована сукупність блоків чи об'єктів інформації, зрозуміла людині [21].

Документ також можна визначити як зафіксовану на матеріальному носії інформацію з реквізитами, що дозволяють її ідентифікувати. Діловий документ служить для фіксування адміністративної (управлінської) інформації.

При електронній технології поняття «документ» в його організаційном, правовом, економічному та інших аспектах не зникає, однак змінюються форми і методи складання та використання документів у процесі управління [3].

Електронним документом може бути закодований текст, зображення паперових документів, графічне зображення вихідні файли САПР, цифрові звук і відео тощо, тобто будь – який тип даних, що можуть бути авторизовані, зберігатися в цифровій формі і відтворюватися у вигляді, що сприймається людиною [4].

Отже, електронний документ - це зафіксована інформація у виді електронних даних, включаючи обов'язкові реквізити документа відповідно до Положення про документальне забезпечення записів затвердженим Міністерством фінансів України.

Електронний документообіг – це сукупність процесів створення, обробки, відправлення, передачі, одержання, збереження, використання і знищення електронних документів, що виконуються з застосуванням перевірки цілісності й у разі потреби з підтвердженням факту одержання таких документів [5].

На думку галузевих аналітиків, електронний документообіг включає: створення документів, їх обробку, передачу, збереження, виведення інформації, що циркулює в організації чи підприємстві, на основі використання комп'ютер-

них мереж. Під управлінням електронним документообігом у загальному випадку прийнято розуміти організацію руху документів між підрозділами підприємства або організації, групами користувачів або окремими користувачами. При цьому під рухом документів мається на увазі не їх фізичне переміщення, а передача прав на їхнє застосування з повідомленням конкретних користувачів і контролем за їхнім виконанням [4].

Головне призначення СЕД – це організація збереження електронних документів, а також роботи з ними (зокрема, їх пошуку як по атрибутах, так і по вмісту). У СЕД повинні автоматично відслідковуватися зміни в документах. Терміни виконання документів, рух документів, а також контролюватися сі їх версії і підверсії. Комплексна СЕД повинна охоплювати весь цикл діловодства підприємства або організації – від постановки задачі на створення документа до його списання в архів, забезпечувати централізоване збереження документів у будь – яких форматах, у тому числі, складних композиційних документів. СЕД повинні поєднувати розрізненні потоки документів територіально віддалених підприємств у єдину систему. Вони мають забезпечувати гнучке управління документами як за допомогою жорсткого визначення маршрутів руху, так і шляхом вільної маршрутизації документів. У СЕД повинне бути реалізоване жорстке розмежування доступу користувачів до різних документів залежно від їх компетенції, займаної посади і призначених їм повноважень. Крім того, СЕД повинна настроюватися на існуючу організаційно – штатну структуру і систему діловодства підприємства, а також інтегруватися з існуючими корпоративними системами.

Основними користувачами СЕД є великі державні організації, підприємства, банки, великі промислові підприємства і всі інші структури, чия діяльність супроводжується великим обсягом створюваних, оброблюваних і збережених документів [4].

Сучасний підхід до вибору кращої системи управління електронними документами передбачає одночасну наявність зразу декількох важливих критеріїв під час оцінювання таких систем. Краща система повинна поєднувати в собі цілий набір важливих якостей, серед яких потрібно особливо виділити її здатність підтримувати швидкоплинний бізнес - процеси підприємства. Це все вимагає високої гнучкості, простоти настройки, дружнього інтерфейсу, масштабування і можливості об'єднувати терито-

ріальне рознесені підрозділи підприємства. Звісно, тільки системи, реалізовані на сучасних web-технологіях, можуть задовольняти таким вимогам.

Для систем на web-технологіях, враховуючи простоту обслуговування і низьку ціну експлуатації - система встановлюється тільки на центральний сервер, встановлення і обслуговування системи на комп'ютерах користувачів не потребується – передбачуване повернення інвестицій в розробку або придбання готової системи можливе максимально швидко — зазвичай система окупається вже через 2-3 місяці її експлуатації.

Вивчення властивостей СЕД передбачає широку програму тестування будь-якої обраної системи-кандидата на функціональну повноту. Додатково будь-яка СЕД може пройти тест на відповідність чинному законодавству, оскільки за законами України висувається ряд вимог, невиконання яких унеможлиблює експлуатацію системи в нашій країні.

На ринку України представлені десятки СЕД, а кожна фірма-розроблювач має по декілька представництв. Ринок СЕД швидко розвивається; на нього виходять вітчизняні фірми-розроблювачі і фірми СНД. В останні роки на ринку України з'явилися представництва всесвітньо відомих європейських і американських фірм - розроблювачів СЕД. Більшість фірм один раз на рік чи в півроку випускають нові версії СЕД поліпшеної функціональності (в особливості це властиво невеликим фірмам). Але компанії, які здатні надати кваліфіковані консультації відносно СЕД, поки нечисленні. Всі ці фактори змусили обмежити круг досліджуваних СЕД вісьма-десятьма найбільш розповсюдженими в Україні і забезпеченими супроводом через представництва.

Проте, для вивчення навіть такого звуженого кола СЕД необхідні методи експертного аналізу для обробки як четких даних, так і суб'єктивних оцінок групи експертів. Це обумовлено тим, що не всі фірми надають демонстраційні версії СЕД для тестування, а деякі параметри СЕД приходиться оцінювати лише по матеріалам з різних, більшої частиною суб'єктивних джерел. Крім того, суб'єктивність суджень викликана тим, що не всі експерти досконально знайомі із СЕД, а інші - роблять висновки про переваги одного критерія над іншим лише на основанні свого досвіду та звичок. Тому вибір прототипу припускає оцінку СЕД скоріше по янісним, чим по кількісним показникам [6].

В Україні все більший розвиток одержує нова для нашого ринку послуга — продаж авіаперевезень з оформленням електронного квитка. «КИЙ АВІА» — як одне з ведучих агентств із продажу авіаперевезень, також бере участь у просуванні цієї послуги серед українських користувачів повітряного транспорту.

Електронний квиток — це інформація про пасажирів і маршрут його перельоту, що зберігається в електронному виді в базі даних авіакомпаній, на рейси яких заброньована перевезення.

Електронний квиток може бути випущений або агентом авіакомпанії, або самостійно пасажиром, якщо перевезення купуються через мережу Інтернет за допомогою систем електронної комерції.

Пасажиру, замість звичного паперового квитка, що складає з польотних купонів, видається роздруківка, у якій зазначені маршрут проходження і деталі перельоту. В ньому може бути надрукований і штрих – код, що дозволяє автоматично ідентифікувати пасажирів і прискорити проходження аеропортових формальностей. Але при цьому ваучер залишається просто роздруківкою інформації з бази даних авіакомпанії і з погляду закону, на даний момент не є ні юридичним, ні фінансовим документом.

Електронний квиток, дійсно, надає цілий ряд переваг. Його не можна втратити, його не можуть украсти. Немає необхідності щораз, при внесенні змін, його переоформляти, на відміну від паперового еквівалента. При внесенні змін, якщо вони дозволяються авіакомпанією і якщо за цю зміну не передбачена додаткова плата, нову роздруківку маршруту можна відправити пасажирів по електронній пошті. При наявності ж чи доплати штрафних санкцій, пасажир може внести її прямо в аеропорті, безпосередньо перед вильотом у касі агентства і там же одержати роздруківку з новими деталями перельоту [7].

Також до переваг можна віднести:

- підвищення надійності зберігання інформації, зменшення ризику втрати важливої виробничої інформації внаслідок недбалості персоналу або впливу зовнішніх факторів;
- значне підвищення ефективності використання інформації за рахунок зменшення часу на пошук необхідних документів та перегляд їх електронних образів;
- забезпечення безпеки даних за рахунок того, що робота в системі з незареєстрованої робочої станції неможлива, а кожному користувачу

чу системи призначаються свої повноваження на доступ до інформації;

– забезпечення доступу до інформації практично з будь-якої територіально віддаленої робочої станції при наявності відповідних прав доступу;

– інтеграція з іншими інформаційними системами підприємства [1].

Участь у світових авіаперевезеннях вимагає від українських авіакомпаній невідкладного переходу на безпаперову (електронну) технологію продажу квитків. В даний час в Україні електронний авіаквиток можна оформити на рейси 11 авіакомпаній. Завдяки інтерлайн-угодам з іншими перевізниками, його можна оформити, практично, на будь-який маршрут.

Наприкінці 2007 року за планами IATA завершується епоха паперового бланка BSP. Хоча українські перевізники за винятком декількох найбільш великих авіакомпаній здебільшого обслуговують в основному внутрішні траси, і в даний час майже не використовують ці бланки, однак мається цілий ряд причин, у зв'язку з якими багато авіакомпаній зацікавлені у форсуванні переходу на нову технологію:

– усе більше число авіакомпаній зацікавлені у висновку нових і в збереженні існуючих інтерлайнів із закордонними партнерами. Перехід загальносвітового авіаринку на електронні продажі вже торкається інтересів наших авіакомпаній, оскільки закордонні перевізники у своєму прагненні мінімізувати витрати за рахунок повного відмовлення від паперових бланків, твердо мають намір розірвати угоди з авіакомпаніями, що не забезпечують продаж електронних квитків;

– умови конкуренції на внутрішньому ринку перевезень. Дійсно найбільш авіакомпаній очікують тільки дозволу законодавчих органів і відповідних нормативних інструкцій, щоб застосувати електронні технології у своїй комерційній діяльності;

– можливість позбутися від істотної частки витрат, зв'язаних з обслуговуванням паперових перевізних документів.

Разом з тим, існує ряд труднощів, зв'язаних із впровадженням і використанням електронного квитка в Україні. Не завжди електронний квиток сприймається авіапасажиром як перевізну документацію — бентежить те, що, заплативши солідну суму, замість звичного документа — авіаквитка з польотними купонами, на руки видають роздруківку з маршрутом проходження і деталями перельоту на звичайному листі папера. Інша, ще більш серйозна пробле-

ма полягає в тому, що для того, щоб електронний квиток в Україні міг виступати як фінансово-звітний документ, на сьогоднішній день необхідне використання паперового еквівалента, що звичайно застосовується при оформленні квитків.

У Правилах повітряних перевезень пасажирів і багажу, затверджених наказом Міністерства транспорту України, поняття «електронний квиток» передбачено. У той ж час, в Україні поки немає нормативних документів, що описують порядок обліку і роботи з електронним квитком, не всі українські авіакомпанії готові до його використання.

В даний час у Державіаслужбі України створена робоча група, що займається впровадженням електронних перевізних документів. Група також вирішує питання, пов'язані з внесенням в українське законодавство необхідних змін, що будуть регулювати ходіння електронних квитків. З огляду на специфіку нашого ринку, факт переходу багатьох закордонні авіакомпанії на електронний квиток і, саме головне, бажання тих клієнтів, що готові його використати, Державіаслужбою України запропоновано тимчасове рішення. У якості розрахункового документа, що підтверджує продаж електронного авіаквитка, дозволено застосовувати перевізні документи, форма і правила користування яких затверджені приказом Укравіатранса. Ці бланки можуть служити фінансовим підтвердженням покупки електронного авіаквитка для бухгалтерії як звітний документ.

Продажі авіаперевезень з використанням електронних квитків у даний час складають незначний обсяг у порівнянні з продажами, оформлюваними на звичайних паперових авіаквитках, будь те власні бланки чи авіакомпаній нейтральні бланки BSP. Експерти прямо зв'язують розвиток продажів електронних авіаквитків з збільшенням кількості користувачів Інтернет в Україні. За рубежем велика частка авіаперевезень бронюється й оплачується саме через Інтернет. В Україні ж бронювання і продаж з оплатою кредитної картою за допомогою Інтернет тільки розвивається.

Отже можна зробити висновок, що системи електронного документообігу в тому чи іншому виді присутні практично в будь-якій інформаційній системі і є частиною систем керування підприємства (ERP) і керування взаємин із клієнтами (CRM), дозволяють не тільки обмінюватися документами по каналах зв'язку, але й організувати їхнє збереження, забезпечувати доступ до різних варіантів документа, відслід-

ковувати його «життєвий цикл». Причому останнім часом спостерігається тенденція виходу подібних систем за рамки однієї компанії, тобто мова йде вже про міжкорпоративний документообіг.

Використання систем електронного документообігу значно скорочує час і спрощує процес підписання документів. При великих кількостях оброблених документів систем електронного документообігу особливо ефективна, що дуже важливо, наприклад, для авіакомпаній, що здійснюють масове обслуговування своїх клієнтів, - звичайно вони «задихаються» у потоці паперів як усередині організації, так і між собою і клієнтами. Зручне застосування електронного документообігу й у випадку, коли учасники системи знаходяться далеко друг від друга, а вартість угоди порівняно невисока. Про випадок «паперового» рішення питання багато хто найчастіше відмовляються від взаємодії з територіально вилученими контрагентами, навіть якщо їхні речення більш вигідні в порівнянні з пропонованими місцевими організаціями.

Впровадження електронних технологій є складним багатофакторним процесом. Він торкається більшості служб, пов'язаних з комерційною стороною діяльності авіакомпаній, включаючи вибудовування відносин з агентствами, з аеропортами, авіакомпаніями-партнерами й іншими учасниками перевізного процесу.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Мазур В. І. Автоматизація введення купонів авіаквітків авіакомпанії до корпоративної бази даних / В. І. Мазур, В. Ф. Сураєв, О. В. Іванкевич, О. Ю. Мазур // Проблеми інформатизації та управління, 2005 № 3 (14). - С. 99.
2. Головань С. М. Процес оцінка безпека електронного документообігу / С. М. Головань, А. М. Давиденко, Л. М. Щербак // Наук.-техн. журнал «Захист інформації», 2005 № 4. - С. 107.
3. Микитенко Т. Современные информационные технологии учета и аудита в управлении предприятием // Научно-практический журнал «Бухгалтерский учет и аудит», 2005 № 10. - С. 124.
4. Степанова Я. М. Основы электронного документообігу: Навч. посіб. / Я. М. Степанова, В. Я. Рассамакін – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2004.
5. Белуха Н. Электронные документы в бухгалтерском учете // Научно-практический журнал «Бухгалтерский учет и аудит», 2003 № 9. - С. 3.
6. Гречко А. В. Выбор коммерческой системы электронного документооборота для развития корпоративной информационной системы / А. В. Гречко, А. С. Дегтяренко, О. Л. Перевозчикова // УСиМ, 2004 № 3. - С. 56.
7. Электронный билет на авиационном рынке Украины // Еженедельный информационно – аналитический журнал «Транспорт», 2006 № 42 (418). с.75.

Надійшла до редколегії 27.07.2007 р.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТНОЙ ПОЗИЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Представлені теоретичні рамки розгляду різних критеріїв оцінки конкурентної позиції підприємства. Аналізуються результати емпіричного дослідження з метою кращого пізнання концепції оцінки конкурентної позиції підприємства.

Представлены теоретические рамки рассмотрения различных критериев оценки конкурентной позиции предприятия. Анализируются результаты эмпирического исследования с целью лучшего познания концепции оценки конкурентной позиции предприятия.

The theoretical scopes of consideration of different criteria of estimation of competition position of enterprise are represented. The results of empiric research with the target of the best cognition of conception of estimation of competition position of enterprise are analyzed.

Введение. Длительное время ведутся дискуссии, относительно определения понятия «конкурентная позиция предприятия» (КПП). Создание устойчивой конкурентной позиции сегодня является приоритетной линией действий предприятий. Однако широкое разнообразие целей и методологий породило противоречия по поводу того, какова наилучшая форма оценки конкурентной позиции предприятия, от каких факторов она зависит и каковы последствия занятия определенной позиции.

В такой ситуации основной целью исследования является углубление в аспекты, позволяющие разграничить концепцию оценки конкурентной позиции предприятия. В данной работе представлены теоретические рамки рассмотрения различных перспектив исследования и различных критериев оценки конкурентной позиции предприятия. Исходя из этой цели, эмпирически анализируются критерии оценки в соответствии с информацией собранной на выборке пользователей по 4 производителям аккумуляторных батарей. Таким образом, мы претендуем на то, что способствуем лучшему познанию концепции оценки конкурентной позиции предприятия.

КПП это концепция, которую трудно точно определить и измерить, поскольку многие аспекты КПП способствуют тому, как она используется и понимается экспертом. В контексте оценки КПП она часто укладывается в измеримые элементы, которые включают эффективность, производительность, рентабельность, удовлетворительность, но эта характеристика КПП не является окончательной.

Так или иначе, многие процессы оценки включают этап, на котором частичные оценки по различным атрибутам нуждаются в аг-

регации в один глобальный счет. В отсутствие какой-либо информации естественным и самым простым способом агрегирования является арифметическое среднее.

Нахождение взвешенного среднего значительно улучшает качество глобальной оценки. Для определения весов очень часто используют широко известный метод анализа иерархий (МАИ). Однако этот метод предполагает независимость критериев, что на практике в большинстве случаев не имеет места.

Моделирование процессов агрегации является предметом многих исследований [1, 2] и включает моделирование некоторых типов взаимодействия между критериями. Среди них известны отношения в форме корреляции и взаимодействия. Последние включают взаимозамещение и взаимодополнение между критериями [3]. Этот вопрос требует теоретического осмысления этих понятий и немалого опыта у экспертов, способных дать заключение по этим взаимодействиям.

Постановка задачи. Исследование взаимосвязей между набором критериев оценки КПП и средств их агрегации для получения глобальной меры КПП.

Результаты. С целью установления связи между различными критериями оценки конкурентной позиции предприятия предлагается 3-х уровневая модель (рис. 1) представленная следующими списками:

1. Абстрактный уровень.
2. Индикаторы КПП, включают аспекты, которые способствуют аспектам 1-го уровня и наблюдаются на практике, т. е. измеримые.
3. Способы – средства, которые включают элементы типа приспособляемости и обратной связи, подключенные к одному или нескольким индикаторам и оказывающие позитивное или негативное влияние на них.

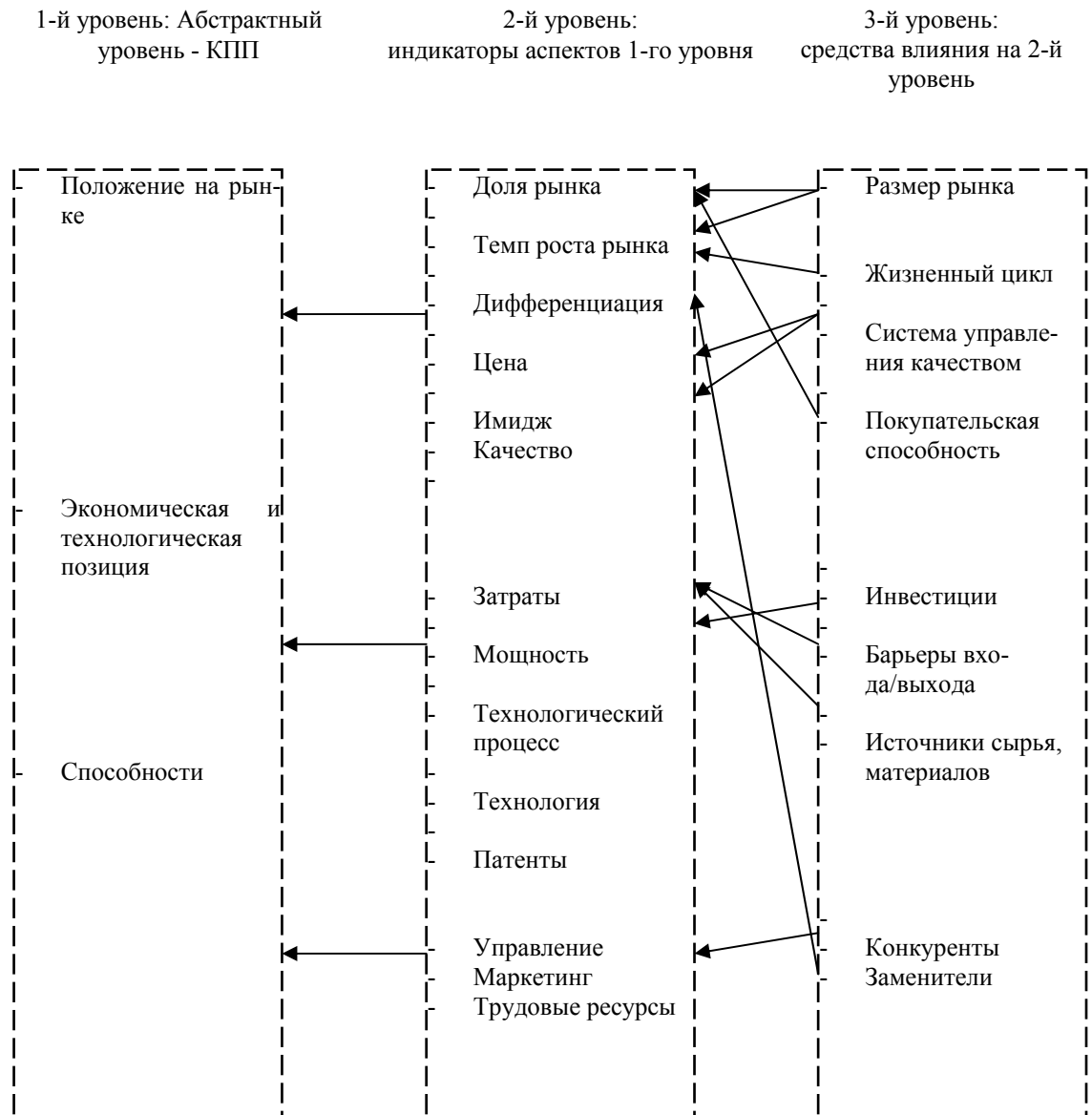


Рис. 1. Трехуровневая модель оценки конкурентной позиции предприятия.

В случае если такого рода многоуровневая модель найдет признание, то все еще остается открытым вопрос о том, какова взаимосвязь между набором критериев и как должен быть агрегирован набор критериев для получения глобальной меры КПП.

На практике цель получения полного ансамбля наблюдений над предприятиями – конкурентами является недостижимой. Поэтому мы ставим своей задачей анализ имеющейся, в распоряжении информации с целью различения объектов – конкурентов. Эта задача относится к задаче распознавания образов, в частности классификации, кластеризации, в которой главной является степень различения объектов. Степень различения двух объектов трактуется как степень разде-

ления множеств, характеризующих каждый объект. Под более информативной информацией будем понимать высказывание с меньшей нечеткостью, мешающей различению.

Для идентификации объекта необходимо иметь описание свойств различной размерности. Увеличение размерности описания исхода для улучшения различения альтернатив не приносит никакого ущерба. Однако совсем не обязательно, чтобы добавочная информация улучшала уже достигнутую различимость.

Степень различения, достигаемая с помощью легко воспринимаемой разницы, не улучшается добавочной информацией о трудно уловимой разнице. Степень различения, полученная по редуцированному высказыванию, не оказывает положительного эффекта. Добавочная информация

не уменьшает степень различия. Предполагается, что добавочная информация не имеет непосредственной связи с предыдущей, содержащейся в редуцированном высказывании. Таким образом, между увеличением и уменьшением информации существует двусторонняя связь относительно эффекта различия информации. Из соображений экономии или ограничений на возможности ее обработки приходится ограничивать, редуцировать утверждения.

Можно интерпретировать факторы, указанные на рис. 1 как информативные высказывания и анализировать их с точки зрения увеличения или уменьшения степени различия.

Например, Предприятие 1 характеризуется таким высказыванием:

Качество продукции 1 обеспечено за счет:

P1: «Высокие технологии, патенты, высококвалифицированные кадры, операционный менеджмент, высокое качество исходных материалов, система управления качеством».

Редуцированное высказывание:

Качество продукции 1 обеспечено за счет:

Q1: «Высокие технологии, высокое качество материалов, система управления качеством».

Предприятие 2 характеризуется таким высказыванием:

Качество продукции 2 обеспечено за счет:

P2: «Устаревшие технологии, квалифицированные кадры, отсутствие системы управления качеством, опытный операционный менеджмент, высокое качество материалов».

Редуцированное высказывание:

Качество продукции 2 обеспечено за счет:

Q2: «Устаревшие технологии, отсутствие системы качества».

Редуцированное высказывание предприятия 1 содержит легко уловимую разницу между предприятием 1 и 2 – различия в технологиях и управлении качеством.

Использование полных высказываний не очень повлияет на увеличение степени различия. Подобный подход к анализу факторов обеспечивает снижение размерности пространства признаков сравниваемых объектов, сохраняя при этом степень различия объектов.

Это важно, поскольку в работах посвященных данной задаче [4, 5] число переменных достигает 35 при оценке собственного предприятия, и доходит до 20 при оценке конкурентов. Легко представить себе общий объем проводимых исследований.

Следующим этапом анализа (исследования факторов) является выбор подходящего оператора свертки критериев с учетом их весов и эффектов взаимодействия.

Для примера анализа критериев рассмотрим часть модели представленной на рис. 1, касающуюся аспектов 2-го уровня. Автором проведено эмпирическое исследование критериев оценки потребителями продукции 4-х заводов по производству аккумуляторных батарей в Украине и зарубежных производителей. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Оценка потребителями продукции производителей

Критерии		Импорт	Владар	Иста	Веста
		Z1	Z2	Z3	Z4
Цена	Y1	0,5	0,75	1	1
Качество	Y2	1	0,75	0,25	1
Надежность	Y3	1	0,5	0,5	0,75
Износ	Y4	1	0,5	1	0,5
Репутация	Y5	1	0,25	0,25	0,75

В этой таблице цифры указывают степень удовлетворения потребностей потребителя соответствующими заводами. В табл. 2 приведены коэффициенты корреляции критериев между собой.

Таблица 2

Корреляция критериев оценки предприятий

Названия критериев	Обозначение	Цена	Качество	Надежность	Износ	Репутация
		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
Цена	Y1	1	–	–	–	–
Качество	Y2	-0,49	1	–	–	–
Надежность	Y3	-0,63	0,73	1	–	–
Износ	Y4	-0,30	-0,4	0,3	1	–
Репутация	Y5	-0,52	0,78	0,98	0,19	1

Как видно из табл. 2 репутация и надежность для потребителя означают практически одно и то же, т. к. коэффициент корреляции положительный и близок к 1, т. е. можно при отборе факторов принять в рассмотрение либо репутацию предприятия, либо его надежность. Высокая степень связи между репутацией и качеством, между надежностью и качеством, вызывает вопрос, о том, что потребитель понимает под качеством и надежностью. Информация представленная в

табл. 1 была получена из Интернет-ресурсов, публикаций периодической печати, опросов. Детальные интервью с потребителями выявляют, что надежность в понимании клиента относится к способности организации осуществлять обещанные услуги должным образом, аккуратно и в срок, соблюдение требований клиента, правдивая реклама. Качество это то, что принадлежит физическим характеристикам продукции, набору услуг, послепродажное обслуживание. Под репутацией потребители понимают способность предприятия-производителя вселять надежду и вызывать доверие, умение, знание, вежливость служащих, способность постоянных клиентов доверять рекомендациям персонала предприятия. Для того чтобы избежать переоценки глобального счета критерии репутация, надежность, качество следует учитывать в глобальном счете с отрицательным попарным взаимодействием.

Отрицательная корреляция между ценой и качеством, свидетельствует о том, что эти критерии должны рассматриваться в интегральном счете совместно, по отдельности они не вносят вклада в глобальный счет. Их попарные взаимодействия надо учитывать в глобальном счете со знаком плюс.

Установив знак взаимодействия пар критериев, необходимо установить также и числовую величину этого взаимодействия, но это задача требует привлечения экспертов с высокой квалификацией. Оператор свертки на базе нечеткого интеграла Шоке способен учесть указанные взаимодействия.

Эффективным средством снижения числа критериев при построении нечеткой меры является обнаружение вето-критериев и пас-критериев (критериев «фавор») [1]. Критерий-вето это критерий, имеющий наименьшую оценку. Пас-критерий имеет наибольшую оценку. Эти критерии определяют глобальный счет в разложимом операторе свертки. Один такой критерий снижает вдвое число критериев при построении нечеткой меры, используемой в операторе свертки.

Выводы. Проведенный анализ критериев и разработка трехуровневой модели оценки КПП показал наличие определенного взаимодействия между факторами. Повышенные оценки по одному критерию, не всегда связаны с высокими оценками по другим критериям. Учитывая, что наблюдаются повышенные корреляции между несколькими критериями оценки КПП, рациональным будет объективное использование техники факторного подтверждающего анализа. Другая линия исследований может быть направлена на адекватную ориентацию действий предприятия с целью повышения и укрепления своих конкурентных позиций. Это предполагает анализ отношения (связи) между достигнутой конкурентной позицией и различными инвестициями, способствующими ее укреплению.

Также в работе затронуты вопросы принятия нечетких решений. Возникают, новые для исследования проблемы, связанные с различием альтернативы с некоторой степенью нечеткости. Первая из них связана с неуловимым фактором человеческого суждения, к ее решению можно подойти с использованием ключевого понятия различения нечетких объектов. Вторая проблема состоит в оценке влияния информации на различение. Эти вопросы были кратко затронуты в данной работе, и найдут свое решение в дальнейших исследованиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. M. Grabisch, T. Murofushi, and M. Sugeno (eds.), *Fuzzy Measures and Integrals - Theory and Applications*. Series: Studies in Fuzziness and Soft Computing (Physica Verlag, Heidelberg, 2000).
2. M. Ceberio, F. Modave. *An Interval-valued, 2-additive Choquet Integral for Multi-criteria Decision Making*. University of Texas at El Paso 2004.pdf.
3. *Нечеткие множества и теория возможностей: Сб. статей под ред. Р. Ягера*. - М., 1986.
4. Аакер Д. А.. *Стратегическое рыночное управление. Бизнес-стратегии для успешного менеджмента*. - СПб: ПИТЕР, - 2003.
5. Милевский С. В. *Модели оценки конкурентоспособности предприятий*. Автореферат дис. на получ. степ. канд. экон. наук. ХНЭУ, - Харьков, 2005.

Поступила в редколлегию 30.06.2007.

Н. П. СНИТКО, Н. С. СОКОЛОВСКАЯ, И. В. РАДИОНОВ
(Государственная администрация железнодорожного транспорта Украины)

НЕОБХОДИМОСТЬ И ЦЕЛИ РЕФОРМИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В УКРАИНЕ

Критичний фізичний і моральний знос основних засобів в усіх господарствах залізниць України, перехресне субсидування пасажирських перевезень за рахунок вантажних, «інвестиційний голод», відсутність державної підтримки галузі призвели до необхідності реформування залізничного транспорту в Україні. В статті розглянуті шляхи і механізми державного регулювання становища, яке склалося у галузі.

Критический физический и моральный износ основных средств во всех хозяйствах железных дорог Украины, перекрестное субсидирование пассажирских перевозок за счет грузовых, «инвестиционный голод», отсутствие государственной поддержки отрасли вызвали необходимость реформирования железнодорожного транспорта Украины. В статье авторами рассмотрены пути и механизмы государственного регулирования сложившегося положения в отрасли.

The critical obsolescence of basic facilities in all economies of railways of Ukraine physical and, and cross subsidizing of passenger transportations due to freight, «investment hunger» absence of state support of industry, caused the necessity of reformation of rail-way transport of Ukraine. In the article authors consider ways and mechanisms of government control of the folded position in industry.

Вступ. Железнодорожный транспорт является определяющим для транспортного обеспечения развития экономики государства относительно массовых грузовых и пассажирских перевозок.

Для удовлетворения потребностей экономики страны и успешной конкуренции на транспортном рынке железные дороги должны наращивать объемы перевозок, повышать скорости движения и качество транспортных услуг. Однако техническое состояние транспортных средств, в первую очередь пути и подвижного состава, уже не позволяет сохранить даже существующие объемы и скорости движения.

Принимаемые меры не позволяют остановить критический износ основных фондов, который продолжает увеличиваться.

Так, за период с 1992 года износ основных производственных фондов возрос с 38 до 78 %, при этом износ тепловозов составляет 91,9 %, электровозов 88,5 %, пассажирских вагонов 82,9 %, грузовых вагонов 70,7 %. Массово эксплуатируется тяговый подвижной состав (пассажирские и грузовые вагоны), которые отработали установленный нормативный срок службы. Все это ведет к накоплению физически и морально устаревшей техники, сокращает провозные возможности железнодорожной сети, ухудшает условия безопасности.

Аналогичное положение с основными фондами сложилось в путевом и других хозяйствах инфраструктуры железных дорог.

До настоящего времени это остро не сказывалось на показателях работы железных дорог вследствие значительного падения объемов перевозок и сравнительно большого срока службы основных фондов.

Однако уже в ближайшем будущем, по мере выхода из строя основных средств, ситуация может привести к непредсказуемым последствиям.

В последние 6 лет, несмотря на то, что резервы провозных возможностей железных дорог исчерпались, инвестиционные потребности железнодорожного транспорта удовлетворялись всего на одну треть.

Наступил инвестиционный «голод», потому как потребность в инвестициях обеспечивается собственными источниками всего на 20...28 %, заемные средства покрывают потребность на 8...18 %.

Отрасль практически не получает финансовую поддержку из Государственного бюджета, как это предусмотрено статьями 9 и 10 Закона Украины «О железнодорожном транспорте», но при этом железные дороги своевременно и в полном объеме перечисляют средства в бюджеты всех уровней. В 2006 году размер уплаты налогов и платежей составил более 6,6 млрд. грн. Доля налогов в доходах железнодорожного транспорта возросла за последние 5 лет в 1,7 раза, тогда как доля амортизационных отчислений сократилась почти в 2 раза.

По сути, все эти годы железнодорожный

транспорт, не обновляясь, кредитовал развитие экономики страны и наполнение бюджета.

К тому же, железные дороги несут дополнительную нагрузку из-за социально важных пассажирских перевозок, убытки от которых за 2006 год составили 3,3 млрд грн, что почти на 50 % больше, чем в 2005 году.

Убытки от пассажирских перевозок покрываются за счет прибыли от рентабельных грузовых перевозок. Из прибыли, полученной от грузовых перевозок, больше 4,6 млрд грн (72 %) направлено на покрытие убыточного результата от пассажирских перевозок.

Постановка задачи. Принимаемые меры экономического воздействия на сложившуюся ситуацию в отрасли не дают положительных результатов, поэтому Государственная администрация железнодорожного транспорта Украины видит выход из данной ситуации в осуществлении кардинальных мер по оздоровлению отрасли путем ее реформирования.

Результаты. Данная ситуация является следствием низких тарифов на пассажирские перевозки, которые регулируются органами государственной и местной власти, а также льгот на проезд, установленных ими для 25 категорий граждан. Из-за отсутствия механизма компенсации этих убытков, уровень их возмещения в 2006 году составил всего 2,8 % от общего объема убытков.

Значительно отражается на работе железных дорог несовершенная система тарифов. Уровень тарифов на грузовые перевозки ниже, чем в странах СНГ в среднем в 2 раза, а в странах Европейского Союза – в 3-4 раза.

Главная причина сложившегося положения – нарушение процесса простого воспроизводства средств производства из-за постоянного дефицита инвестиций на обновление основных фондов, прежде всего, в связи с недостаточностью основного источника собственных средств – амортизационных отчислений.

В ходе инфляционных процессов допущено значительное, больше чем в 4 раза, отставание балансовой стоимости основных фондов от справедливой их стоимости, что привело к соответствующему сокращению амортизационных отчислений, и необоснованному завышению прибыли, которая на 75...80 % отчисляется в бюджет в виде налогов.

В связи с этим перед железнодорожным транспортом встал вопрос проведения переоценки основных средств. Проводимая работа по переоценке основных фондов, которая началась в 2006 году и будет закончена в 2007 году,

даст возможность увеличить амортизационные отчисления с 1,8 млрд. грн. до 6,5 млрд. грн.

Таким образом, основной проблемой развития железнодорожного транспорта, которую необходимо решить в процессе его реформирования, является необходимость увеличения инвестиций в обновление основных фондов, прежде всего возобновления принципа простого их воспроизводства за счет собственных источников – амортизационных отчислений и прибыли, а также привлечения внешних инвестиций, в том числе частных.

Единственным выходом из сложившейся ситуации является проведение реформирования отрасли, внедрение на железнодорожном транспорте рыночных механизмов хозяйствования.

27 декабря 2006 года Распоряжением Кабинета Министров Украины № 651-р была утверждена Концепция Государственной программы реформирования железнодорожного транспорта. В настоящее время разрабатывается проект Государственной программы реформирования железнодорожного транспорта.

В соответствии с этой программой целями реформирования железнодорожного транспорта являются:

- создание условий для значительного повышения объема инвестиций в обновление основных фондов отрасли и ее развитие;
- повышение устойчивости работы железнодорожного транспорта, его доступности;
- безопасность и качество предоставляемых услуг для обеспечения единого экономического пространства страны, использования ее транзитного потенциала и общенационального экономического развития;
- сокращение совокупных общеэкономических расходов на перевозки грузов железнодорожным транспортом;
- удовлетворение возрастающего спроса на услуги железнодорожного транспорта;
- формирование единой гармоничной транспортной системы страны.

С целью повышения эффективности функционирования отрасли одним из основных заданий реформирования железнодорожного транспорта является создание условий для развития конкурентной среды.

Рыночная трансформация отрасли предусматривает:

- разграничение в системе железнодорожного транспорта естественно-монопольного и конкурентного секторов;
- создание условий для демонополизации отдельных сфер деятельности и развития конкуренции;

- обеспечение доступности инфраструктуры железных дорог для пользователей;
- формирование структуры управления по видам коммерческой деятельности;
- постепенное разгосударствление конкурентного сектора.

Внутренняя трансформация отрасли будет проводиться путем создания вертикально интегрированных структур по основным видам деятельности с разграничением финансового учета доходов и расходов. Предусматривается выделение следующих основных видов деятельности:

- пассажирские перевозки во внутригосударственном (кроме пригородного) и международном сообщениях;
- пассажирские перевозки в пригородном сообщении;
- грузовые перевозки;
- содержание, эксплуатация и ремонт объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования;
- услуги локомотивной тяги;
- ремонт подвижного состава;
- строительство объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта общего пользования;
- научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы;
- содержание объектов социальной сферы;
- прочие виды деятельности.

Разделение грузовых, пассажирских пригородных и пассажирских в дальнем сообщении перевозок в результате реформирования обусловлено разницей соответствующих рынков, основных фондов и технических средств, которые используются в этих видах деятельности. Это разделение позволит более точно и своевременно определять прямые и общие расходы по видам деятельности.

Виды деятельности, непосредственно не связанные с перевозками, должны быть обособлены с последующим их выведением из системы железнодорожного транспорта, поскольку они могут быть ориентированы на прочих потребителей услуг и предоставлять другие возможности для специализации.

Прозрачность деятельности предприятий железнодорожного транспорта, которая будет достигнута путем их разделения, принесет ряд существенных преимуществ:

станет прозрачным механизм перекрестного субсидирования, что создаст основу для принятия решений относительно убыточных видов деятельности;

– будут определены области сокращения эксплуатационных расходов;

– прозрачная структура расходов будет способствовать установлению оптимального уровня тарифов;

– станут более эффективными решения относительно общего развития отрасли.

В настоящее время на основании распоряжения Кабинета Министров Украины, которым одобрена Концепция, по поручению Минтрансвязи в Укрзалізнице разработан проект Государственной программы реформирования железнодорожного транспорта, который находится на согласовании в Министерстве транспорта и связи Украины и в соответствии с Регламентом будет представлен в Кабинет Министров Украины.

Одним из важнейших элементов этой Программы является повышение эффективности железнодорожного транспорта, в частности, осуществление мероприятий, направленных на значительное увеличение инвестиций в развитие и техническое перевооружение железных дорог.

Потребность в капитальных инвестициях на период проведения реформы составит около 94,5 млрд грн в ценах 2006 года.

Недостающие средства в сумме 26,3 млрд грн намечается привлечь в результате рыночной трансформации отрасли, в частности путем:

– осуществления мероприятий, которые позволят расширить долю частного сектора на рынке грузовых перевозок до 50 %, пассажирских перевозок от 10 до 15 %, а это обеспечит привлечение частных инвестиций в сумме около 15 млрд грн.;

– привлечения кредитных ресурсов и механизма лизинга, что даст возможность использовать для приближения сроков инвестирования в обновление основных фондов и реализации перспективных проектов стратегического развития отрасли, повышения уровня ее конкурентоспособности на рынке транспортных услуг, становления Украины как транзитного транспортного государства.

На третьем этапе за счет продажи неконтрольного пакета акций дочерних предприятий и зависимых компаний на фондовом рынке можно будет получить еще около 8 млрд грн.

Таким образом, реализация намеченного позволит в 4 раза увеличить инвестиции в обновление технических средств и предотвратить дестабилизационные процессы, которые развиваются.

По предварительным расчетам в результате реформ в 2015 г. в сравнении с 2006 г. объемы грузовых перевозок увеличатся на 22 %, пассажирских – на 16 %, износ основных фондов сократится до 66 %, производительность труда на железнодорожном транспорте повысится в 1,6 раза, сопоставимые эксплуатационные расходы сократятся на 15 %.

Для решения проблемы «инвестиционного голода», на предприятиях железнодорожного транспорта Украины, начиная со II полугодия 2006 года, осуществляется постепенная переоценка основных средств, которая даст возможность увеличить амортизационные отчисления в 2007 году ориентировочно до 6,5 млрд грн.

Для обеспечения доходных поступлений с целью создания собственного источника обновления основных средств в сумме 6,5 млрд грн необходимо уже в 2007 году увеличить тарифы на грузовые перевозки на 25...30 %.

Такой шаг нужно сделать один раз и сейчас. В дальнейшем тарифы могут лишь индексироваться на уровень инфляции согласно соответствующей методике.

Учитывая критическое состояние основных фондов, чтобы не остановиться, мы уже сегодня привлекаем значительные заемные средства. Это кредит ЕБРР в соответствии с кредитным соглашением, ратифицированным 1 декабря 2006 г.

Проектом предполагается закупка современных пассажирских вагонов (\$27 млн), путевой техники (\$49 млн) и строительство нового двухпутного Бескидского туннеля в Карпатах стоимостью \$40 млн. Привлекаются средства и других инвесторов.

Общий объем капитальных инвестиций в 2007 году планируется в сумме 8,7 млрд грн, в т. ч. 2,2 млрд грн – собственные средства, 2,3 млрд грн – кредитные ресурсы, 4,2 млрд грн – средства, привлеченные путем реализации механизма финансового лизинга.

Это означает, что впервые в истории железнодорожного транспорта Украины в текущем году инвестиции в основные фонды будут отвечать потребностям нашей отрасли.

Выводы. Чтобы сохранить размеры инвестиций на последующий период, нужна поддержка правительством начинаемых реформ.

Его реализация позволит в сжатые сроки подготовить необходимую нормативно-правовую базу и реализовать в полном объеме намечаемые реформы.

Первоочередным в процессе реализации концепции является принятие Верховной Радой

Украины Закона Украины «Об особенностях управления и распоряжения имуществом железнодорожного транспорта общего пользования».

Этот документ определяет перечень имущества, из которого будет формироваться уставный фонд Компании, а также порядок его формирования, запрещает отчуждение акций Компании, которые на 100 % будут принадлежать государству, и имущества, относящегося к инфраструктуре.

Проектом предусматривается передача в уставный фонд социальных объектов (кроме жилья), которые находятся на балансе железных дорог, и части ведомственных медицинских учреждений. Последнее очень важно для обеспечения эффективной работы железнодорожного транспорта, безопасности движения и предотвращения негативных социальных явлений.

Кроме этого, проектом определяются особенности управления Компанией. Функции единственного акционера должны принадлежать Кабинету Министров Украины. Наблюдательный совет КМУ создается из числа представителей Правительства, Минтрансвязи, Антимонопольного комитета, Фонда госимущества и других центральных органов, что обеспечит прозрачность и коллегиальность управленческих решений.

В Российской Федерации аналогичный орган возглавляет вице-премьер-министр.

В настоящее время с целью проведения подготовительных мероприятий касательно формирования уставного фонда ДАК «УЗ», для получения исчерпывающей информации о состоянии имущества железнодорожного транспорта, подтверждения данных бухгалтерского учета и составления перечня оборотных активов издан приказ Укрзалізничці от 05 февраля 2007 г. № 085-Ц о проведении инвентаризации оборотных активов.

Одним из основных вопросов подготовительных мероприятий с целью формирования уставного фонда ДАК «УЗ» является оформление и регистрация свидетельств о праве собственности на объекты недвижимого имущества и государственных актов на право постоянного пользования земельными участками в соответствии с действующим законодательством.

С этой целью необходимо:

– активизировать работу с местными бюро технической инвентаризации по получению свидетельств на право собственности на объекты недвижимого имущества предприятий железнодорожного транспорта;

– усилить работу с местными органами власти по получению государственных актов на право постоянного пользования земельными участками под объектами железных дорог.

Особое внимание следует уделить объектам жилищно-коммунального хозяйства, социально-культурной и оздоровительно-спортивной сферы. Необходимо принять обоснованное решение относительно сохранения таких объектов в структуре железнодорожного транспорта или их отчуждения в связи с нецелесообразностью их дальнейшего использования.

Среди первоочередных мероприятий Укрзалізниці по реформуванню залізничного транспорту і створенню ДАК «УЗ» в сен-

тябрі 2007 г. необхідно провести інвентаризацію активів і обов'язків підприємств залізничного транспорту, а також произвести их оценку по справедливой стоимости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Концепция государственного реформирования железнодорожного транспорта Украины.
2. Бланк И. А. Инвестиционный менеджмент. – К.: Эльга. – Н.: Ника-Центр, 2002. – 448 с.
3. Партин Г. О. Фінанси підприємства / Г. О. Партин, А. Г. Загородей. – Львів: ЛБІ НБУ, 2003.

Поступила в редакцию 30.07.2007.

ФІНАНСОВА БЕЗПЕКА НА РИНКУ АВІАЦІЙНОГО СТРАХУВАННЯ

Проаналізовано визначення чинників вірогідності нездатності страховика чи перестраховика відшкодувати претензії чи збитки. Розглянуто головні аспекти природної фінансової здатності страховика та перестраховика сплачувати у випадку збитків.

Проанализировано определение факторов достоверности неспособности страховщика или перестраховика возместить претензии или убытки. Рассмотрены главные аспекты естественной финансовой способности страховщика и перестраховика платить в случае убытков.

Determination of factors of authenticity of inability of insurer or perestrakhovyka is analysed to recover claims or losses. The main aspects of natural financial ability of insurer and perestrakhovyka are considered to pay in the case of losses.

Постановка проблеми. Авіаційна промисловість протягом багатьох років виявляла надлишок продуктивності конкуруючих виробників, що призводило до цінової депресії та незадовільних результатів. М'які ринкові умови спонукали страховиків та перестраховиків залишити цю галузь або знизити об'єми своєї діяльності. Цей факт значною мірою вплинув на продуктивність авіаліній. Як у будь-якому циклічному бізнесі, на першому плані стояло побоювання за те, що підвищення цін і прогнозована ситуація на ринку може притягнути додаткову потужність і спричинити ще одну кризу.

Для успішного та вигідного застосування продуктивності гарант має володіти міцними технічними навичками та гнучким розумінням потреб клієнта. Технічний підхід вимагає від гаранта вміння вираховувати ставку страхової премії.

Аналіз останніх досліджень. У 1995 році дослідження Зірпа визначило високу ступінь співвідношення між страховими гарантіями та невиконанням зобов'язань. У 1985 і 1992 роках, коли кількість випадків неплатоспроможності сягнула максимуму, страхування опустилося по найнижчого рівня після періоду спаду результатів.

Дослідження А. М. Best у 1991 році дійшло висновку, що практика страхування потоку грошової готівки схильна до неплатоспроможності в сучасних ринкових умовах, за три роки до їх власної неплатоспроможності. 80% страховиків зареєстрували або повільне зростання премій (менш ніж на 5% на рік), або виключне зростання (більше ніж на 25% щорічно).

Метою статті є розгляд проблемного питання сприйняття страхування, як критерію адекватності покриття, а також проблема ви-

значення чинників вірогідності нездатності страховика чи перестраховика відшкодувати претензії чи збитки. З невідомої причини термін «адекватний» в Конвенції не пояснено. Можна припустити, що за цим терміном стоїть поняття достатності та відповідності об'єму страхового покриття сплаченим коштом. Розумним також є припущення, що необхідний об'єм покриття є адекватним.

А як щодо природної фінансової здатності страховика та перестраховика сплачувати у випадку збитків? Нездатність - на відміну від небажання - виконати свої зобов'язання по відшкодуванню претензій виникає внаслідок неплатоспроможності страховика чи перестраховика. В такому випадку авіакомпанія сама знає збитків в цілому або частково. Така перспектива зобов'язує навіть професійних фахівців з оцінки ризику вдаватися до перестраховання та ретроцесійного покриття, маючи справу з цією галуззю бізнесу.

Якість страхування та перестраховання виступає єдиним критерієм виміру адекватності покриття. Тому, визначення чинників вірогідності нездатності страховика чи перестраховика відшкодувати претензії чи збитки дійсно заслуговує на пильний розгляд.

Страховий ризик є єдиною найбільшою причиною неплатоспроможності. Проте, неплатоспроможність також пояснюється недостатнім резервуванням з боку страховика чи перестраховика та неадекватною преміальною базою, що виникає внаслідок невірної оцінки ризику. Її причиною також є швидке непередбачуване зростання кількості претензій та випадки катастрофічних збитків протягом терміну дії поліса. Сума цих чинників звичайно означає

для страховика та перестраховика підвищення відповідальності.

Викладення основного матеріалу. У той час, як висока культура безпеки на авіалінії вважається засобом запобігання ризику, вона має певні межі і тому потребує страхування. У випадку серйозної аварії, страхування відіграє значно більш важливу роль, набуваючи характеру мережі фінансової безпеки, чие існування та адекватність здатні визначити подальшу долю авіакомпанії. У подальшому страхування стає основним захистом авіакомпанії від фінансової руїни.

Велика увага до безпеки, яка характерна для авіаційної промисловості, є в основному результатом технічних ініціатив, розроблених авіакомпаніями за останні 80 років комерційної авіації її також можна пояснити прямим урядовим регулюванням і втручанням на внутрішньому та міжнародному рівнях.

Страхування потоку грошової готівки включає страхування та перестраховування за сприятливих умов чи умов, більш сприятливих ніж премії, отримані від страхування ризику. Будь-яка затримка компенсації в межах програми перестраховування здатна серйозно підірвати фінансову стабільність гаранта і піддати застрахованого неминучому ризику. Тому в ринкових умовах при знижених преміях, низьких прибутках від вкладень та високій частоті збитків практика страхування потоку грошової готівки більш схильна до неплатоспроможності.

З боку активів розвиток процентних ставок здатний впливати на визначення фінансових результатів страхування та перестраховування і, з рештою, на неплатоспроможність. Традиційно зростання процентних ставок зменшує вартість активів, тим самим знижуючи платоспроможність. У такому випадку страховик може мати труднощі з виплатами, якщо він змушений використовувати для сплати претензій. Високі процентні ставки також означають підвищення поточного прибутку. Якщо поліс вступає в силу в період високих процентних ставок, преміальні ціни стають конкурентними. Задовільний прибуток від вкладень досягається в короткий термін після зниження процентних ставок через реалізацію приросту капіталу. Проте тривалі періоди спаду процентних ставок створюють негативний ефект на результати вкладень і не можуть бути підтримані страховиком та пере-

страховиком, якщо ризик постійно недооцінюється.

Одним з предметів уваги авіаційних страховиків та перестраховиків був розмір загальної різниці між програмними лідерами та ринком.

Висновки. Незважаючи на те, що страхування являє собою відносно невелику частину загальних оборотних коштів, воно є головним елементом культури фінансової безпеки авіакомпанії. Можна сперечатися про те, що авіакомпанії купують покриття на ринку, який характеризується високою незахищеністю та складною дискретною структурою. Ринок також є дуже циклічним щодо рентабельності та фундаментальне невірноваженим щодо незахищеності.

Оцінка фінансового здоров'я ринку страхування повинна базуватися на фактах, а не на припущеннях. Це має бути підтверджено належним відношенням з боку керівництва, яке повинно вивчати не лише прямих учасників страхування, а й перестраховиків і ретроцесіонерів, які створюють мережу рушіїв продуктивності. Брокерам також належить провідна роль у цій галузі.

Забезпечення перестраховування, представляючи резерви іншими активами, приведе до необхідності кредитування, що у свою чергу погіршить фінансовий стан українських страховиків.

В цілому, варто зауважити, що обмеження, щодо деяких категорій активів (один об'єкт нерухомого майна, права вимоги до одного перестраховика, банківські метали одного виду, акції одного емітента) не дозволяють ефективно використовувати інвестиційні можливості страховиків.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Кривач Ю., Ковтун І. Расчеты страховых тарифов для малочисленных объектов с особыми характеристиками риска // Финансовые услуги. – 1998. - № 5-6.
2. Галицький І. Статистична оцінка імовірності розорення в класичній модері ризику//Финансовые услуги. – 1997. - № 3.
3. Вобльй К. Основы экономии страхования. – Тернопіль: Економічна думка. – 2000.

Надійшла до редколегії 27.06.2007.

ПРОЕКТУВАННЯ МАРКЕТИНГОВО-ЛОГІСТИЧНОГО РІШЕННЯ СТОСОВНО ВИБОРУ МАТЕРІАЛІВ, ЗАПАСНИХ ЧАСТИН І ВУЗЛІВ

Проаналізовано протиріччя між цілями матеріально-технічного постачання. Розглянуто порядок оптимізації вибору матеріалів, запасних частин і вузлів.

Проанализировано противоречие между целями материально-технического снабжения. Рассмотрен порядок оптимизации выбора материалов, запасных частей и узлов.

Contradiction is analysed between the aims of material and technical supply. The order of optimization of choice of materials, spare parts and knots is considered.

Нині отримання транспортним підприємством максимального прибутку залежить від впливу двох факторів на його функціонування: від доходів, отриманих від реалізації основних транспортних послуг і від витрат виробництва. Рівень прибутку і рівень витрат на підприємстві в значній мірі залежить від ефективного впровадження маркетингу. На основі маркетингу здійснюється дослідження ринку: вивчення споживачів, попиту та ступеню насичення виробленими товарами, матеріалами, наданими послугами.

Маркетинг постачання комплексно охоплює планування, управління та фізичне обслуговування матеріального потоку та потоку покупних частин з необхідним для цього інформаційним потоком з метою прискорення виконання названих функцій та мінімізації витрат.

У сфері матеріально – технічного постачання можуть існувати протиріччя між поставленими цілями (рис. 1).

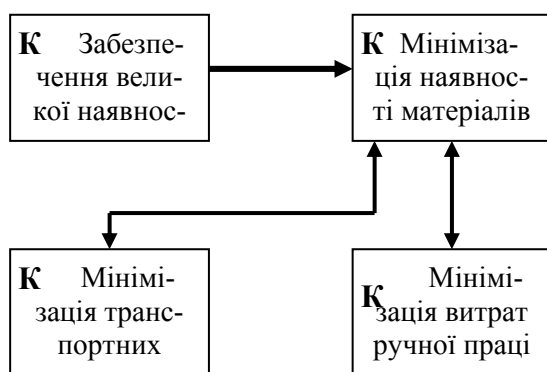


Рис. 1 Структура зустрічно діючих цілей у сфері матеріально-технічного постачання

Формування гарантій рівномірності виробничого процесу забезпечується створенням виробничих запасів матеріалів (частин) і це відповідає поставленій цілі K1. Однак поставлена

ціль K2 вимагає мінімізації запасів на складі, що створює загрозу рівномірності виробничого процесу і може викликати суттєві збитки. Аналогічний характер мають зустрічні тенденції між поставленими цілями K2 і K3, або K2 і K4. Мінімізація транспортних витрат або ручних робіт може бути досягнута при великих поставках, а це веде до накопичення в окремі періоди на складі матеріалів (частин), що звичайно суперечить поставленій цілі K2 «Мінімізація запасів матеріалів (частин)».

Забезпечення безперервного матеріального виробництва вимагає від сфери постачання різкого збільшення матеріалів, частин, а це веде до зростання витрат в цілому на підприємстві. Розв'язання поставленої задачі перед даним підприємством можливе лише при здійсненні ефективного маркетингово-логістичним плануванням та управлінням.

Логістичний підхід до вирішення наступних завдань показано у табл. 1.

Ключовим елементом у системі логістичного планування та управління є вибір матеріалів, запасних частин і вузлів для власного виробництва. Якщо виріб, який виготовляється на підприємстві має більшу комплексність, тим більше стоїть перед виробником запитань:

- чи може підприємство в залежності від рівня розподілу праці достатньо швидко реагувати на попит клієнтів;
- чи може підприємство виготовляти на власних потужностях запасні частини.

Прогнозування необхідної потреби в матеріалах, частинах і вузлах здійснюється на основі прогнозних оцінок. Проте оптимізаційний розрахунок включає в себе наступні кроки, які зображені у вигляді блок-схеми (рис. 2).

Група X – стабільне споживання, несталість випадкова і складає 20 % щомісячно, тижнева

передбачуваність споживання запасних частин, вузлів становить більше 95 %.

Група У – споживання запасних частин, характеризується сильними нестабільностями, несталість споживання складає 20...50 % щомі-

сячно, тижнева передбачуваність споживання запасних частин не менше 70 %.

Група Z – стохастичне споживання, нестійкість споживання складає більше 50 % щомісячно, тижнева передбачуваність споживання запасних частин менша 70 %.

Таблиця 1

Цілі та інструментарій логістичних рішень

Об'єкти логістичних рішень	Цілі рішень	Методичний інструментарій
1. Вибір матеріалів, запасних частин і вузлів	1) Вибір для: - власного виробництва; - по стороннього постачання; 2) балансування постачання	ABC – аналіз, XYZ – аналіз, математичне програмування
2. Вибір постачальників	Встановлення належного вихідного виробника, постачальника	Розрахункова матриця вартісних оцінок. Математичне програмування, експертні оцінки
3. Концепція транспортування і складування в постачанні	Обґрунтування стратегії: - вибір виду транспорту; - вибір належного шляху матеріалів, частин	Розподільчі матриці

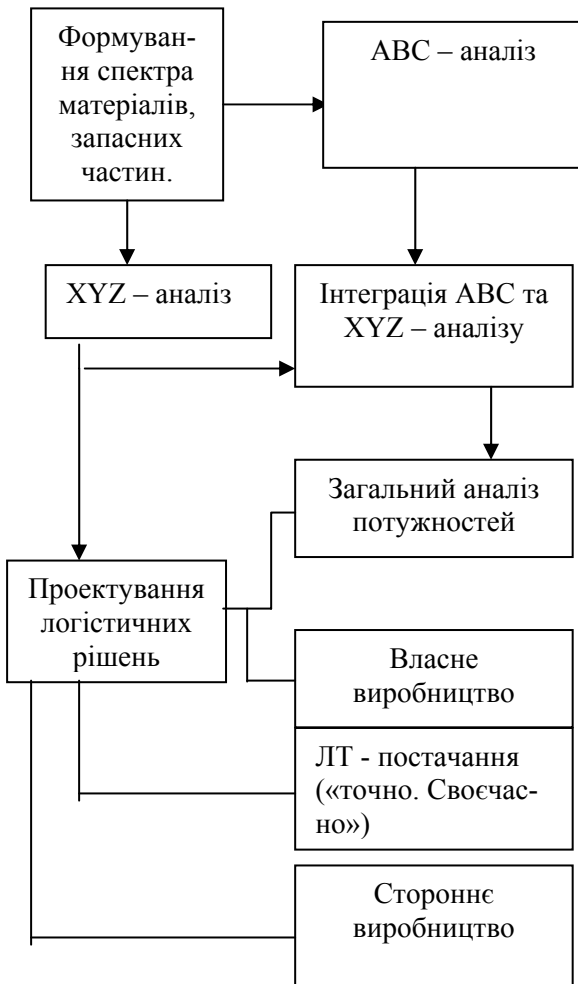


Рис. 2. Блок-схема оптимізації вибору матеріалів, запасних частин і вузлів

При використанні XYZ – аналізу породжується проблема кількісної оцінки нестійкості. Тому користуються наступними оцінками:

- група X – стабільне споживання, оцінка 9-10 балів;
- група У – нестійке споживання, оцінка 4-8 балів;
- група Z – стохастичне споживання, оцінка 1...3 бали.

Від вдалості вибору оцінки методичного інструментарію залежить швидкість прийняття управлінських рішень у сфері матеріально-технічного забезпечення та створення безперебійного процесу виробництва, з мінімальними витратами і максимальним прибутком. Невід'ємною ціллю у функціонуванні підприємства є вдалість розробки ресурсної стратегії, яка відкриває доступ до необхідних ресурсів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Аксенов И. М. Маркетинг на объектах транспорта. – Нежин, 2006.
2. Соболев Ю. В. Стратегія підприємства та стратегічний менеджмент. – К., 2004.
3. Шканова О. М. Маркетинг послуг. – К., 2004.
4. Аксенов И. М. Эффективность пассажирских перевозок. – К., 2004.

Надійшла до редколегії 27.07.2007.

УПРАВЛЕНЧЕСКИЙ УЧЕТ, ПЛАНИРОВАНИЕ, КАЛЬКУЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ (МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ)

Розглядаються питання функціонування системи планування, калькулювання та аналізу собівартості продукції одночасно з перебудовою системи обліку витрат згідно з Національними стандартами бухгалтерського обліку.

Рассматриваются вопросы функционирования системы планирования, калькулирования и анализа себестоимости продукции одновременно с перестройкой системы учета затрат в соответствии с Национальными стандартами бухгалтерского учета.

Problems of function of the system of planning and analysis of prime cost of output simultaneously with reformations of the system of accounting in accordance with national standards of accounting are considered.

Изменение всей экономической деятельности предприятий в связи с переходом к рыночной экономике вызвали необходимость реформирования бухгалтерского учета.

В большинстве публикаций посвященных реформе учета, основное внимание уделяется тем или иным аспектам финансового и управленческого учета, различным нюансам применения национальных стандартов. В то же время проблема влияния реформы на планирование и калькулирование себестоимости отдельных видов продукции (работ, услуг) остается в некоторой степени вне поля зрения рыночных аналитиков. Недостаточно внимания уделяется учету и распределению расходов на производство отдельных видов продукции. Поскольку и планирование, и учет должны базироваться на общих принципах и подходах, т. е. на общей методологии становится понятно, что одновременно с перестройкой системы учета должен осуществляться и пересмотр методологических основ планирования, калькулирования и анализа себестоимости продукции.

Цель работы – выработка методологии планирования, калькулирования и анализа себестоимости продукции в условиях реформирования бухгалтерского учета. Для исследования поставленного вопроса использовались международные и национальные стандарты бухгалтерского учета.

Для эффективного управления предприятием необходимо иметь полную и точную информацию о затратах на осуществление того или иного вида деятельности, а внутри их – о затратах на производство и реализацию отдельных изделий (работ, услуг).

Методы учета затрат определяются технологическими и организационными особенностями производства и должны отображать процесс их формирования в конкретных условиях

В литературных источниках нет единого подхода к классификации методов производственного учета затрат.

Так, М. Вахрушина группирует методы учета затрат и калькулирования за следующими тремя признаками:

- объектами учета затрат (попроцессный, попередельный, заказной, калькулирование затрат по функциям – ABC-метод);
- полнота учета затрат (калькулирование полной себестоимости и неполной (цеховой) себестоимости);
- оперативность учета и контроля затрат [4, с. 107].

С. Голов рассматривает калькулирование себестоимости продукции на основе учета затрат за объектами расходов [6, с. 134].

Ю. Мишин выделяет два классификационного признака учета затрат: относительно технологии и организации производства (технологический, попроцессный, позаказной, попередельный, нормативный, оперативный) и относительно объектов производства (деталь, изделие, узел, группа изделий, заказ, передел, производство) [9, с. 123].

Выбор конкретных методов определения (калькулирования) себестоимости продукции (работ, услуг) зависит от необходимости получения необходимой информации для принятия оперативных, тактических и стратегических решений. Методы калькулирования, кото-

рые будут применяться на предприятии должны найти свое отображение в приказе об учетной политике.

Существует целый ряд задач, которые предприятию приходится решать в процессе производства:

- оценка мероприятий по совершенствованию технологии и организации производства, направленных на повышение объемов выпуска и улучшения качества продукции;

- обоснование изменения ассортимента (снятие с производства одних видов продукции, освоение выпуска новых и т. д.);

- установление оптимальной цены на выпускаемую продукцию (работы, услуги), а также «нижнего» уровня цены ее реализации.

Общим для всех перечисленных задач является то, что принятие соответствующего управленческого решения возможно только при наличии информации о производственной и полной себестоимости выпускаемой и проектной продукции.

Формирование себестоимости отдельных видов продукции относится к сфере внутрихозяйственного (управленческого) учета. Согласно статье 1 Закона Украины от 16.07.99 г. № 996-XIV «О бухгалтерском учете и финансовой отчетности в Украине» (с изменениями и дополнениями) внутрихозяйственный (управленческий) учет представляет собой систему обработки и подготовки информации о деятельности предприятия для внутренних пользователей в процессе управления предприятием. Этим же Законом предприятиям предоставлена самостоятельность в разработке системы и форм внутрихозяйственного (управленческого) учета, отчетности и контроля хозяйственных операций.

Одним из основополагающих вопросов организации управленческого учета на предприятии является определение понятия «объект расходов». Согласно пункту 4П(С)БУ 16 «Расходы» объектом расходов является продукция (работы, услуги) или вид деятельности предприятия, нуждающегося в определении связанных с их производством (выполнением) расходов. При этом вопрос о степени детализации объектов расходов является внутренним делом каждого предприятия.

Приведенное выше определение понятия «объект расходов» соответствует двум методам производственного учета: позаказному и попередельному. При первом методе учета объектов и калькулирования является отдельный производственный заказ, открываемый на одно или

несколько однородных изделий, которые предусмотрено выпустить в течение определенного периода времени (месяца, квартала). В случае применения попередельного метода учета расходы на производство учитываются в каждом цехе, включая себестоимость полуфабрикатов, являющихся продукцией других цехов. Перечень объектов расходов, как один из элементов учетной политики, определяется приказом по предприятию самостоятельно.

Все расходы предприятия делятся на производственные расходы и расходы определенного отчетного периода. К производственным расходам относятся прямые расходы на изготовление продукции и общепроизводственные расходы. Перечень и состав статей калькуляции производственной себестоимости продукции (работ, услуг) устанавливается предприятием самостоятельно, согласно требованиям П(С)БУ 16 и приводится в приказе об учетной политике предприятия.

В состав производственной себестоимости продукции (работ, услуг) включаются: прямые материальные расходы; прямые расходы на оплату труда; прочие прямые расходы, общепроизводственные расходы.

В состав прямых материальных расходов включается стоимость сырья и основных материалов, покупных полуфабрикатов и комплектующих изделий, вспомогательных и других материалов, которые могут быть непосредственно отнесены к конкретному объекту расходов. В состав прямых расходов на оплату труда включается заработная плата и прочие выплаты работникам, занятым производством продукции, выполнением работ (или предоставлением услуг), которые могут быть непосредственно отнесены к конкретному объекту расходов. В состав прочих прямых расходов включаются все прочие производственные расходы, которые могут быть непосредственно отнесены к конкретному объекту расходов, в частности отчисления на социальные мероприятия, плата за аренду земельных и имущественных паев, амортизация и т. п.

В состав общепроизводственных расходов включаются: расходы на управление производством; амортизация основных средств общепроизводственного назначения; амортизация нематериальных активов общепроизводственного назначения; расходы на содержание, эксплуатацию и ремонт оборудования, страхование, операционную аренду основных средств, прочих необоротных активов общепроизводственного назначения; расходы на совершенство-

вание технологии и организации производства; расходы на отопление, освещение, водоснабжение, водоотвод и другое содержание производственных помещений; расходы на обслуживание производственного процесса; расходы на охрану труда, технику безопасности и охрану окружающей природной среды; прочие расходы (потери от брака, оплата простоев и т. п.)

Составление калькуляции себестоимости продукции, работ или услуг является наиболее важным и ответственным делом на любом предприятии, от которого зависит экономическое благополучие предприятия, поскольку себестоимость реализованной продукции составляет основу цены, по которой осуществляется их продажа. Изучение плановой и фактической себестоимости, сравнение входящих в них показателей, сопоставление с данными аналогичных предприятий, позволяют при проведении анализа выявить внутренние резервы предприятия в целях обеспечения конкурентоспособности продукции (работ, услуг). Это означает, что правильный учет и прогнозирование себестоимости, их анализ дает возможность своевременно выявить нерентабельные виды продукции (работ, услуг) и прекратить их производство; откорректировать их цену в сторону снижения для обеспечения конкурентоспособности или повышения в целях обеспечения получения большего дохода. Кроме того, калькулирование себестоимости необходимо осуществлять как по каждому виду продукции (работ, услуг), так и по каждой их единице.

Авторы разделяют мнение Врублевского Н. Д. [5, с. 48] о разделе процесса калькулирования себестоимости продукции (работ, услуг) на три этапа. На первом этапе рассчитывают себестоимость продукции в целом, на втором – фактическую себестоимость каждого вида продукции, на третьем – себестоимость единицы продукции.

Важность такого подхода в современных условиях обусловлено изменением порядка калькулирования, определенного П(С)БУ16, переходом на международные правила калькулирования и подсчета производственной себестоимости, а также изменением порядка выведения финансовых результатов от реализации продукции, поскольку целый список расходов, которые в соответствии с ранее действующими нормативными документами входили в себестоимость реализованной продукции, теперь исключены из нее. Это проценты за кредит, расходы на снабжение, административные расходы, уценка запасов. Поэтому необходимо

четко представлять, какие именно расходы включаются в производственную себестоимость реализованной продукции и каким образом.

Одной из основных проблем калькулирования является экономично обоснованное распределение затрат отчетного периода между готовой продукцией и незавершенным производством, между отдельными видами продукции и работ. От правильного его решения зависят точность калькуляционных расчетов. Неправильное распределение затрат может привести к тому, что рентабельность продукции может быть в одних случаях завышенной, в других заниженной. Это может привести к нежелательным последствиям при налоговой проверке.

В настоящее время методология учета и планирования изменилась, вследствие чего с чистыми доходами от реализации продукции, работ и услуг, признанными по методу начисления независимо от факта их оплаты, при выведении финансовых результатов от реализации (прибыли или убытков) сравнивается только производственная себестоимость реализованной продукции. В тоже время для определения финансового результата от операционной деятельности к прибыли (убытку) от реализации добавляются прочие операционные доходы и вычитаются прочие операционные, административные расходы и расходы на сбыт.

Таким образом, источником покрытия операционных расходов должны быть операционные доходы и валовая прибыль, а источником покрытия административных расходов и расходов на сбыт – валовая прибыль, причем при ее недостатке образуется убыток от операционной деятельности.

В тоже время расходы на уплату процентов за кредит и расходы, связанные с получением кредита, не включаются в себестоимость реализованной продукции. Источником их покрытия должны быть финансовые доходы, например, доходы от участия в капитале (и другие финансовые доходы), а также остаток от валовой прибыли.

Согласно пункта 7 П(С)БУ16 расходы признаются, т. е. сопоставляются с доходом и включаются в расчет при определении финансовых результатов, в течение определенного периода одновременно с признанием дохода, для осуществления которого они задействованы. Если актив обеспечивает получение экономических выгод в течение нескольких отчетных периодов, то расходы признаются путем систематического распределения их стоимости между соответствующими отчетными перио-

дами, что регулируется пунктом 8 П(С)БУ 16. Это касается, прежде всего, амортизации. Отсюда следует, что при калькулировании себестоимости реализованной продукции необходимо руководствоваться требованиями П(С)БУ 3 «Отчет о финансовых результатах», т. е. учесть, что с доходом от реализации продукции, работ, услуг необходимо сопоставлять только производственную себестоимость реализованной продукции, в которую не включены следующие позиции: административные расходы, расходы на сбыт, прочие операционные расходы, финансовые и прочие расходы.

Таким образом, в полную себестоимость реализованной продукции при осуществлении ее калькулирования входят: прямые материальные расходы; прямые расходы на оплату труда, прочие прямые расходы; общепроизводственные расходы – переменные и постоянные распределенные.

Остальные финансовые, прочие операционные, прочие расходы, административные расходы, расходы на сбыт источником погашения имеют либо аналогичные доходы, либо прибыль от реализации продукции (работ, услуг). Это означает, что проценты за кредит, арендная плата по операционной аренде, административные расходы, расходы на сбыт фактически источником погашения имеют только прибыль.

Выводы

1. Методы распределения затрат должны базироваться на их экономической природе, быть адекватными условиям рынка, учитывать объемы производства и реализации продукции, ее себестоимость, рентабельность и ценовую политику.

2. Затраты могут распределяться между структурными подразделениями, видами работ и единицами продукции. Если распределение затрат выполнено правильно это позволит получить точные данные для калькулирования производственных затрат и определения себестоимости продукции и ее цены, будет объективной основой для принятия управленческих решений.

3. Методы калькулирования затрат, применяемые в процессе производства должны быть отображены в учетной политике предприятия.

4. Выработка методологии планирования, калькулирования и анализа себестоимости продукции в условиях реформирования бухгалтерского учета Украины, связанного с переходом на национальные, приближенные к международным, стандарты бухгалтерского учета позволит специалисту по-новому осмыслить и понять значение того «нормативного багажа», которым он должен руководствоваться, своевременно выявить рентабельные виды продукции и принять необходимое управленческое решение. При этом она способна развиваться и совершенствоваться далее. Всегда возможны корректировки в соответствии с потребностями отдельных предприятий, поэтому существует необходимость в дальнейших научных разработках в данном направлении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Закон Украины «О бухгалтерском учете и финансовой отчетности в Украине» от 16.07.99 г. № 996-XIV.
2. Положение (стандарт) бухгалтерского учета 16 «Расходы». Утверждено приказом Минфина Украины от 31.12.99 г. № 318.
3. Василенко В. Теорія та практика розробки управлінський рішень. К.: ЦУЛ, 2002 – 420 с.
4. Вахрушина М. А. Бухгалтерський управленський учет: Учеб. – 3-е изд., - М.-Л., 2004. – 576 с.
5. Врублевський Н. Д. Управленський учет издержек производства и себестоимости продукции в отраслях экономики : Учеб. пособ. - М. 2004. – 376 с.
6. Голов С. Ф. Управлінський облік: Підручник. – К., 2003. - 704 с.
7. Горицкая Н. Г. Особенности бухгалтерского учета в современных условиях. – К.: Газета «Бухгалтерия. Налоги. Бизнес», 2002. – 352 с.
8. Маренич Т. Методи обліку витрат і калькулювання собівартості продукції // Бухгалтерський облік і аудит, 2006, № 12. - С. 19-25.
9. Мишин Ю. А. Управленський учет : управление затратами и результатами производственной деятельности : Монография. – М., 2002. – 176 с.

Поступила в редколлегию 07.05.2007.

С. В. ЯКИМЧУК (Белгородский государственный университет)

ПРИГОРОДНЫЕ ПАССАЖИРСКИЕ ПЕРЕВОЗКИ – МЕЖДУНАРОДНОЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО РОССИИ И УКРАИНЫ

Як приклад співпраці Росії і України в приміських перевезеннях розглянут електропоїзд «Князь Володимир» сполученням Белгород–Харьков.

В качестве примера сотрудничества России и Украины в пригородных перевозках рассмотрен электропоезд «Князь Владимир» сообщением Белгород–Харьков.

As the example of collaboration of Russia and Ukraine in suburban transportations an electric train is considered the «Prince Vladimir» by the report of Belgorod–Kharkov.

ОАО «Российские железные дороги» провозгласило свою новую цель: вывести пассажирские перевозки на безубыточный уровень. По пессимистическому сценарию, - это произойдет к 2010 году, заявил вице-президент компании Сергей Козырев, по оптимистическому, - если государство найдет механизм компенсации выпадающих доходов РЖД от перевозок льготников, - к 2006 году. Добиться этой цели железнодорожники смогут лишь благодаря усилению перекрестного субсидирования внутри пассажирского комплекса - за малообеспеченных граждан будут платить не грузоотправители, а более состоятельные пассажиры. Насколько это соотносится с экономической логикой (например, с динамикой пассажиропотока, ведь в случае роста тарифов на проезд в комфортных условиях пассажиры могут попросту пересесть в более низкий класс или выбрать самолет или автобус).

Пассажирский комплекс на фоне низких доходов населения и необъятных расстояний страны всегда был ярмом для железных дорог. Теперь же, когда РЖД обрела право на самостоятельный бизнес, он и вовсе стал препятствием для получения прибыли. В 2003 году железнодорожники насчитали 63 млрд руб. убытков от пассажирских перевозок, в нынешнем прогнозируют около 60 млрд руб., в том числе 30 млрд руб. в дальнем сообщении. Перевозки в плацкартных вагонах окупаются лишь на 18 %; в общих - на 21 %; в купейных - на 80 % и только СВ приносят прибыль - доходы превышают расходы на 40 %. «Пользуясь правом самостоятельно устанавливать тарифы в купейных вагонах и СВ, а также в фирменных поездах, РЖД намерена полученную прибыль от СВ перераспределять таким образом, чтобы не повышать тарифы на плацкартные и общие ваго-

ны». Между тем на долю СВ приходится лишь 5 % перевозок.

В планах РЖД - создание Федеральной пассажирской компании (запланировано согласно программе реформы отрасли), которая займется развитием высокодоходных бизнесов - туристических перевозок, созданием в стране единой сети сервис-центров, расширением рекламной деятельности (непрофильной), а также совершенствованием сети питания пассажиров на вокзалах и в поездах.

Прейскурант на пассажирские перевозки - революция в пассажирском хозяйстве» - тарифы предлагается дифференцировать по классам: люкс, бизнес-класс, эконом-класс, 2-й и 3-й классы. Рост цены билета для состоятельных пассажиров железнодорожники обещают компенсировать повышением качества услуг.

Теперь из российского Белгорода в украинский Харьков и обратно можно доехать за полтора часа. Причем без остановок и в очень комфортной обстановке. Пуск электропоезда «Князь Владимир» - один из этапов реализации Концепции интеграции транспортных систем России и Украины, принятой Министрами транспорта обеих стран. Договоренность о начале эксплуатации поезда «Князь Владимир» была достигнута на встрече представителей администрации Белгородской области, руководства Юго-Восточной железной дороги и Украинской железной дороги.

Отправление из Белгорода в 8:15 - прибытие на станцию Харьков в 9:35 по московскому времени (8:35 - по киевскому); из Харькова электропоезд будет отправляться в 14:50 по киевскому времени (15:50 - по Москве), прибытие на станцию Белгород в 17:15.

Продажа билетов и посадка пассажиров на электропоезд «Князь Владимир» прекращается

за 20 минут до отправления. В течение этого времени будет осуществляться таможенный и пограничный досмотр. По прибытии в Харьков аналогичная процедура проверки документов будет производиться органами таможенного и пограничного досмотра Украины. Электропоезд «Князь Владимир» построен на Демиковском вагоностроительном заводе.

Состав поезда сформирован из 10 вагонов повышенной комфортности: пять вагонов – 1 класса, три – 2 класса и два – 3 класса. В вагонах 1 и 2 класса установлены мягкие сидения, видеотехника. В составе – прицепной вагон-бар, биотуалеты. Проезд на этой электричке в вагонах 2 и 3 классов обойдется пассажиру на 50...80 рублей дешевле, чем на автобусе (билет в вагон 2 класса стоит 130 рублей, в вагон 3 класса – 110 рубля).

Процесс реформирования пассажирского комплекса в пригородном сообщении осуществляется путем создания отдельных пригородных пассажирских компаний, исходя из условий функционирования пригородного сообщения в каждом конкретном регионе. На сегодняшний день, совместно с субъектами Российской Федерации создано 10 пригородных пассажирских компаний, из них 6 – в 2006 году. Всего в период 2006-2007 годов планируется создание около 40 дочерних и зависимых обществ ОАО "РЖД" и совместных предприятий.

Тарифы на железнодорожные грузовые перевозки в 2007 году по информации Министерства транспорта России вырастут на 8 %, в 2008 году - на 6 % и в 2009 году - на 5,5 %.

Тарифы на пассажирские перевозки дальнего следования, как планируется, в 2007 году вырастут на 12 %, в 2008 году - на 11 % и в 2009 году - на 10 %. По информации Минтранса РФ, прогнозируемый рост тарифов на пассажирские перевозки - ниже прогнозируемого роста уровня жизни населения.

Субсидирование пассажирских железнодорожных перевозок в России увеличится в 2007 г до 16 млрд рублей, в 2008 году - до 24 млрд рублей.

Министерством транспорта России принято решение не повышать железнодорожные тарифы до уровня 100 % оплаты пассажирами. Начиная с 2007 года. Министерство транспорта России будет увеличивать выделение средств из федерального бюджета на покрытие убытков от железнодорожных пассажирских перевозок. Сейчас убыточность этого сектора в основном покрывают грузовые перевозки, на покрытие убытков железнодорожных пассажирских перевозок в 2006 году выделено 10,7 млрд рублей из федерального бюджета.

Надійшла до редколегії 27.07.2007.

І. М. ЯРОВИЙ (Національний авіаційний університет)

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ПРИНЦИПІВ МІЖНАРОДНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРАЦІ В МЕХАНІЗМІ УПРАВЛІННЯ СОЦІАЛЬНО-ТРУДОВИМИ ВІДНОСИНАМИ ПІДПРИЄМСТВ АВІАЦІЙНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ

Розглянуто особливості регулювання соціально-трудова відносин в цивільній авіації України. Обґрунтовано роль і значення принципів управління соціально-трудова відносинами, їх місце в механізмі управління. Здійснено формулювання алгоритму прийняття рішення про доцільність застосування міжнародного досвіду в кадровій політиці авіапідприємств України. Здійснено критичний аналіз фундаментальних принципів управління соціально-трудова відносинами, які визнані Міжнародною організацією праці та можуть бути використані керівництвом авіапідприємств України для поліпшення відносин в соціально-трудова сфері.

Рассмотрены особенности регулирования социально-трудовых отношений в гражданской авиации Украины. Обоснована роль и значение принципов управления социально-трудова отношениями, их место в механизме управления. Осуществлено формулирование алгоритма принятия решения о целесообразности применения международного опыта в кадровой политике авиапредприятий Украины. Осуществлен критический анализ фундаментальных принципов управления социально-трудова отношениями, которые признаны Международной организацией работы и могут быть использованы руководством авиапредприятий Украины для улучшения отношений в социально-трудова сфере.

The features of regulation of the social - labour relations in civil aircraft of Ukraine are considered. The role and meaning of principles of management of the social - labour relations, their place in the mechanism of management is proved. The formulation of algorithm of acceptance of the decision about expediency of application of the international experience in personnel selection of the airentries of Ukraine is carried out. The critical analysis of fundamental principles of management is carried out which are recognized by the International organization of work and can be used by a manual of the airentries of Ukraine for improvement of the relations in social-labour sphere.

Входження української авіатранспортної галузі на світові ринки авіаційних перевезень та забезпечення конкурентоспроможності підприємств в умовах невизначеності зовнішнього середовища є проблематичним, зокрема, і через недосконалість кадрової політики, яка не достатньою мірою враховує кращий досвід міжнародних авіакомпаній та фундаментальні принципи управління соціально-трудова відносинами, що сформовані в конвенціях і рекомендаціях Міжнародної організації праці.

Актуальність дослідження зумовлюється зростанням глобалізації ринку авіаперевезень та посиленням міжнародної конкуренції. Це, в свою чергу вимагає від керівництва підприємств авіаційного транспорту України формування такої концепції кадрової політики, яка б, з одного боку узгоджувалася з міжнародною практикою, а з іншого, враховувала особливості соціально-трудова відносин в умовах реалій української економіки.

На сьогодні регулювання соціально-трудова відносин в цивільній авіації здійснюється на основі близько 140 національних норматив-

но-правових актів та нормативно-правових актів колишнього Союзу РСР, які відповідають вимогам та законодавству України. Це, зокрема, Конституція України, Повітряний кодекс України, Концепція розвитку цивільної авіації України, Державна комплексна програма розвитку авіаційного транспорту України на період до 2010 року, інші законодавчі акти, національні нормативно-правові акти, державні та галузеві стандарти, керівні документи зі стандартизації, чинні для України акти міжнародного повітряного права, документи міжнародних організацій, членом яких є Україна.

Регулювання соціально-трудова відносин в умовах становлення цивілізованих ринкових відносин зумовило великий інтерес вчених до вивчення можливостей застосування іноземного досвіду в Україні. Зокрема, В. Жуковим і В. Скуратівським [1] досліджувалися моделі соціального партнерства різних країн. Вчені дійшли висновку, що в світі згідно з соціально-економічними та національними особливостями країн, склалися різні моделі соціального партнерства. Вони розрізняються за механіз-

мом правового регулювання договірного процесу, за особливостями відносин між соціальними партнерами, за рівнем демократизації виробничого життя, за політичними орієнтаціями соціально-трудових відносин (соціал-демократична, консервативна, соціалістична) та за іншими ознаками. За механізмом правового регулювання договірного процесу у світі склалися три основні моделі соціального партнерства. Перша модель характеризується високим рівнем централізації договірного процесу. Вона найбільш характерна для країн Північної Європи: Бельгії, Данії, Нідерландів, Норвегії, Фінляндії, Швеції. У цих країнах втілено принцип трипартизму Міжнародної організації праці (далі МОП), згідно з яким усі рішення щодо соціально-трудових відносин приймаються за адекватної ролі владних структур та за участі всіх соціальних партнерів. Частка працівників, об'єднаних у профспілки, у скандинавських країнах досягає 90 %. Друга модель найбільш характерна для країн Центральної Європи (Австрії, Італії, Німеччини, Франції, Швейцарії) та Великої Британії, Ірландії. Основний рівень соціального партнерства в цій моделі – мезоекономічний, тобто основні угоди приймаються на рівні регіонів та галузей. Частка працівників, об'єднаних у профспілки, у цих країнах коливається в межах від 30 до 60 %. Третя модель характеризується тим, що переговорний процес відбувається на мікроекономічному рівні. Вона характерна для Франції, Іспанії, Португалії, Греції, а також США і Японії. Частка працівників, об'єднаних у профспілки, досягає 30 %.

С. Біляцький, А. Хахлюк, Т. Мірошніченко [2] досліджували проблеми, пов'язані із укладанням колективних договорів у країнах Європейського Союзу та застосуванням цього досвіду для України. Науковці дійшли висновку, що незважаючи на тенденції децентралізації соціально-трудових відносин та скорочення профспілкового членства, майже у всіх країнах ЄС колективні договори продовжують охоплювати більшість працівників. Це пояснюється тим, що в багатьох західноєвропейських країнах законодавство дає право урядові поширювати великомасштабні угоди між профспілками і роботодавцями (їх об'єднаннями) на всю галузь або регіон. Внаслідок цієї практики в середині 90-х рр., наприклад у Франції, профспілки об'єднували 9,1 % найманих працівників, а колективними договорами було охоплено 90 % працівників, в Нідерландах, відповідно, 25,6 і 80 %.

Досвід управління соціально-трудовою сферою в аспектах ефективності, соціальної відпо-

відальності та етики діяльності іноземних авіа-підприємств досліджував Р. Г. Пузинін [3]. Вчений доводить, що одним із критеріїв поліпшення стану соціально-трудових відносин, який можна запозичити в іноземних авіакомпаній, - це забезпечення трудової дисципліни. Вона, в свою чергу має базуватися на принципах єдності прав та обов'язків персоналу, забезпечення гідних умов праці, мотивації діяльності персоналу.

Проблеми інтеграції соціально-трудових відносин України в систему відносин, визнану МОП у своїй ґрунтовній праці досліджувала О. А. Грішнова [4]. Науковець дійшла висновку, що більшість норм про працю, які пропонуються Міжнародною організацією праці у формі конвенцій і рекомендацій, не мають революційного та інноваційного характеру та не є універсальними, проте вони пропонують такі методи вирішення проблем у трудовій сфері, які позитивно зарекомендували себе або є єдино правильними, та були випробувані в багатьох країнах. Практично за всіма напрямками, що створюють основу соціально-трудових взаємовідносин, національне українське законодавство гарантує не менш широкі права громадянам – суб'єктам соціально-трудових відносин, ніж зафіксовані в міжнародних актах. Однак ряд положень українського національного законодавства у сфері соціально-трудових відносин, практика застосування їх у деяких аспектах не відповідає нормам міжнародного трудового права, дія котрих поширюється на Україну. Наприклад, це стосується вельми поширеної в роки кризи практики виплат заробітної плати в натуральній формі і затримок виплати зарплати. Розвиваючи національне законодавство у сфері праці та долаючи його недоліки, Україна сприяє розвитку та інтеграції національних соціально-трудових відносин у систему відносин, визнану світовим співтовариством.

Відомий фахівець у галузі соціально-трудових відносин А. М. Колот [5] ретельно досліджував зарубіжний досвід регулювання соціально-трудових відносин. Зокрема, досвід Німеччини в оптимізації відносин між працею і капіталом, організаційно-правові засади регулювання соціально-трудових відносин у Франції, зміст і характерні особливості регулювання соціально-трудових відносин у Японії. Вчений доходить висновку про те, що міжнародний досвід є важливою складовою для оптимізації інтересів соціальних партнерів, та вважає, що національна модель відносин у сфері праці має бути соціально-орієнтованою.

Дослідження вітчизняних вчених, щодо застосування міжнародних принципів в регулюванні соціально-трудових відносин в авіаційній галузі, в основному, лежать в площині формування ефективної кадрової сукупності, яка б адекватно реагувала на зміни зовнішнього оточення, в тому числі і на міжнародному рівні. Зокрема, науковець в галузі авіаційного транспорту М. П. Висоцька відзначає такі: підготовка кадрів у сфері управління не відповідає сучасним вимогам; престижність багатьох спеціальностей на транспорті (особливо технічних) знижується, звільняються і йдуть в інші сфери діяльності молоді спеціалісти; діюча система підготовки і перепідготовки спеціалістів, не повною мірою відповідає сучасним вимогам, оскільки ще досі не вирішена комплексна проблема: скільки спеціалістів і як підготовлювати; важливе значення для цивільної авіації мають спеціальності, які охоплюють соціальну сторону функціонування транспорту [6].

Чинна нормативно-правова база, що регулює соціально-трудові відносини не повною мірою дозволяє вирішити проблеми розвитку людського потенціалу авіатранспортних підприємств України. Відсутність в науковій літературі українських вчених розгляду механізму управління соціально-трудовими відносинами авіатранспортної галузі, який функціонує на принципах Міжнародної організації праці та алгоритму прийняття рішень щодо доцільності застосування цих принципів визначає необхідність проведення дослідження.

Новизна статті полягає в уточненні доцільності застосування фундаментальних принципів Міжнародної організації праці в механізмі управління соціально-трудовими відносинами на підприємствах цивільної авіації та подальшому розвитку алгоритму прийняття управлінських рішень.

Поряд з основними проблемами авіаційного транспорту в Україні, такими як застарілий парк літаків, дуже мала насиченість внутрішньодержавних перевезень, невідповідність технічних можливостей аеропортів України сучасним міжнародним вимогам, надзвичайно актуальними залишаються проблеми соціально-трудової сфери.

Регулювання соціально-трудових відносин в галузі є одним із пріоритетних напрямків управління формуванням і використанням людського потенціалу авіапідприємств. Основним регуляторним актом, в якому здійснено спроби узгодження інтересів сторін соціально-трудових відносин є Галузева угода (далі угода)

на 2006-2007 роки між Державною службою України з нагляду за забезпеченням безпеки авіації (Державіаслужбою), Фондом державного майна України, Асоціацією «Аеропорти України» цивільної авіації та профспілками працівників цивільної авіації України.

Метою регулювання визначеного угодою є посилення соціального захисту працівників, сприяння підвищенню ефективності роботи підприємств, реалізації на цій основі професійних, трудових і соціально-економічних гарантій найманих працівників. Угода спрямована на удосконалення колективно-договірного регулювання соціально-трудових відносин, розвиток соціального партнерства, реалізацію конституційних прав і гарантій працівників та роботодавців. Однак, в угоді відсутні чітко виписані принципи управління соціально-трудовими відносинами в авіаційній галузі, які визнані на міжнародному рівні.

Автор стверджує, що фундаментальні принципи є основою побудови ефективного механізму управління соціально-трудовими відносинами, оскільки є відправними точками для знаходження узгодженості між інтересами сторін. Тобто, формулювання цілей регулювання соціально-трудових відносин, знаходження джерел фінансування заходів соціального розвитку, організації взаємодії між власниками авіапідприємства і найманими працівниками, що є елементами організаційно-економічного механізму управління втрачає сенс у випадку відсутності принципів управління.

Для прийняття управлінського рішення в науці запропоновано алгоритм раціонального вирішення проблем. Етапами його виступають діагноз проблеми, формулювання обмежень і критеріїв для прийняття рішення, виявлення альтернатив, оцінка альтернатив, кінцевий вибір [7]. Елементи алгоритму щодо використання того чи іншого міжнародного принципу управління соціально-трудовими відносинами вважаємо за необхідне доповнити такими положеннями:

1) з'ясування проблемної задачі (якісна і кількісна характеристика рівня соціально-трудових відносин та ступеня узгодженості інтересів сторін, ресурсного забезпечення можливості вирішення проблем соціально-трудової сфери, ліміту часу для прийняття рішення);

2) аналіз досвіду застосування принципу управління в кадровій політиці авіапідприємств і галузі цивільної авіації в іноземних країнах;

3) формулювання цілей регулювання, що базуватимуться на даному принципі;

4) розгляд обмежень економічного, технологічного, правового, психологічного, політичного, ідеологічного характеру які не дозволяють прийняти рішення щодо застосування принципу в конкретній ситуації;

5) підбір системи критеріїв доцільності (узгодженість міжнародного принципу з українським законодавством, з цілями та кадровою політикою авіапідприємства, з інтересами сторін соціально-трудових відносин, функція переваги керівника);

6) аналіз впливу можливостей і загроз застосування принципу на рівень соціально-трудових відносин шляхом методів експертних оцінок, SWOT-аналізу;

7) оцінка щільності і напрямку зв'язку між застосуванням принципу і результатами соціально-трудових відносин за допомогою статистичних методів рангової кореляції, аналітичних групвань, кореляційно-регресійного аналізу тощо;

8) прийняття рішення про доцільність застосування принципу в подальшому.

Автор вважає, що управління соціально-трудовими відносинами та прийняття управлінських рішень, щодо їх регулювання в авіатранспортних підприємствах має враховувати наступні фундаментальні принципи, задекларовані Міжнародною організацією праці:

- дотримання трудових норм є обґрунтуванням максимально можливої величини використання людської праці, тобто визначає міру праці;

- розробка стратегії зайнятості є обґрунтуванням вирішення проблеми формування кадрового забезпечення та кадрової структури в умовах невизначеності зовнішнього середовища;

- професійна підготовка є обґрунтуванням конкурентоспроможності персоналу, ефективності виконуваних ним функцій, основною умовою виявлення людського фактору виробництва;

- створення робочих місць та розвиток підприємств є обґрунтуванням соціальної відповідальності підприємств галузі перед суспільством, споживачами, власними працівниками;

- відродження та відновлення є обґрунтуванням довіри між сторонами соціально-трудових відносин;

- більшої кількості робочих місць кращої якості для жінок є обґрунтуванням гендерної рівності, забезпечення рівності прав жінок на ринку праці;

- багатонаціональні підприємства є обґрунтуванням можливості застосування міжнародного досвіду регулювання соціально-трудових відносин;

- збільшення обсягів та ефективність систем соціального захисту є обґрунтуванням ефективної системи мотивації, як чинника підвищення продуктивності праці, а відтак і умови задоволення потреб працівника від праці та її результатів;

- охорона праці є обґрунтуванням безпеки функціонування авіатранспортної системи, а відтак і зменшення ризику появи небезпечних ситуацій та погіршення соціально-психологічного клімату в колективі і зменшення непродуктивних витрат авіакомпанії на компенсування страхових випадків, пов'язаних з виробничим травматизмом;

- демократія і соціальна стабільність є обґрунтуванням партисипативного планування соціального розвитку, тобто участі працівників у визначенні пріоритетних напрямків соціально-трудової сфери, а відтак і участі в управлінні підприємствами;

- свобода об'єднань є обґрунтуванням права на утворення дієвої керуючої системи, яка представляє інтереси власника та ефективної керованої системи, яка представляє інтереси трудового колективу, забезпечення процесу соціального партнерства;

- гідні умови зайнятості і доходів є обґрунтуванням стратегічного бачення керівництва авіапідприємства у відношенні підвищення ефективності організації через інвестування людського капіталу

- Головні висновки зводяться до наступного:

- регулювання соціально-трудових відносин стає ефективним, якщо враховано міжнародний досвід і конкретні умови функціонування підприємств цивільної авіації України;

- принципи управління є базою для побудови інших елементів організаційно-економічного механізму;

- модель прийняття управлінського рішення про доцільність застосування фундаментальних принципів управління, задекларованих Міжнародною організацією праці є алгоритмом, який враховує наявність проблемної задачі, ресурсів та обмежувальних факторів по її вирішенню, цілей і критеріїв доцільності, функції переваги керівника;

- доцільно використовувати принципи дотримання трудових норм; розробки стратегії зайнятості; професійної підготовки; створення робочих місць та розвитку підприємств; відродження та відновлення; більшої кількості робочих місць кращої якості для жінок; багатонаціональних підприємств; збільшення обсягів та ефе-

ктивності систем соціального захисту; охорони праці; демократії і соціальної стабільності; свободи об'єднань; гідних умов зайнятості і доходів в кадровій політиці авіапідприємств України.

Перспективи використання результатів дослідження полягають в можливості поліпшити якість регулювання соціально-трудова відносин на колективному рівні при проведенні переговорного процесу, застосуванні методики оцінки міжнародного досвіду та вдосконаленні прийняття управлінських рішень керівниками кадрових служб підприємств цивільної авіації України.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Жуков В., Скуратівський В. Соціальне партнерство в Україні: Навч. посіб. – К.: Вид-во УАДУ, 2001. – 200 с. – П.7.3.
2. Біляцький С. Соціальне партнерство у розв'язанні проблем зайнятості (приклад ЄС для

України) / С. Біляцький, А. Хахлюк, Т. Мірошніченко // Україна: аспекти праці. – 2003. – № 3. – с. 45.

3. Пузинін Р. Г. Менеджмент на авіаційному транспорті: Навч. посіб. – К.: КМУЦА, 2000. – 136 с.
4. Грیشнова О. А. Економіка праці та соціально-трудова відносини: Підручник. – К.: Знання, 2004. – 535 с.
5. Колот А. М. Соціально-трудова відносини: теорія і практика регулювання: Монографія. – К.: КНЕУ, 2003. – 230 с.
6. Высоцкая М. П. Формирование кадровой политики авиапредприятий Украины: Монография. – К.: НАУ, 2005. – 152 с.
7. Мескон М. Х.. Основы менеджмента: Пер. с англ. / М. Х. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури – М.: Дело, 2000. – 704 с.

Надійшла до редколегії 27.06.2007.

МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

В І С Н И К
Дніпропетровського
національного університету залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Випуск 18

Дніпропетровськ
2007

Редакційна колегія:

Головний редактор д-р техн. наук *Пишійко О. М.*
Заступник головного редактора д-р техн. наук *Мямлін С. В.*
Члени редколегії: д-р біолог. наук *Дворецький А. С.*;
д-ри техн. наук *Блохін С. П., Бобровський В. І., Боднар Б. Є., Босов А. А., Браташ В. О., Вакуленко І. В., Гетьман Г. К., Дубинець Л. В., Жуковицький І. В., Заблудовський В. О., Загарій Г. І., Казакевич М. І., Колесов С. М., Коротенко М. Л., Костін М. О., Курган М. Б., Петренко В. Д., Пунагін В. М., Радкевич А. В., Разгонов А. П., Рибкін В. В., Скалозуб В. В., Хандецький В. С., Шафіт Є. М.*;
д-ри фіз.-мат. наук *Гаврилюк В. І., Кравець В. В.*;
д-ри хім. наук *Біляєв М. М., Нейковський С. І., Федін О. В.*;
д-ри екон. наук *Бабіч В. П., Драгун Л. М., Зайцева Л. М.*
Крамаренко В. Д., Покотілов А. А.
Відповідальний секретар канд. техн. наук *Корженевич І. П.*

*Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації КВ № 7704.
Видане Державним комітетом телебачення і радіомовлення України 08.08.2003 р.*

*Друкується за рішенням вченої ради Дніпропетровського національного університету
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна від 25.06.2007, протокол № 13*

Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка
В53 В. Лазаряна. – Вип. 18. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна,
2007. – 275 с.

У статтях висвітлені наукові дослідження, виконані авторами в Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна та інших організаціях. Статті присвячені вирішенню актуальних питань залізничного транспорту за такими напрямками: автоматизовані системи керування на транспорті, економіка транспорту, електричний транспорт, залізнична колія, моделювання задач транспорту та економіки, ремонт та експлуатація засобів транспорту, рухомий склад і тяга поїздів, транспортне будівництво.

Вісник становить інтерес для працівників науково-дослідних організацій, викладачів вищих навчальних закладів, докторантів, аспірантів, магістрантів та інженерно-технічних працівників.

В статтях отражены научные исследования, выполненные авторами в Днепропетровском национальном университете железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна и других организациях. Статьи посвящены решению актуальных вопросов железнодорожного транспорта по следующим направлениям: автоматизированные системы управления на транспорте, экономика транспорта, электрический транспорт, железнодорожный путь, моделирование задач транспорта и экономики, ремонт и эксплуатация транспортных средств, подвижной состав и тяга поездов, транспортное строительство.

Вестник представляет интерес для работников научно-исследовательских организаций, преподавателей высших учебных заведений, докторантов, аспирантов, магистрантов и инженерно-технических работников.

ББК 39.2

ЗМІСТ

ГАЛУЗЬ ТЕХНІЧНИХ НАУК

РОЗДІЛ «АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НА ТРАНСПОРТІ»

С. В. КУХЛИВСКИЙ, В. Н. КУПРАС, Б. М. БОНДАРЕНКО (ДИИТ) АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ КРИВИЗНЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ НА ОСНОВЕ ГИРОСКОПА	7
В. В. МАЛОВІЧКО, В. І. ГАВРИЛЮК (ДІТ), М. І. РЕШЕТНЯК (Придніпровська залізниця) ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ СТАНУ СТІЛОЧНИХ ДВИГУНІВ ПО КРИВІЙ СПОЖИВАННЯ СТРУМУ В РЕМОНТНО-ТЕХНІЧНИХ ДІЛЬНИЦЯХ	11
А. П. РАЗГОНОВ, А. В. АДРЕЕВСКИХ, Б. М. БОНДАРЕНКО, Д. А. БЕЗРУКАВИЙ, А. Ю. ЖУРАВЛЕВ (ДИИТ) МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ЦИФРОВОЙ МЕТОД ДИАГНОСТИКИ РЕЛЕ	16

РОЗДІЛ «ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ»

Н. Н. БЕЛЯЕВ, Е. Ю. ГУНЬКО (ДИИТ) РАСЧЕТ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ ЗАСТРОЙКИ	21
С. В. ХРИСТЯН, І. В. ТИТАРЕНКО (ДІТ) ОБґРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ДЛЯ КАБІН ЛОКОМОТИВІВ	26

РОЗДІЛ «ЕЛЕКТРИЧНИЙ ТРАНСПОРТ»

Л. В. ДУБИНЕЦЬ, Д. В. УСТИМЕНКО, С. О. ЖЕРНАКОВ (ДІТ), Р. В. КРАСНОВ (Дніпропетровське локомотивне депо ТЧ-8) ВПЛИВ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ НА НАДІЙНІСТЬ ДВИГУНІВ КОМПРЕСОРІВ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ	30
М. М. КЕДРЯ (ДІТ) ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ З ДВИГУНАМИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ	33
В. Г. КУЗНЕЦОВ, Р. С. МЫЦКО, Д. А. БОСЫЙ (ДИИТ) ОЦЕНКА ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ТЯГОВОЙ СЕТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ	35
О. И. САБЛИН (ДИИТ) ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПУЛЬСАЦИОННЫЕ ПОТЕРИ МОЩНОСТИ В СИЛОВЫХ ТЯГОВЫХ ЦЕПЯХ ЭПС ПОСТОЯННОГО ТОКА	39
О. А. ТЕТЕРКО, М. О. БАБ'ЯК, М. О. КОСТІН (ДІТ) ЕКСПЛУАТАЦІЙНА НАДІЙНІСТЬ КОНТАКТНИХ З'ЄДНАНЬ ЕЛЕКТРОПНЕВМАТИЧНИХ КОНТАКТОРІВ ТА КОНТАКТОРІВ ЕКГ-8Ж ЕЛЕКТРОВОЗІВ ЗМІННОГО СТРУМУ	42

РОЗДІЛ «ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ»

И. А. БОНДАРЕНКО (ДИИТ) К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ	47
И. П. КОРЖЕНЕВИЧ (ДИИТ) ПОСТРОЕНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЭВОЛВЕНТНОЙ МОДЕЛИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПЕРЕУСТРОЙСТВА ПЛАНА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ЛИНИИ	52
М. Б. КУРГАН, О. С. МАРКОВА (ДІТ) ВТРАТИ ЧАСУ РУХУ ПОЇЗДІВ НА ДІЛЯНКАХ ОБМЕЖЕННЯ ШВИДКОСТІ	56

В. В. РИБКІН, М. І. УМАНОВ, О. М. БАЛЬ (ДІТ) ПОДИНОКИЙ ВИХІД РЕЙОК – ВАЖЛИВИЙ ФАКТОР ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ СТРОКУ РЕМОНТУ КОЛІ.....	63
В. І. ХАРЛАН (Львівська залізниця), Д. М. КУРГАН, І. О. БОНДАРЕНКО (ДІТ) ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНИХ ШВИДКОСТЕЙ РУХУ ПОЇЗДІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНОЇ ДІЛЯНКИ	72

РОЗДІЛ «МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТУ ТА ЕКОНОМІКИ»

А. А. БОСОВ, Е. В. БЕЗСАЛАЯ, Л. Н. САВЧЕНКО (ДИИТ) ПРИМЕНЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ВЕКТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ	76
А. В. ВАРШАВЕЦЬ (ДІТ) УДОСКОНАЛЕННЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ КОНТЕЙНЕРІВ НА МАРШРУТІ	82
В. М. ЛЬМАН, В. В. СКАЛОЗУБ, В. І. ШИНКАРЕНКО (ДІТ) ВІДТВОРЕННЯ ГРАФІВ ЗА ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ШЛЯХАМИ	86
В. В. ЛАГУТА (ДИИТ) МЕТОД ИТЕРАЦИИ РЕШЕНИЯ ПЕРВОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ С НЕЛИНЕЙНОЙ ПРАВОЙ ЧАСТЬЮ	96
Н. А. ЛОШКАРЁВ (ПГАСА) СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ ТЕОРЕМЫ О СУММЕ ЦЕЛЫХ СТЕПЕНЕЙ ЦЕЛЫХ ЧИСЕЛ МЕТОДОМ КОЭФИЦИЕНТОВ КРАТНОСТИ.....	102
Л. М. САВЧУК, В. І. ВОЗЬЯНОВА, Г. К. КОВАЛЬЧУК (НМетАУ) ОЦІНКА ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ФІНАНСОВОГО СТАНУ ПІДПРИЄМСТВА МЕТОДОМ ДИСКРИМІНАНТНИХ ФУНКЦІЙ	104

РОЗДІЛ «РУХОМИЙ СКЛАД І ТЯГА ПОЇЗДІВ»

Е. П. БЛОХИН, К. И. ЖЕЛЕЗНОВ, Л. В. УРСУЛЯК (ДИИТ) ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ БЕЗОПАСНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ	108
Г. И. БОГОМАЗ, В. С. ГУДРАМОВИЧ, М. Б. СОБОЛЕВСКАЯ, С. А. СИРОТА, И. К. ХРУЩ, Д. В. ГОРОБЕЦ (ИТМ НАУ и НКАУ) ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕФОРМИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ КОРОБЧАТОГО ТИПА ПРИ ДЕЙСТВИИ СЖИМАЮЩИХ НАГРУЗОК.....	116
Л. Н. БОНДАРЕНКО, В. В. КОЛБУН (ДИИТ) РЕШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЗАДАЧ ТЕОРИИ КОЛЕБАНИЙ С УЧЕТОМ ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ	120
А. А. БУРЯК, В. А. ДЗЕНЗЕРСКИЙ, Э. А. ЗЕЛЬДИНА, С. В. ТАРАСОВ (ИНСТИТУТ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ НАН УКРАИНЫ) СИСТЕМА КОНТЕЙНЕРНОГО ПНЕВМОТРАНСПОРТНОГО ТРУБОПРОВОДА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ВЕТРА	123
Л. М. ЛОБОЙКО (Укрзалізниця), Ю. С. БАРАШ (ДІТ) СТАН ВАГОННОГО ПАРКУ ТА ВАГОНРЕМОНТНОЇ БАЗИ В УКРАЇНІ.....	128
С. В. МЯМЛИН, В. Я. ПАНАСЕНКО, И. В. КЛИМЕНКО (ДИИТ) СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ	135
О. М. САВЧУК, О. В. ШАТУНОВ, О. Г. РЕЙДЕМЕЙСТЕР, М. А. ГРІЧАНІЙ, В. О. РИЖОВ (ДІТ), М. І. ЛУХАНІН (Укрзалізниця) ПОКРАЩЕННЯ ДИНАМІКИ ПОРОЖНІХ ВАГОНІВ НА ВІЗКАХ МОДЕЛІ 18-100.....	139

РОЗДІЛ «РЕМОНТ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ»

В. В. АРТЕМЧУК (ДІТ) ДИСЛОКАЦІЙНА МОДЕЛЬ ТЕРТЯ БАГАТОШАРУВАТИХ ПОКРИТТІВ	145
В. И. БОБРОВСКИЙ, А.В. КУДРЯШОВ, Ю.В. ЧИБИСОВ (ДИИТ) ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАЗДЕЛЕНИЙ ОТЦЕПОВ СОСТАВА НА СТРЕЛКАХ.....	148

Г. Я. МОЗОЛЕВИЧ (ДІПТ) АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ПОЇЗНИХ ДИСПЕТЧЕРІВ.....	153
--	-----

РОЗДІЛ «ТРАНСПОРТНЕ БУДІВНИЦТВО»

Д. О. БАННИКОВ (ДИИТ) ЧАСТНОЕ РЕШЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ БУНКЕРОВ И СИЛОСОВ.....	156
А. С. РАСПОПОВ (ДИИТ) СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАСЧЕТА ИЗГИБНО-КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ НЕРАЗРЕЗНЫХ БАЛОК И РАМ	163
А. Л. ТЮТЬКИН (ДИИТ) МОДАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ПИЛОННОЙ СТАНЦИИ МЕТРОПОЛИТЕНА С УЧЕТОМ ПРИСОЕДИНЕННЫХ МАСС ГРУНТА.....	169

ГАЛУЗЬ ЕКОНОМІЧНИХ НАУК

РОЗДІЛ «ЕКОНОМІКА ТРАНСПОРТУ»

И. М. АКСЕНОВ (КУЭТТ) ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА.....	174
І. М. ГЕРАСИМЕНКО АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ТРАНСПОРТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗА ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ	180
О. О. ГЛАДЧУК (КУЕТТ) СОЦІАЛЬНИЙ ЗАХИСТ ЯК ОДИН З НАПРЯМІВ СТРУКТУРНОЇ РЕФОРМИ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ	183
К. В. ГНЕДІНА (Чернігівський державний технологічний університет) ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ	186
Е. С. ДЕМЬЯНИЮК (УО «Белорусский государственный экономический университет») РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ЗАМЕНЫ АКТИВНОЙ ЧАСТИ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	190
Т. И. ДРОНОВА (КУЕТТ) ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В ПРИМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ	195
Е. В. ЖУРАВЕЛЬ (Национальная Металлургическая Академия Украины) ПРИНЦИПЫ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАРКЕТИНГОВЫХ ПРОГРАММ	197
В. М. ЗАГОРУЛЬКО, О. В. КОВАЛЕНКО, Н. В. СКИДАНЕНКО (НАУ) ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ В УКРАЇНІ.....	201
С. В. КАЛАМБЕТ, Л. В. ПРИВАЛОВА, Ю. В. ПИВНЯК (ДИИТ), С. И. ДРОНОВ (УкрТОК) АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЙ НА СЕБЕСТОИМОСТЬ ПЕРЕВОЗОК ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ УКРАИНЫ	204
С. А. КОРЕЦКАЯ (ДИИТ) НЕОБХОДИМОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ЛОГИСТИКИ В СВЯЗИ С РЕФОРМИРОВАНИЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В УКРАИНЕ.....	208
Н. В. КУДРИЦЬКА (Рада по вивченню продуктивних сил України НАН України) ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНИХ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ З УРАХУВАННЯМ РИЗИКУ	212
В. Г. КУХАРЧИК (ИПРЭЭИ НАНУ) ТРАНЗИТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ УКРАИНЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ МЕЖДУНАРОДНОЙ ИНТЕГРАЦИИ	215
Ю. А. МУХА, В. В. ЯКОВЕНКО (ДИИТ) РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ СУБЪЕКТОВ РЫНОЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ	219

М. І. ПЕТИК (Львівський національний університет ім. Івана Франка) АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ФІНАНСУВАННЯ КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ.....	223
Ю. ПОГОРІЛЕЦЬ (Національний авіаційний університет) СТВОРЕННЯ ПРІОРИТЕТІВ РОЗВИТКУ АВІАРЕМОНТНИХ ПІДПРИЄМСТВ В СИСТЕМІ ФОРМУВАННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОГО АВІАРИНКУ В УКРАЇНІ.....	229
И. В. ПОЗНАНСКАЯ (ИПРЭЭИ НАНУ) ПРОБЛЕМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МОРСКОГО ТРАНСПОРТА УКРАИНЫ В УСЛОВИЯХ ВТО	234
О. Р. РУДИК (Львівський національний університет ім. Івана Франка) МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АНТИКРИЗОВОЇ ДІАГНОСТИКИ ВІТЧИЗНЯНИХ ПІДПРИЄМСТВ	238
Л. Н. САВЧУК, Р. А. ШКИЛЬ (НМетАУ) ЭЛЕКТРОННАЯ КОММЕРЦИЯ В СФЕРЕ КОНСАЛТИНГОВЫХ УСЛУГ: НОВАЯ МОДЕЛЬ.....	243
Т. М. САЛІЙ (Національний авіаційний університет) ЕЛЕКТРОННИЙ ДОКУМЕНТООБІГ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ АВІАТРАНСПОРТНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ.....	248
А. Б. СКОРОХОД (НМетАУ) ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТНОЙ ПОЗИЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ	253
Н. П. СНИТКО, Н. С. СОКОЛОВСКАЯ, И. В. РАДИОНОВ (Государственная администрация железнодорожного транспорта Украины) НЕОБХОДИМОСТЬ И ЦЕЛИ РЕФОРМИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В УКРАИНЕ.....	257
Н. В. СОЛОВЕЙ (Національний авіаційний університет) ФІНАНСОВА БЕЗПЕКА НА РИНКУ АВІАЦІЙНОГО СТРАХУВАННЯ БЕЗ АНОТАЦ РУС АНГЛ.....	262
Н. М. ЧИГАСОВА (НАУ) УПРАВЛІННЯ АЕРОПОРТАМИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ.....	264
К. М. ШЕРЕПА (КУЕТТ) ПРОЕКТУВАННЯ МАРКЕТИНГОВО-ЛОГІСТИЧНОГО РІШЕННЯ СТОСОВНО ВИБОРУ МАТЕРІАЛІВ, ЗАПАСНИХ ЧАСТИН І ВУЗЛІВ	269
А. В. ШУЛЬГА, А. В. ЛОГВИНЕНКО (ДИИТ) УПРАВЛЕНЧЕСКИЙ УЧЕТ, ПЛАНИРОВАНИЕ, КАЛЬКУЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ (МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ).....	271
С. В. ЯКИМЧУК (Белгородский государственный университет) ПРИГОРОДНЫЕ ПАССАЖИРСКИЕ ПЕРЕВОЗКИ – МЕЖДУНАРОДНОЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО РОССИИ И УКРАИНЫ.....	275
І. М. ЯРОВИЙ (Національний авіаційний університет) ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ПРИНЦИПІВ МІЖНАРОДНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРАЦІ В МЕХАНІЗМІ УПРАВЛІННЯ СОЦІАЛЬНО-ТРУДОВИМИ ВІДНОСИНАМИ ПІДПРИЄМСТВ АВІАЦІЙНОГО ТРАНСПОРТУ УКРАЇНИ	277

Наукове видання

В І С Н И К

**Дніпропетровського
національного університету залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна**

Випуск 18

Українською, російською та англійською мовами

Відповідальний за випуск *І. П. Корженевич*
Комп'ютерна верстка *Я. І. Заїц, Т. В. Шевченко*

Статті в збірнику друкуються в авторській редакції

Здано до набору 30.09.2007. Підписано до друку 16.11.2007. Формат 60×84 1/8.
Папір офсетний. Друк офсетний. Умов. друк. арк. 28,56.
Обл.-вид. арк. 29,77. Тираж 100 прим. Зам. № 1780. Вид. № 103.

Видавництво Дніпропетровського національного університету залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна. ДК № 1315 від 31.03.2003

Адреса видавництва та дільниці оперативної поліграфії:
49010, Дніпропетровськ, вул. Лазаряна, 2, www.diitrvv.dp.ua, admin@diitrvv.dp.ua