

ISSN 1993-9175

МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ



ВІСНИК

Дніпропетровського національного
університету залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

Випуск 28

Дніпропетровськ
2009

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

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

За загальною редакцією проф. О. М. ПШІНЬКА

Засновано в 2003 році

Випуск 28

Дніпропетровськ
2009

УДК 625.1+626.2
ББК 39.2
В 53

**ЗАСНОВНИК ТА ВИДАВЕЦЬ:
ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА**

Затверджено до друку рішенням Вченої ради Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна від 28.09.2009 р., протокол № 1

Редакційна колегія:

головний редактор – доктор технічних наук *О. М. Пішійко*;
заступник головного редактора – доктор технічних наук *С. В. Мямлін*;
відповідальний секретар – кандидат технічних наук *І. П. Корженевич*

Члени редакційної колегії:

доктор біологічних наук *А. С. Дворецький*; доктори технічних наук *Є. П. Блохін*,
В. І. Бобровський, *Б. Є. Боднар*, *А. А. Босов*, *В. О. Браташ*, *І. О. Вакуленко*, *Г. К. Гетьман*,
Л. В. Дубинець, *І. В. Жуковицький*, *В. О. Заблудовський*, *Г. І. Загарій*, *М. І. Казакевич*,
С. М. Колесов, *М. Л. Коротенко*, *М. О. Костін*, *М. Б. Курган*, *В. Д. Петренко*, *В. М. Пунагін*,
А. В. Радкевич, *А. П. Разгонов*, *В. В. Рибкін*, *В. В. Скалозуб*, *В. С. Хандецький*, *Є. М. Шафіт*;
доктори фізико-математичних наук *В. І. Гаврилюк*, *В. В. Кравець*; доктори хімічних наук
М. М. Біляєв, *С. І. Нейковський*, *О. В. Федін*; доктори економічних наук *Ю. С. Бараш*,
С. В. Каламбет, *В. І. Копитко*, *В. Д. Крамаренко*, *А. А. Покотілов*

Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Вип. 28. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2009. – 302 с.
ISSN 1993-9175

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.

**УДК 625.1+626.2
ББК 39.2**

В статьях 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.

ISSN 1993-9175

© Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн.
трансп. ім. акад. В. Лазаряна, оригінал-макет, 2009

ЗМІСТ

ГАЛУЗЬ ТЕХНІЧНИХ НАУК

РОЗДІЛ «РУХОМИЙ СКЛАД І ТЯГА ПОЇЗДІВ»

І. М. БІЛОБОРОВОДА, Ю. І. ОСЕНІН, І. І. СОСНОВ (Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, Луганськ) ОЦІНКА ОСНОВНИХ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ДИСКОВОГО ГАЛЬМА ЛОКОМОТИВА	7
В. М. БУБНОВ (ООО «ГСКБВ», Мариуполь), С. В. МЯМЛИН (ДИИТ), Н. Л. ГУРЖИ (ООО «ГСКБВ», Мариуполь) ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ШАРНИРНО СОЕДИНЕННОГО ВАГОНА-ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ КРУПНОТОННАЖНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ МОДЕЛИ 13-1839	12
В. В. БУГАЄНКО, Ю. І. ОСЕНІН (Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, Луганськ) ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ПІСКУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ПІСКОПОДАВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЛОКОМОТИВА	17
Л. Н. ДЕГТЯРЕВА, Ю. И. ОСЕНИН (Восточноукраинский национальный университет им. Владимира Даля, Луганск), С. В. МЯМЛИН (ДИИТ) МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СИЛОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОЛЕС И РЕЛЬСОВ	21
В. О. МЕЛЬНИЧУК (Укрзалізниця, Київ), А. А. МІЩЕНКО, О. М. САВЧУК (ДІТ) УДОСКОНАЛЕННЯ ПРУЖНИХ КОВЗУНІВ ТАУС	25

РОЗДІЛ «ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ»

Р. Г. КОРОБІЙОВА (ДІТ) АДЕКВАТНІСТЬ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СТАНЦІЙ	29

РОЗДІЛ «ЕЛЕКТРИЧНИЙ ТРАНСПОРТ»

А. М. АФАНАСОВ (ДИИТ) КОМПЕНСАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ПРИ ВЗАИМНОЙ НАГРУЗКЕ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОМАШИН ПО СХЕМЕ ГОПКИНСОНА	34
П. О. ЛОЗА (Придніпровська залізниця) УНІФІКАЦІЯ ВОЛЬТОДОДАТКОВИХ ПРИСТРОЇВ СТЕНДІВ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ ТЯГОВИХ ДВИГУНІВ ЕЛЕКТРОВОЗІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ	38
О. О. МАТУСЕВИЧ (ДІТ) МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРТИЗИ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ	42
А. М. МУХА (ДІТ) СТРУКТУРНА НАДІЙНІСТЬ ТЯГОВОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ БАГАТОСИСТЕМНОГО ЕЛЕКТРОВОЗА З АСИНХРОННИМИ ТЯГОВИМИ ДВИГУНАМИ	45
Ш. Н. НАСИРОВ (Азербайджанский Технический Университет, Баку, Азербайджан) ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЯХ ПОСТОЯННОГО ТОКА	53

РОЗДІЛ «ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ»

Р. С. ЛІПОВСЬКИЙ , М. І. УМАНОВ , О. В. ГУБАР , О. С. ЧЕРНИШОВА (ДІТ) ВИТРАТИ, ПОВ'ЯЗАНІ З ОПОРОМ РУХУ ВІД КОЛІЇ	58

РОЗДІЛ «ЕКОЛОГІЯ НА ТРАНСПОРТІ»

Н. Н. БЕЛЯЕВ , О. А. ВЕРГУН , Ю. В. КОВТУН (ДИИТ) МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ОКСИДА ФОСФОРА В АТМОСФЕРЕ	61
Н. Н. БЕЛЯЕВ , П. Б. МАШИХИНА (ДИИТ) ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗДУШНЫХ СТРУЙ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ИСПАРЕНИЯ ОТ ЗОНЫ РАЗЛИВА	65
Н. Н. БЕЛЯЕВ , Л. В. ПОКУТНЕВА (ДИИТ) ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АКВАТОРИИ РЕКИ	69
В. М. ЛИСНЯК (ДИИТ) ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ ПРИ АВАРИИ С ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫМ ГРУЗОМ	73
К. Д. НІКОЛАСЬВ , В. М. ІСАЄНКО (НАУ, Київ), Ю. В. ЗЕЛЕНЬКО (ДІТ) РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В ГАЛУЗІ ЕКОЛОГІЧНОГО ТУРИЗМУ	77

РОЗДІЛ «ТРАНСПОРТНЕ БУДІВНИЦТВО»

И. К. БАДАЛАХА (ДИИТ) НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ УПРУГОГО ПОЛУПРОСТРАНСТВА, НАГРУЖЕННОГО РАВНОМЕРНО РАСПРЕДЕЛЕННОЙ НАГРУЗКОЙ ПО ПЛОЩАДИ ПРЯМОУГОЛЬНИКА И ПО БЕСКОНЕЧНОЙ ПОЛОСЕ	82
І. І. КИРПА , П. О. ПШІНЬКО (ДІТ) ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЗАЛІЗОБЕТОННОГО ЗГІНАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТА, АРМОВАНОГО ЗВИЧАЙНОЮ АРМАТУРОЮ, З УРАХУВАННЯМ ЗМІН № 1 ДО СНиП 2.03.01-84*	90
А. П. ПРИХОДЬКО , Е. С. ХАРЧЕНКО (ПГАСА, Днепропетровск), А. В. КРАСНЮК (ДИИТ) МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ РЕМОНТНЫХ СОСТАВОВ	96
А. Н. ПШІНЬКО (ДИИТ), Н. В. САВИЦКИЙ (ПГАСА, Днепропетровск), А. А. ГОНЧАРЕНКО (ДИИТ) ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАВ НА СВОЙСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА, СТАБИЛИЗИРОВАННОГО ШЛАКОМ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО МАРГАНЦА	100
С. В. РАКША (ДИИТ) ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ФОРМ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ СЖАТОГО ТОНКОСТЕННОГО ШВЕЛЛЕРА ПРИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОМ МЕСТНОМ ВЫПУЧИВАНИИ	105
А. С. РАСПОПОВ (ДИИТ) СТРУКТУРА ЧАСТОТНЫХ УРАВНЕНИЙ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ	110
О. Л. ТЮТЬКІН (ДІТ) ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ ТУНЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ У ВИПАДКУ ПРОГРЕСУЮЧОГО ОБВАЛЕННЯ	116

РОЗДІЛ «МОДЕЛЮВАННЯ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТУ ТА ЕКОНОМІКИ»

С. М. БАГИРОВ , Л. М. ГАСРАТОВА (Азербайджанский Технический Университет, Баку, Азербайджан) СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНТЕРМОДАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПРОПУСКА НЕФТЕПРОДУКТОВ ЧЕРЕЗ РЕСПУБЛИКУ АЗЕРБАЙДЖАН	121
Л. М. БАНДОРІНА , Л. М. САВЧУК , Т. О. КЛИМКОВИЧ (НМетАУ, Дніпропетровськ) ПРОБЛЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКСПЕРТНО-АНАЛІТИЧНИХ ЗАВДАНЬ ІЗ УРАХУВАННЯМ ШИРОКОГО СПЕКТРА НЕЧІТКИХ ДАНИХ І ФАКТОРІВ	125
А. А. БОСОВ , Т. С. ГРИШЕЧКИНА , Л. Н. САВЧЕНКО (ДИИТ) МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАВИСИМЫХ ОТКАЗОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	129

В. В. ЖУРАВЕЛЬ (ДІТ) ТОЧНІСТЬ ГАЛЬМУВАННЯ, КІЛЬКІСТЬ ВАГОНІВ У ВІДЧЕПІ ТА ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ ГІРКИ	133
М. Е. КОЖУШКІН (Дніпропетровський транспортно-економічний коледж) ЗБАЛАНСОВАНА МОДЕЛЬ ЦІНОУТВОРЕННЯ НА БАЗІ АНАЛІЗУ ПРИБУТКОВОСТІ ЗАМОВЛЕННЯ	137
Д. М. КОЗАЧЕНКО, Г. Я. МОЗОЛЕВИЧ, О. В. ВЛАСЮК (ДІТ) МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО НАПРЯМКУ	143
А. В. КУДРЯШОВ (ДИИТ) ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ СКАТЫВАНИЯ ОТЦЕПОВ С СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРОК	149
О. Ю. ПАПАХОВ, Н. О. ЛОГВИНОВА (ДІТ) УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВЗАЄМОДІЇ ПІДПРИЄМСТВ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ НА НАПРЯМКУ ДОНБАС – КРИВБАС ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЖОРСТКОГО ГРАФІКУ РУХУ ПОЇЗДІВ	155
Л. Н. САВЧУК, Л. Н. БАНДОРІНА, Р. В. САВЧУК (НМетАУ, Дніпропетровськ) ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД В АСПЕКТЕ НОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПАРАДИГМЫ	159
Р. В. САВЧУК (НМетАУ, Дніпропетровськ) КОНЦЕПЦІЯ УПРАВЛІННЯ РЕГІОНАЛЬНИМИ ІННОВАЦІЙНИМИ ПРОЕКТАМИ	163
Е. Л. СЕМЕНЧУК (Одеський національний морський університет) ВИКОРИСТАННЯ ДИСКРИМІНАНТНОГО АНАЛІЗУ У СФЕРІ СУДНОПЛАВСТВА	167
О. Ю. СМІРНОВА (Тюменский государственный нефтегазовый университет (ТюмГНГУ), Российская Федерация) РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА ФОРМИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРУЗОВОЙ АВТОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕМЕННОГО ХАРАКТЕРА СПРОСА НА ПЕРЕВОЗКИ	171
А. В. ШВЕЦ (Одесский национальный морской университет) ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОНТЕЙНЕРОПОТОКА ИНТЕРМОДАЛЬНОГО ОПЕРАТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ	175

РОЗДІЛ «МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО»

М. М. МОРОЗ, В. В. ДРАГОБЕЦЬКИЙ, А. Г. МАРКЕВИЧ (Кременчуцький державний політехнічний університет ім. Михайла Остроградського) ЗАГАЛЬНІ ПІДХОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЛИСТОВИХ ЗАГОТОВОК	186
О. М. ШАПОВАЛОВА, А. В. ДЕЙНЕГА (Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара) ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ СЛИТКА И ВАКУУМИРОВАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ СЕРЫ В КОЛЕСНОЙ СТАЛИ МАРКИ КП-2	189
В. Д. ШЕЛЯГІН, В. Ю. ХАСКІН, О. Т. НІКУЛІН, А. В. БЕРНАЦЬКИЙ, О. В. СІОРА (Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, Київ) РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ЛАЗЕРНОЇ ПОВЕРХНЕВОЇ ОБРОБКИ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ДЕТАЛЕЙ КОЛІСНИХ ПАР ВАГОНІВ	194

ГАЛУЗЬ ЕКОНОМІЧНИХ НАУК

РОЗДІЛ «ЕКОНОМІКА ТРАНСПОРТУ»

А. В. АСАНИНА, О. М. БОГУШКО (Інститут економіки та менеджменту Національного авіаційного університету, Київ) ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ КАПІТАЛУ АВІАТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ КРИЗИ ЛІКВІДНОСТІ	199
Р. Т. БАРАН (ДП «Міжнародний аеропорт «Львів»), Л. М. БАРАН (Львівська філія ДІТУ), Є. В. МІГДАЛ (ПП «Компанія проектного управління») ПРО ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАВОВІ ЗАСАДИ НОВОЇ РЕДАКЦІЇ ПОВІТРЯНОГО КОДЕКСУ УКРАЇНИ	204
Ю. С. БАРАШ, І. П. КОРЖЕНЕВИЧ, П. А. ЛИХОПЕК (ДИИТ) СРАВНЕНИЕ ВИДОВ ТРАНСПОРТА С УЧЕТОМ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА	210
О. М. БОГУШКО (Інститут економіки та менеджменту Національного авіаційного університету, Київ) ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ ФОРМУВАННЯ ПОЗИКОВОГО КАПІТАЛУ АВІАКОМПАНІЙ В УКРАЇНІ	215

О. С. БОРИСЕНКО (Національний авіаційний університет, Київ) МЕХАНІЗМ ВЗАЄМОДІЇ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ АВІАТРАНСПОРТНОЇ ПОСЛУГИ	220
В. А. ВАСИЛЕНКО (Національний авіаційний університет, Київ) ОЦІНКА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ АВІАПІДПРИЄМСТВ У ПЕРІОД ЕКОНОМІЧНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ.....	224
Х. В. ДРЕБОТ, М. П. СНАЧОВ (ДІТ) ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ РЕЙКОВОГО ТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ	227
К. В. ЖИЖКО (Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара) ЗАКОНОДАВЧЕ РЕГУЛЮВАННЯ ІНОЗЕМНОГО ІНВЕСТУВАННЯ В УКРАЇНІ	232
С. В. КАЛАМБЕТ (ДІТ), І. М. МІРО (Дніпропетровський університет економіки і права) ФОРМУВАННЯ РИНКУ КОРПОРАТИВНИХ ОБЛІГАЦІЙ В УКРАЇНІ З МЕТОЮ ЗАЛУЧЕННЯ ІНВЕСТИЦІЙНИХ РЕСУРСІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ.....	236
Т. О. КОВАЛЬЧУК (ДІТ) ДИНАМІКА РІВНЯ ЖИТТЯ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ В УМОВАХ ФОРМУВАННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ І СТАНОВЛЕННЯ СУЧАСНИХ РИНКОВИХ ВІДНОСИН	240
Т. С. МЕЛЬНИК (Укрзалізниця, Київ), О. В. ХРИСТОФОР (ДНДЦ УЗ, Київ) МАРКЕТИНГОВІ КОНКУРЕНТНІ І БІЗНЕС-СТРАТЕГІЇ У ФОРМУВАННІ ТА ЗАХИСТІ КОНКУРЕНТНИХ ПЕРЕВАГ ЗАЛІЗНИЧНОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ	246
М. І. МІЩЕНКО (ДІТ) ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ВИТРАТ НА УТРИМАННЯ ОБ'ЄКТІВ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЦЬ.....	255
Т. В. ПОЛІШКО (ДІТ) СВІТОВИЙ ДОСВІД І ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ЗАЛІЗНИЦЬ В УКРАЇНІ	260
Н. В. РАДИОНОВА (ДИИТ) НЕОБХОДИМОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ КОНЦЕПЦИИ РАЦИОНАЛЬНОГО МАРКЕТИНГОВОГО ПОВЕДЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ	265
В. І. РОМАНКО, О. В. РОМАНКО (ДІТ) ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРАЦІ ПРАЦІВНИКІВ ЛОКОМОТИВНОГО ГОСПОДАРСТВА УКРЗАЛІЗНИЦІ	268
Н. П. СНАЧОВ, А. А. ПАШНЮК (ДИИТ) ПУТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МОТИВАЦИИ ТРУДА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ.....	273
А. В. ЧЕРЕВКО, Н. П. СНАЧОВ (ДИИТ) СОЦИАЛЬНО-ТРУДОВАЯ АДАПТАЦИЯ МОЛОДЕЖИ В УСЛОВИЯХ МИРОВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО КРИЗИСА	279
С. І. ШВЕЦЬ (ДІТ), В. В. ЖУРАВЕЛЬ (УДХТУ, Дніпропетровськ) ДОСЛІДЖЕННЯ ГОСПОДАРСЬКИХ МЕХАНІЗМІВ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТОМ ЗА КОРДОНОМ	284
В. В. ШЕВЧЕНКО (Міністерство транспорту та зв'язку України), О. М. ГНЕННИЙ (ДІТ) ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДІВ.....	287
І. В. ШЕВЧЕНКО (Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова) СОБІВАРТІСТЬ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У ФОРМУВАННІ ТАРИФІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ.....	291

І. М. БІЛОБОРОВОДА, Ю. І. ОСЕНІН, І. І. СОСНОВ (Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, Луганськ)

ОЦІНКА ОСНОВНИХ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ДИСКОВОГО ГАЛЬМА ЛОКОМОТИВА

У статті виконано тепловий (конструктивний) розрахунок рідинно-повітряного рекуперативного теплообмінника з метою оцінного визначення площ теплообмінних поверхонь і витрат теплоносіїв, необхідних для розсіювання теплової енергії, що генерується дисковим гальмом локомотива.

В статье выполнен тепловой (конструктивный) расчет жидкостно-воздушного рекуперативного теплообменника с целью оценочного определения площадей теплообменных поверхностей и расходов теплоносителей, необходимых для рассеивания тепловой энергии, генерируемой дисковым тормозом локомотива.

In the article a thermal (constructive) calculation of the liquid-air recuperative heat exchanger is executed. Its purpose was an estimation of the areas of heat-exchange surfaces and the consumption of heat carriers necessary for dissipation of thermal energy generated by a locomotive disk brake.

Основною перешкодою для збільшення гальмової потужності дискового гальма локомотива, що накладає обмеження на діапазон швидкостей, при якому він застосовується, є інтенсивне тепловиділення у контакті гальмового диска з накладками. Температури сполучених поверхонь, при цьому, досягають сотень градусів (у деяких випадках до 1000 °С), що негативно впливає на ефективність і безпеку гальмування в цілому. Здатність самого гальмового диска розсіювати тепло за рахунок конвекції та випромінювання орієнтовно становить 10...25 % від загальної кількості теплової енергії, що генерується під час гальмування (для початкової швидкості гальмування 120 км/год і середньої температури в контакті гальмового диска з легованої сталі із накладками: 400...800 °С відповідно) [1].

У даній роботі розглянуто один з можливих варіантів збільшення частки тепла, відведеного при гальмуванні, за допомогою використання системи примусового (активного) охолодження, побудованої на базі рекуперативного теплообмінного апарату.

Для визначення перспектив такого рішення необхідно провести оцінку основних теплотехнічних параметрів системи охолодження дискового гальма локомотива. До цих параметрів відносяться: величина площі поверхні теплообміну та значення кінцевих температур теплоносіїв, що визначають кількість відведеного тепла. Їх можна знайти за допомогою теплового розрахунку зазначеного теплообмінного апарата.

Спосіб відбору тепла з області контакту і його передача гарячому теплоносієві, у загальному випадку за інших рівних умов, не буде впливати на роботу теплообмінного апарата. Тому проведемо оцінний тепловий розрахунок, не уточнюючи яким чином тепло передається гарячому теплоносієві, а його первісну температуру (на вході в теплообмінний апарат) будемо вважати відомою.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ТЕПЛОВОГО РОЗРАХУНКУ

У цей час найбільш часто використовуються два методи теплового розрахунку рекуперативних теплообмінних апаратів (далі теплообмінника): метод середнього температурного напору і метод теплової ефективності [2]. Для попередньої оцінки вибір методу не має принципового значення, тому зупинимось на першому варіанті.

Основними розрахунковими рівняннями є: рівняння теплопередачі:

$$Q = \int_0^F k_i \cdot \Delta t_i \cdot dF_i = k \cdot \Delta t \cdot F, \quad (1)$$

і рівняння теплового балансу:

$$Q_1 = Q_2 + \Delta Q,$$

де Q_1 , Q_2 – кількість теплоти, відданої гарячим і сприйнятої холодним теплоносіями відповідно;

ΔQ – втрати теплоти в навколишнє середовище.

$$Q_1 = G_1 \cdot \delta i_1 = G_1 \cdot c_{p1}(t_1' - t_1'');$$

$$Q_2 = G_2 \cdot \delta i_2 = G_2 \cdot c_{p2}(t_2'' - t_2'), \quad (2)$$

тут і далі індекс «1» відповідає гарячому теплоносієві (що переносить тепло від гальмового диску до теплообмінника), індекс «2» - холодному теплоносієві (охладжуючому теплообмінник);

G_1, G_2 – масові витрати теплоносіїв;

$\delta i_1, \delta i_2$ – зміна ентальпій теплоносіїв;

c_{p1}, c_{p2} – питомі ізобарні теплоємності теплоносіїв;

t_1', t_1'' – температури гарячого теплоносія на вході і виході з теплообмінника відповідно;

t_2', t_2'' – температури холодного теплоносія на вході і виході з теплообмінника відповідно;

k – сумарний (повний) коефіцієнт теплопередачі теплообмінника;

F – теоретична площа поверхні теплообміну.

Рівняння (2) у такій формі можна використовувати за умови відсутності фазових перетворень теплоносія.

У якості перепаду температур Δt (температурного напору) у рівнянні (1) необхідно використовувати середньоінтегральну різницю температур теплоносіїв по довжині теплообмінника. Її значення залежить, за інших рівних умов, від схеми руху теплоносія в теплообміннику. Для випадку протитечії (гарячий і холодний теплоносії рухаються паралельно в одному напрямку) і протитечії (гарячий і холодний теплоносії рухаються паралельно назустріч один одному) існують аналітичні вирази, що приблизно визначають величину Δt [3]:

- протитечія:

$$\Delta t = \frac{(t_1' - t_2') - (t_1'' - t_2'')}{\ln \frac{t_1' - t_2''}{t_1'' - t_2'}};$$

- протитечія:

$$\Delta t = \frac{(t_1' - t_2'') - (t_1'' - t_2')}{\ln \frac{t_1' - t_2''}{t_1'' - t_2'}}. \quad (3)$$

У теплообмінниках з перехресною й більш складною схемами руху теплоносіїв, рівняння для визначення величини Δt досить громіздкі. Тому їх представляють у вигляді графіків. Для ряду схем такі графіки наведені, наприклад, в [4]. З їхньою допомогою розрахунок середньо-

го температурного напору Δt здійснюється в такий спосіб. Спочатку за формулою (3) обчислюється значення Δt , як для чисто протитечійної схеми руху теплоносія, потім знаходять допоміжні величини P та R :

$$P = \frac{t_2'' - t_2'}{t_1' - t_2'}; \quad R = \frac{t_1' - t_1''}{t_2'' - t_2'}. \quad (4)$$

За цими даними з відповідного графіка визначають величину поправки $\varepsilon_{\Delta t} = f(P, R)$, після чого середній температурний напір Δt знаходять за формулою:

$$\Delta t = \varepsilon_{\Delta t} \cdot \frac{(t_1' - t_2'') - (t_1'' - t_2')}{\ln \frac{t_1' - t_2''}{t_1'' - t_2'}}. \quad (5)$$

Для обчислення невідомих температур теплоносіїв на виході з теплообмінника, які необхідні для розрахунку величини Δt , використовують наступне співвідношення:

$$\frac{t_1' - t_1''}{t_2'' - t_2'} = \frac{W_2}{W_1},$$

де W_1, W_2 – водяний еквівалент для гарячого і холодного теплоносіїв відповідно. У загальному випадку: $W = G \cdot c_p$, де G – масова витрата теплоносія.

Представлені вище рівняння дозволяють оцінити значення основних параметрів системи охолодження, побудованої на основі рекуперативного теплообмінника. Необхідно відзначити, що погрішність при використанні наведених вище розрахункових залежностей може досягати 10...25 %, що пояснюється їхньою придатністю для випадку ідеальних умов: чистих теплоносіїв, строго однакових умов обтікання поверхонь теплообміну, відсутності теплових втрат і т.д. Точна оцінка можлива тільки при експериментальному дослідженні. Однак для одержання попереднього результату дана методика цілком годиться, що підтверджується досвідом її використання при проектуванні теплообмінних апаратів [5].

ВИХІДНІ ДАНІ ТА РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ

Найпоширенішим теплоносієм, що застосовується в температурному інтервалі 0...95 °C (273...368 °K) і за нормального атмосферного тиску (~100 кПа), є вода. Її використання має ряд позитивних і негативних сторін, розгляд яких є окремою темою та виходить за рамки

даної роботи. Однак, за сукупністю теплофізичних властивостей і міркувань економічного та екологічного характеру, вода в зазначеному робочому діапазоні температур і тисків є оптимальним теплоносієм.

Також, для порівняння, як теплоносій розглянемо одну з розповсюджених сучасних охолодних рідин – водяний розчин пропіленгликолю ($C_3H_6(OH)_2$, варіант антифризу, також відомий, як харчова добавка E1520), об'ємна частка пропіленгликолю в розчині 47 %. Це відповідає нижній температурі експлуатації теплоносія – 30 °C (243 °K).

Для охолодження гарячого теплоносія будемо використовувати атмосферне повітря.

У якості робочих температур були обрані наступні значення: $t_1' = 90$ °C (363 °K) – температура гарячого теплоносія (води або пропіленгликолю) на вході в теплообмінник; $t_1'' = 40$ °C (313 °K) – температура гарячого теплоносія на виході з теплообмінника; $t_2' = 25$ °C (298 °K) – температура холодного теплоносія (повітря) на вході в теплообмінник.

В якості робочого тиску для теплоносіїв було використано значення: $1,014 \cdot 10^5$ Па (760 мм рт. ст., абсолютне значення).

У тепловому розрахунку враховувався вплив температури на властивості теплоносіїв (питомої маси та ізобарної теплоємності).

Один з основних параметрів, що визначають кількість теплової енергії, переданої гарячим теплоносієм холодному – їхня витрата. Використовувані в розрахунках значення витрат теплоносіїв обрані таким чином, щоб забезпечити відвід теплової енергії в діапазоні до 100 кВт, це становить приблизно 50 % теплової енергії, що генерується гальмовим диском при гальмуванні з початковою швидкістю 120 км/год [1, 6].

Величина коефіцієнта теплопередачі k , що входить у формулу (1), змінювалася в діапазоні 10...40 Вт/(м²·K), що згідно даним [2, 5] відповідає середньому діапазону значень даного коефіцієнта при теплообміні між зазначеними рідинами та повітрям.

Для попереднього урахування неідеальності умов роботи реального теплообмінника отримані значення площ теплообміну були збільшені на 20 % (згідно рекомендацій [4, 5]).

У якості схем руху теплоносіїв використалися два основних варіанти: прямотечія і протитечія. Для перехресного струму і більш складних схем обумовлені параметри теплового розрахунку будуть мати проміжні значення між

такими, що отримані у випадках прямотечії і протитечії.

Результати розрахунків з визначення площі поверхні теплообміну залежно від кількості відведеної теплової енергії, при постійних значеннях коефіцієнту теплопередачі k , показані на рис. 1.

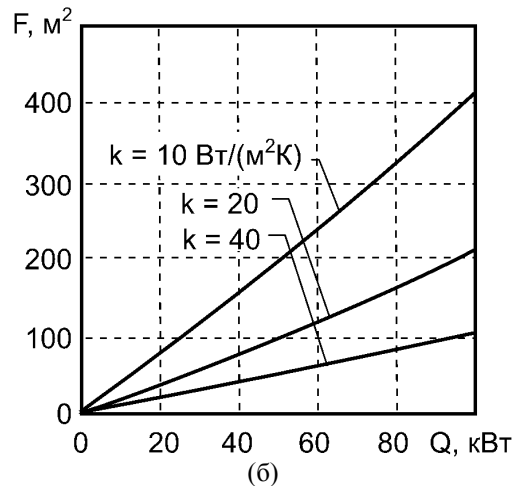
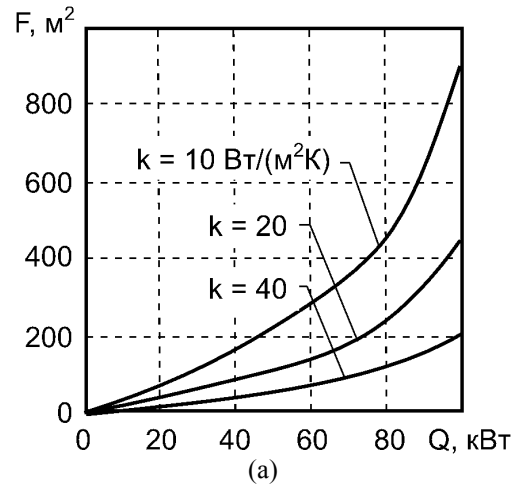


Рис. 1. Площа поверхні теплообміну залежно від кількості теплової енергії, що відводиться, за різних значень коефіцієнта теплопередачі для прямотечії (а) і протитечії (б)

Вигляд залежностей, показаних на рис. 1, є практично ідентичним для обох гарячих теплоносіїв (різниця не перевищує 3 % при максимальних витратах теплоносіїв). Це пояснюється тим, що хоча ізобарна теплоємність води вище такої у пропіленгликолю, останній має більшу за тих самих умов питому масу.

Використовувані значення витрат теплоносіїв змінювалися в межах: $2 \cdot 10^{-5}$... $5 \cdot 10^{-4}$ м³/с (0,02...0,53 кг/с), для гарячого теплоносія і 1,39...6,11 м³/с (1,65...6,58 кг/с) для холодного теплоносія.

Для відводу 100 кВт теплової енергії необхідні максимальні із зазначених вище значень

витрат теплоносіїв. Співвідношення масових витрат гарячого і холодного теплоносіїв, необхідне для відводу заданої кількості теплової енергії, показано на рис. 2.

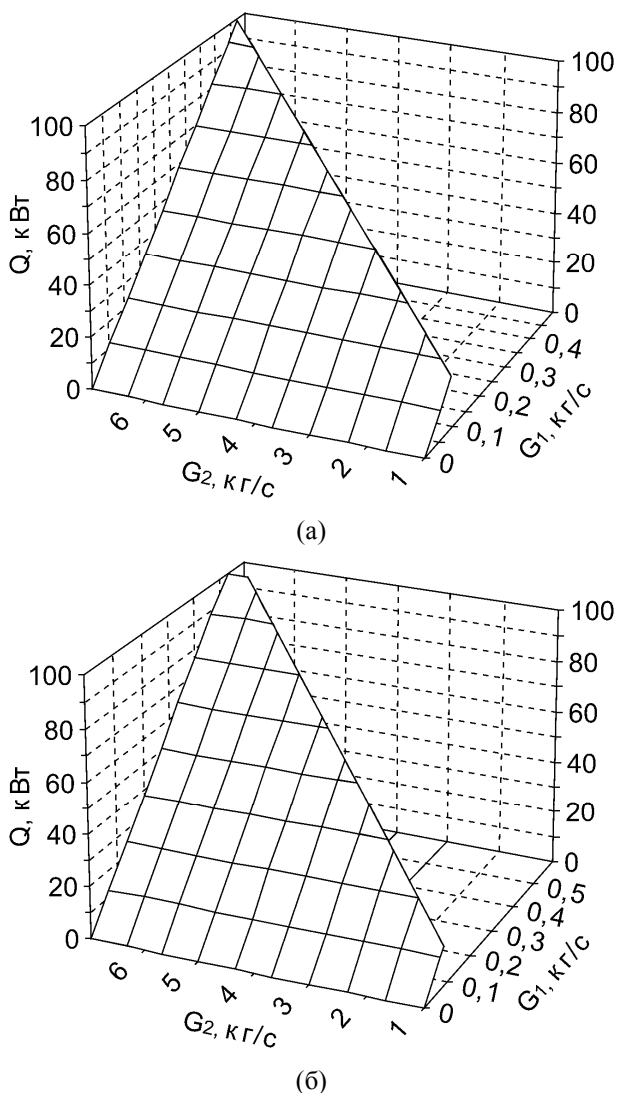


Рис. 2. Залежність теплової енергії, що відводиться, від масових витрат холодного (G_1) і гарячого (G_2) теплоносіїв:
а) вода; б) пропіленгликоль

Видно, що за інших рівних умов вода дозволяє відводити більшу кількість теплової енергії порівняно з пропіленгликолем (приблизно на 10 %). Дані графіки також дозволяють визначити мінімальне співвідношення масових витрат теплоносіїв, необхідних для передачі заданої кількості теплової енергії.

Для перехресної схеми руху теплоносіїв порівняльний коефіцієнт $\varepsilon_{\Delta t}$, обумовлений значенням величин (4), близький до одиниці для заданих вихідних даних. Отже, середній температурний напір Δt , що обчислюють за рівнянням (5), для перехресної схеми руху теплоносіїв

та інші параметри теплового розрахунку відповідають таким для розглянутого випадку протитечії.

Розрахункове значення температури холодного теплоносія на виході з теплообмінника t_2'' за розглянутих умов перебувало у межах 26...40 °C (299...313 °K).

ВИСНОВКИ

Результати оцінних теплових розрахунків дозволяють зробити висновок про те, що використовуючи у якості теплоносіїв воду або близьку до неї за теплофізичними властивостями рідину з максимальною температурою 90 °C (363 °K), охолоджувану атмосферним повітрям при початковій його температурі 25 °C (298 °K), для розсіювання 100 кВт теплової енергії необхідна площа поверхні теплообміну у випадку прямоточної схеми 190...960 м² (коефіцієнт теплопередачі змінюється в межах 10...40 Вт/(м²·K), витрата рідини $2 \cdot 10^{-5}$... $5 \cdot 10^{-4}$ м³/с, витрата повітря 6,11 м³/с). Для випадку протитечії та перехресної схем руху теплоносіїв 100...420 м² за тих самих умов. Прямоточна схема, у цьому випадку, не виправдовує свого використання.

Необхідно враховувати, що значення коефіцієнтів теплопередачі, використовувані вище, дані для умов рівності площ поверхонь теплообміну, що омиваються гарячим і холодним теплоносіями (наприклад, гарячий теплоносій рухається в тонкостінних трубах, які зовні омиває холодний теплоносій) і стаціонарному режимі роботи. Таким чином, оцінені найбільші можливі значення площ, необхідних для відводу теплової енергії, що генерується гальмовим диском локомотива та накладкою (за умови відсутності забруднень поверхонь теплообміну та рідин). Для поверхонь теплообміну більш складних форм (наприклад з розвиненим ребренням) коефіцієнт теплопередачі може бути більше вказаних вище значень, відповідно, у тому ж відношенні зменшиться площа поверхні теплообміну, необхідна для відводу тієї ж кількості теплової енергії. Ці поверхні теплообміну можуть бути досить компактними для розміщення на локомотиві, а частка тепла, що відводиться, істотна. Наприклад, відвід 50 кВт (це становить, приблизно, 25 % від загальної кількості теплової енергії, що генерується гальмовим диском при гальмуванні з початковою швидкістю 120 км/год), за описаних вище умов, може бути забезпечений рідинно-повітряним теплообмінником із наступними габаритами:

0,340 × 0,875 × 0,925 м (площа поверхні 82 м², коефіцієнт теплопередачі 38 Вт/(м²·К), маса порожнього 90 кг) при використанні вентилятора з продуктивністю 4750 м³/год (за даними фірми Hans Guntner, Німеччина) і витратою гарячого теплоносія (води) 1,02 м³/год. Можливі й більш компактні рішення.

У результаті, можна констатувати, що відвід теплової енергії, яка генерується при гальмуванні дисковим гальмом локомотива, цілком можливий (з теплотехнічних позицій) за рахунок системи активного рідинно-повітряного охолодження. Прогнозований позитивний ефект виправдовує роботи в цьому напрямку.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Білобородова, І. М. Оцінка здатності гальмівного диска локомотива розсіювати тепло [Текст] / І. М. Білобородова // Вісник Східноукр. нац. ун-

- ту. ім. В. Даля. – 2008. – № 8 (126), Ч. II. – С. 190-197.
2. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника [Текст] : справочник / под общ. ред. В. А. Григорьева, В. М. Зорина. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1991.
3. Теплотехника [Текст] / В. Н. Луканин и др.; под ред. В. Н. Луканина. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2000. – 671 с.
4. Михеев, М. А. Основы теплопередачи [Текст] / М. А. Михеев, И. М. Михеева. – 2-е изд. – М.: Энергия, 1977. – 344 с.
5. Виноградов, С. Н. Выбор и расчет теплообменников [Текст] / С. Н. Виноградов, К. В. Таранцев, О. С. Виноградов. – Пенза: Пензенский гос. ун-т, 2001. – 100 с.
6. Potential and limits of opportunities of the block brake [Текст] / H.-R. Ehlers et al. // Glasers Annalen. – 2002. – # 6/7. – S. 290-300.

Надійшла до редколегії 18.03.2009.

Прийнята до друку 09.04.2009.

В. М. БУБНОВ (ООО «ГСКБВ», Мариуполь), С. В. МЯМЛИН (ДИИТ),
Н. Л. ГУРЖИ (ООО «ГСКБВ», Мариуполь)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ШАРНИРНО СОЕДИНЕННОГО ВАГОНА-ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ КРУПНО-ТОННАЖНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ МОДЕЛИ 13-1839

Робота присвячена експериментальним дослідженням дослідного зразка шарнірно з'єднаної платформи. Розглянуто обсяг і порядок проведення попередніх випробувань, комбінації дослідних навантажень. Виділено місця встановлення тензOMETричних датчиків, а також місця, в яких зареєстровані максимальні еквівалентні напруження. Проаналізовано збіжність результатів випробувань з результатами теоретичних розрахунків.

Работа посвящена экспериментальным исследованиям опытного образца шарнирно соединенной платформы. Рассмотрены объем и порядок проведения предварительных испытаний, комбинации испытательных нагрузок. Выделены места установки тензометрических датчиков, а также места, в которых зарегистрированы максимальные эквивалентные напряжения. Проанализирована сходимость результатов испытаний с результатами теоретических расчетов.

The work is devoted to experimental researches of pre-production model of swing-joint platform. An amount and order of conducting the preliminary tests, combinations of the test loadings are considered. The locations of setting the sensors as well as the locations of registered maximum equivalent tensions are selected. The convergence of results of tests with the results of theoretical calculations is analyzed.

Транспортировка контейнеров – наиболее динамично развивающийся сектор железнодорожных перевозок. В России стабильный рост объемов контейнерных перевозок по железной дороге наблюдается с 1995 г. – если в 1997 г. в контейнерах перевозилось 7,2 млн т грузов, то в 2005 г. – уже 20,8 млн т. А к 2010 г. прогнозируется увеличение объемов перевозок до 30 млн т [1]. Рост объемов железнодорожных контейнерных перевозок, конкуренция со стороны автомобильного транспорта и требования грузовладельцев по сокращению времени доставки груза создают предпосылки для разработки вагоностроителями новых моделей контейнерных платформ, обладающих большей грузоместимостью. В зависимости от потребностей и с учетом условий эксплуатации компании-перевозчики предъявляют следующие требования к вновь создаваемым платформам. Основное назначение вагона – перевозка двух 40-футовых контейнеров, возможная перевозка четырех 20-футовых контейнеров массой брутто не менее 16 т. Погрузочная длина такой платформы должна составлять около 24,5 м, а база вагона – около 19 м. При такой длине должна быть обеспечена не только прочность, но и жесткость конструкции [2].

Проанализировав тенденции развития рынка, можно констатировать, что вагоностроительные заводы России и Украины уже разработали и поставили на производство ряд моде-

лей с погрузочной длиной 80 футов. Недостатком таких платформ является невозможность одновременно перевозить четыре 20-футовых контейнера, загруженных до максимальной массы брутто 24 т. Опираясь на зарубежный опыт, ОАО «Азовмаш» разработало принципиально новую для СНГ конструкцию шарнирно соединенной платформы для перевозки крупнотоннажных контейнеров модели 13-1839 [3, 4]. Использование двух секций с общей погрузочной длиной 80 футов, установленных на трех тележках, позволяет существенно увеличить грузоподъемность платформы. Кроме того, значительно уменьшается прогиб каждой секции за счет уменьшения их базы до 12 м.

Общий вид платформы приведен на рис. 1.

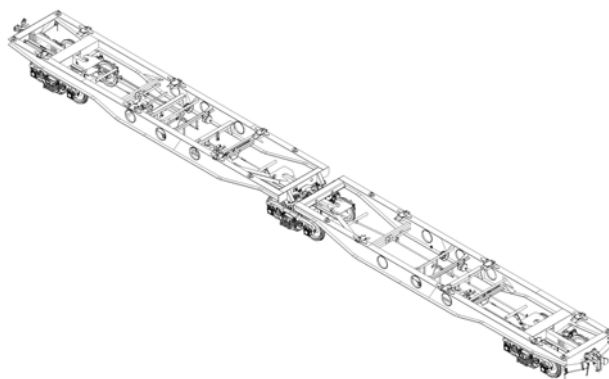


Рис. 1. Общий вид вагона-платформы для крупнотоннажных контейнеров модели 13-1839

© Бубнов В. М., Мямлин С. В., Гуржи Н. Л., 2009

Основные технические характеристики вагона-платформы секционной для крупнотоннажных контейнеров модели 13-1839 представлены в табл. 1.

Таблица 1

Основные технические характеристики вагона-платформы

Наименование параметра (размера), единицы измерения	Значение параметра (размера)
Ширина колеи, мм	1520
Максимальная грузоподъемность, т	109,5
Масса тары, т	30,7
Максимальная расчетная статическая нагрузка от колесной пары на рельсы, тс	23,5
Длина платформы по осям сцепления автосцепок, м	29,16
База платформы, м	24,0
Длина рамы по балкам передним, м	28,0
Длина секции, мм	13622
База секции, мм	12000
Ширина платформы (максимальная), мм	3004
Минимальные радиусы кривых участков пути, м:	
а) при проезде в сцепе:	
1) участка сопряжения кривой и прямой	80
2) S-образной кривой	120
б) при проходе одиночной платформы круговой кривой	60
в) автоматическое сцепление на участке сопряжения прямой и кривой	135
Габарит	1-ВМ
Конструкционная скорость, км/ч	120
Срок службы, лет	32

На ОАО «Азовмаш» был изготовлен опытный образец платформы модели 13-1839. В 2009 году платформа прошла предварительные испытания. Испытания платформы проводились в испытательном центре «Азовмаш-тест», являющегося структурным подразделением ОАО «Азовмаш» в соответствии с «Программой и методикой предварительных испытаний 1839.00.000 ПМ1».

Методика испытаний разработана исходя из требований нормативной документации [5, 6].

В объем испытаний опытного образца платформы были включены статические испытания на прочность, испытания на соударение, стационарные тормозные испытания, испытания по прохождению кривых малого радиуса, испытания по прохождению сортировочных гор.

Перед началом испытаний опытного образца платформы был произведен внешний осмотр, визуально определено ее техническое состояние и был выполнен замер толщин элементов рам.

Подготовка поверхностей, наклейка тензорезисторов и их изоляция от воздействия окружающей среды производилась в соответствии с инструкцией по наклейке тензорезисторов [7]. Перед началом испытаний на соударение визуально проверялось состояние сварных швов, резьбовых соединений, узлов и элементов крепления оборудования.

Основными задачами предварительных испытаний являются следующие:

- исследование и оценка напряженного состояния конструкции платформы и ее узлов при действии заданных статических нагрузок, имитирующих основные расчетные эксплуатационные нагрузки;

- исследование и оценка напряженного состояния, проверка прочности конструкции платформы и ее сборочных единиц при действии нормируемых ударных нагрузок;

- оценка технического состояния, проверка функционирования и соответствия устройств и приборов тормозного оборудования технической документации на платформу, определение основных характеристик тормозной системы в стационарных условиях, оценка тормозной эффективности платформы, проверка расчетным путем возможности удержания платформы стояночным тормозом на предусмотренном техническим заданием уклоне (30 ‰);

- проверка прохождения и автоматического сцепления платформы в кривых расчетных радиусов, проверка обеспечения прохода без саморасцепа платформы через сортировочные горки.

Деформации в элементах конструкции платформы регистрируются при создании следующих испытательных нагрузок:

- вертикальной статической от загрузки платформы двумя 40-футовыми контейнерами до номинальной грузоподъемности 109,5 т;

- вертикальной статической от загрузки платформы четырьмя 20-футовыми контейне-

рами-цистернами до номинальной грузоподъемности 109,5 т;

- продольных сжимающих сил, равных 1,0 МН и 2,5 МН, приложенных к упорам автосцепок платформы;

- продольных растягивающих сил, равных 1,0 МН и 2,0 МН, приложенных к упорам автосцепок платформы;

- вертикальной нагрузки 0,25 МН, приложенной под розетку автосцепки, для имитации вертикальной составляющей продольной силы, вызванной разностью уровней автосцепок соседних вагонов 100 мм (платформа загружена до номинальной грузоподъемности);

- горизонтальной, перпендикулярной оси платформы, нагрузки 0,25 МН, приложенной к головке автосцепки для имитации поперечных составляющих продольных сил, возникающих при движении на кривых участках пути;

- подъем загруженной до номинальной грузоподъемности платформы одним домкратом под один конец шкворневой балки (для регулировки скользунов);

- подъем загруженной до номинальной грузоподъемности платформы двумя домкратами под оба конца одной шкворневой балки (для выкатки тележки).

Для получения достоверных результатов при каждом режиме нагружения регистрация показаний проводится не менее трех раз при стабильных показаниях приборов.

На рис. 2 приведен опытный образец платформы в стенде для проведения статических испытаний на прочность.



Рис.2. Вагон-платформа модели 13-1839 в испытательном стенде

Статические испытания на прочность платформы проводятся в специально выделенном помещении, в котором поддерживается температура и влажность окружающей среды, обеспечивающие работу применяемых средств измерения в пределах паспортных данных. При испытаниях платформы использовались прибо-

ры и оборудование, которые прошли государственную метрологическую поверку [8].

Измерение деформаций производится в следующих зонах: хребтовая балка в районе корпуса с адаптером, в зоне передних и задних упоров, у шкворневой балки; шкворневая балка в зоне пересечения с хребтовой и боковыми балками; боковые балки в консольной части, в районе шкворневой, в средней части; раскосы; передняя балка. На рис. 3 приведены схемы расстановки датчиков на платформе.

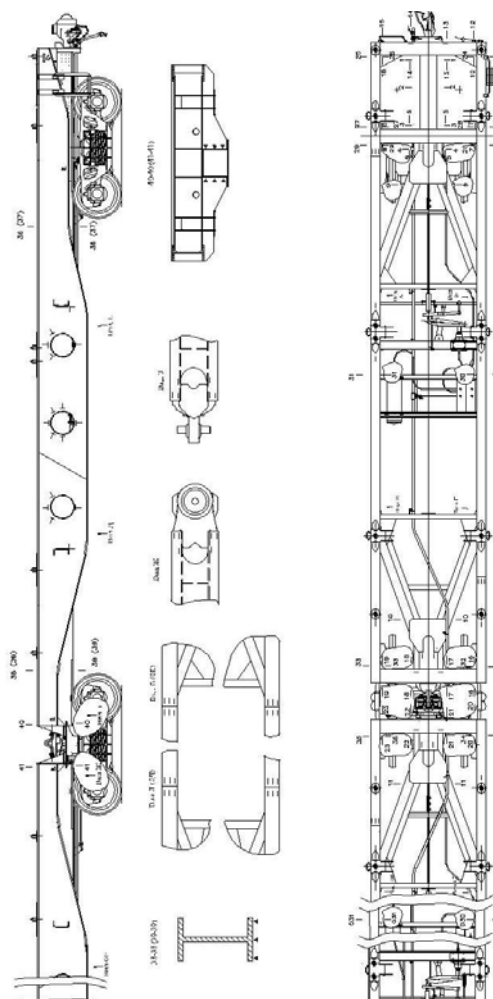


Рис. 3. Расстановка датчиков на вагоне-платформе модели 13-1839

Испытания на прохождение кривых малого радиуса проведены на аттестованных участках пути ОАО «Азовмаш», имеющих круговые и S-образные кривые расчетных радиусов. На рис. 4 приведена сочлененная платформа, проходящая кривые малого радиуса.

Материалы элементов конструкции платформы и допускаемые напряжения для расчетных режимов приведены в табл. 2.

Оценка напряженного состояния конструкции платформы производится путем сравнения

величин эквивалентных напряжений от возможного в эксплуатации наиболее неблагоприятного сочетания одновременно действующих нагрузок с допускаемыми напряжениями.



Рис. 4. Вагон-платформа модель 13-1839 при прохождении кривых малого радиуса

Таблица 2

Материалы элементов конструкции платформы и допускаемые напряжения

Наименование узлов и элементов, материал	Предел текучести σ_T , МПа	Допускаемые напряжения $[\sigma]$, МПа		
		удар	I режим, ремонтные режимы	III режим
Шкворневая и хребтовая балки, верхний и нижний листы боковой балки, сталь 09Г2С-14	325	325	$0,9\sigma_T$ 292,5	195
Передние и промежуточные балки, толщиной не более 10мм, сталь 09Г2С-14	345	345	$0,95\sigma_T$ 327,8	220

Напряженное состояние элементов конструкции платформы оценивается при I, III и ремонтных режимах эксплуатации.

Максимальные эквивалентные напряжения при загрузке платформы четырьмя 20-футовыми контейнерами зафиксированы в точках, представленных в табл. 3, для загрузки платформы двумя 40-футовыми контейнерами – в табл. 4. Для сравнения в скобках приведены расчетные значения напряжений в этих же точках.

Как видно из приведенных таблиц, разница между значениями эквивалентных напряжений, полученных испытательным и расчетным путем, составляет 10...15 %. Достаточно высокая

сходимость результатов свидетельствует о достоверности предварительных расчетов.

Таблица 3

Максимальные эквивалентные напряжения в элементах платформы, при загрузке ее 20-футовыми контейнерами

№ тензодатчика	Места расположения тензодатчика на раме платформы и значения экспериментальных (расчетных) напряжений
354	Хребтовая балка (нижняя полка) $\sigma_{\text{экв I раст.}} = 121,60 \text{ МПа}$ (131,8 МПа) $\sigma_{\text{экв I сж.}} = 95,86 \text{ МПа}$ (81,2 МПа) $\sigma_{\text{экв III раст.}} = 146,85 \text{ МПа}$ (131,8 МПа) $\sigma_{\text{экв III сж.}} = 60,36 \text{ МПа}$ (61,3 МПа) $\sigma_{\text{экв ремонт.}} = 29,51 \text{ МПа}$ (21,3 МПа)
36	Центральная балка в зоне сочленения (нижняя полка) $\sigma_{\text{экв I раст.}} = 155,59 \text{ МПа}$ (120,3 МПа) $\sigma_{\text{экв I сж.}} = 124,09 \text{ МПа}$ (122,3 МПа) $\sigma_{\text{экв III раст.}} = 77,81 \text{ МПа}$ (86,3 МПа) $\sigma_{\text{экв III сж.}} = 62,99 \text{ МПа}$ (64,3 МПа) $\sigma_{\text{экв ремонт.}} = 27,21 \text{ МПа}$ (26,3 МПа)
92	Раскосы в зоне хребтовой балки (вертикальная полка) $\sigma_{\text{экв I раст.}} = 98,20 \text{ МПа}$ (92,8 МПа) $\sigma_{\text{экв I сж.}} = 127,32 \text{ МПа}$ (128,4 МПа) $\sigma_{\text{экв III раст.}} = 71,79 \text{ МПа}$ (61,8 МПа) $\sigma_{\text{экв III сж.}} = 99,76 \text{ МПа}$ (93,5 МПа) $\sigma_{\text{экв ремонт.}} = 26,78 \text{ МПа}$ (23,4 МПа)
335	Боковая балка в зоне окон (вертикальная полка) $\sigma_{\text{экв I раст.}} = 163,41 \text{ МПа}$ (157,4 МПа) $\sigma_{\text{экв I сж.}} = 93,10 \text{ МПа}$ (97,8 МПа) $\sigma_{\text{экв III раст.}} = 126,49 \text{ МПа}$ (123,4 МПа) $\sigma_{\text{экв III сж.}} = 53,37 \text{ МПа}$ (51,8 МПа) $\sigma_{\text{экв ремонт.}} = 43,76 \text{ МПа}$ (44,4 МПа)
394	Боковая балка посередине секции (нижний пояс) $\sigma_{\text{экв I раст.}} = 156,78 \text{ МПа}$ (133,2 МПа) $\sigma_{\text{экв I сж.}} = 35,26 \text{ МПа}$ (32,1 МПа) $\sigma_{\text{экв III раст.}} = 126,53 \text{ МПа}$ (118,1 МПа) $\sigma_{\text{экв III сж.}} = 66,85 \text{ МПа}$ (64,7 МПа) $\sigma_{\text{экв ремонт.}} = 66,13 \text{ МПа}$ (60,4 МПа)
132	Поперечная балка в зоне сочленения (вертикальный лист) $\sigma_{\text{экв I раст.}} = 73,95 \text{ МПа}$ (63,4 МПа) $\sigma_{\text{экв I сж.}} = 134,54 \text{ МПа}$ (128,9 МПа) $\sigma_{\text{экв III раст.}} = 118,54 \text{ МПа}$ (116,7 МПа) $\sigma_{\text{экв III сж.}} = 158,78 \text{ МПа}$ (139,4 МПа) $\sigma_{\text{экв ремонт.}} = 94,83 \text{ МПа}$ (87,9 МПа)

Таблица 4

**Максимальные эквивалентные напряжения
в элементах платформы, при ее загрузке
40-футовыми контейнерами**

№ тензодатчика	Места расположения тензодатчика на раме платформы и значения экспериментальных (расчетных) напряжений
353	Хребтовая балка (нижняя полка) $\sigma_{\text{экв I раст.}} = 123,50 \text{ МПа}$ (136,2 МПа) $\sigma_{\text{экв I сж.}} = 124,89 \text{ МПа}$ (126,4 МПа) $\sigma_{\text{экв III раст.}} = 38,59 \text{ МПа}$ (32,5 МПа) $\sigma_{\text{экв III сж.}} = 62,27 \text{ МПа}$ (65,8 МПа) $\sigma_{\text{экв ремонт.}} = 9,52 \text{ МПа}$ (12,1 МПа)
36	Центральная балка в зоне сочленения (нижняя полка) $\sigma_{\text{экв I раст.}} = 160,64 \text{ МПа}$ (136,4 МПа) $\sigma_{\text{экв I сж.}} = 118,57 \text{ МПа}$ (120,2 МПа) $\sigma_{\text{экв III раст.}} = 88,46 \text{ МПа}$ (83,4 МПа) $\sigma_{\text{экв III сж.}} = 63,78 \text{ МПа}$ (65,9 МПа) $\sigma_{\text{экв ремонт.}} = 11,38 \text{ МПа}$ (11,1 МПа)
87	Раскосы в зоне хребтовой балки (вертикальная полка) $\sigma_{\text{экв I раст.}} = 86,57 \text{ МПа}$ (81,9 МПа) $\sigma_{\text{экв I сж.}} = 122,81 \text{ МПа}$ (129,2 МПа) $\sigma_{\text{экв III раст.}} = 66,50 \text{ МПа}$ (59,1 МПа) $\sigma_{\text{экв III сж.}} = 120,06 \text{ МПа}$ (112,9 МПа) $\sigma_{\text{экв ремонт.}} = 20,24 \text{ МПа}$ (23,3 МПа)
338	Боковая балка в зоне окон (вертикальная полка) $\sigma_{\text{экв I раст.}} = 95,25 \text{ МПа}$ (99,1 МПа) $\sigma_{\text{экв I сж.}} = 178,13 \text{ МПа}$ (179,7 МПа) $\sigma_{\text{экв III раст.}} = 68,84 \text{ МПа}$ (75,6 МПа) $\sigma_{\text{экв III сж.}} = 84,22 \text{ МПа}$ (80,0 МПа) $\sigma_{\text{экв ремонт.}} = 25,12 \text{ МПа}$ (22,4 МПа)
389	Боковая балка в зоне приварки раскосов (вертикальная полка) $\sigma_{\text{экв I раст.}} = 140,31 \text{ МПа}$ (128,2 МПа) $\sigma_{\text{экв I сж.}} = 111,59 \text{ МПа}$ (129,2 МПа) $\sigma_{\text{экв III раст.}} = 59,34 \text{ МПа}$ (55,3 МПа) $\sigma_{\text{экв III сж.}} = 85,57 \text{ МПа}$ (79,7 МПа) $\sigma_{\text{экв ремонт.}} = 13,05 \text{ МПа}$ (15,2 МПа)
134	Поперечная балка в зоне сочленения (вертикальный лист) $\sigma_{\text{экв I раст.}} = 58,13 \text{ МПа}$ (54,7 МПа) $\sigma_{\text{экв I сж.}} = 85,75 \text{ МПа}$ (94,3 МПа) $\sigma_{\text{экв III раст.}} = 59,03 \text{ МПа}$ (52,1 МПа) $\sigma_{\text{экв III сж.}} = 41,26 \text{ МПа}$ (49,6 МПа) $\sigma_{\text{экв ремонт.}} = 48,54 \text{ МПа}$ (41,5 МПа)

На основании результатов проведенных предварительных испытаний опытного образца

вагона-платформы можно сделать следующие **выводы:**

- во всех исследованных зонах конструкции вагона-платформы для крупнотоннажных контейнеров эквивалентные напряжения не превышают допускаемые значения при всех режимах нагружения;
- при испытаниях на соударения остаточные деформации отсутствуют;
- обеспечивается проход платформой кривых малого радиуса, как в сцепе, так и одиночного вагона.
- удовлетворительные результаты экспериментальных исследований свидетельствуют о правильном выборе технических решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Меркушева, В. Контейнерный рай не за горами? [Текст] / В. Меркушева // РЖД-Партнер. – 2004. – № 9. – С. 152-158.
2. Киякк, К. В. Анализ требований к конструкции новых длиннобазных платформ для перевозки контейнеров и первые результаты их внедрения [Текст] / К. В. Киякк // Повышение эффективности эксплуатации грузовых вагонов и совершенствование их конструкции : Сб. науч. тр. – СПб., 2006. – С.57-65.
3. Пат. 43163 Україна, МПК⁹ B61D 3/00 B61F 1/00 Вагон зчленованій для перевезення великотоннажних контейнерів [Текст] / Бубнов В. М. та ін.; заявник та власник ТОВ «Головне спеціалізоване конструкторське бюро вагонобудування» – № u200900709; заявл. 30.01.09; опубл. 10.08.09, Бюл. № 15.
4. Пат. 19446 Україна, МПК⁹ B61D 12-03. Вагон зчленованій для перевезення великотоннажних контейнерів [Текст] / Тусіков Є. К. та ін.; заявник та власник ТОВ «Головне спеціалізоване конструкторське бюро вагонобудування» – № s200900687; заявл. 16.06.09; опубл. 10.09.09, Бюл. № 17.
5. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных) [Текст] / ГосНИИВ-ВНИИЖТ. – М., 1996.
6. Вагоны грузовые и пассажирские. Методы испытаний на прочность и ходовые качества (РД 24.050.37-95) [Текст]. - М., 1995.
7. Тензорезисторы КФ4 и КФ5. Техническое описание и инструкция по наклейке АЖ 62.782.00 ТО [Текст].
8. Вагон-платформа секционная для перевозки крупнотоннажных контейнеров модель 13-1839. Программа и методика предварительных испытаний 1839.00.000 ПМ1 [Текст].
9. Долматов А. А., Кудрявцев Н. Н. Динамика и прочность четырехосных железнодорожных цистерн [Текст] // Тр. ЦНИИ МПС. – 1963.

Поступила в редколлегию 14.09.2009.

Принята к печати 17.09.2009.

В. В. БУГАЄНКО, Ю. І. ОСЕНІН (Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля, Луганськ)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ПІСКУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ПІСКОПОДАВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЛОКОМОТИВА

Розглянуто процес взаємодії потоку повітря, що набігає, й частки абразивного матеріалу на ділянці шляху від вихідного отвору піскоподавальної системи до місця контакту колеса локомотива з рейкою, складена математична модель руху частки, розраховані траєкторії руху часток різних розмірів при різних величинах початкової швидкості й швидкості потоку повітря, що набігає, дані рекомендації з вибору гранулометричного складу використовуваного абразивного матеріалу.

Рассмотрен процесс взаимодействия набегающего потока воздуха и частицы абразивного материала на участке пути от выходного отверстия пескоподающей системы до места контакта колеса локомотива с рельсом, составлена математическая модель движения частицы, рассчитаны траектории движения частиц разных размеров при различных величинах начальной скорости и скорости набегающего потока воздуха, даны рекомендации по выбору гранулометрического состава используемого абразивного материала.

A process of interaction of the running-on air stream and the particle of an abrasive material on a way section from an exhaust outlet of sanding plant to a place of locomotive wheel/rail contact is considered. The mathematical model of movement of a particle is built. The trajectories of movement of particles of different sizes are calculated at various values of initial velocity and speed of a running-on air stream. Recommendations for choice of granulometric composition of the used abrasive material are given.

Для реалізації тягового зусилля й зусилля гальмування рухомого складу на залізничному транспорті широко використовується кварцовий пісок, що дозволяє підтримувати величину коефіцієнта зчеплення коліс із рейками на високому рівні. Важливою умовою ефективної роботи піскоподавальної системи є зниження втрат при доставці піску в область контакту колеса локомотива з рейкою. Кварцовий пісок, що використовується на залізничному транспорті в цей час, є полідисперсним матеріалом. Для доставки піску в область контакту на залізничному транспорті широко використовуються пневматичні системи. Характер взаємодії часток піску із транспортуючим потоком повітря такий, що частки піску різного розміру, здобувають різні по величині швидкості. На шляху від вихідного отвору піскоподавальної системи до місця контакту колеса з рейкою частки піску взаємодіють із потоком повітря, що набігає, швидкість якого визначається швидкістю руху локомотива. У зв'язку із цим, траєкторії руху часток перетерплюють зміни, що залежать від швидкості руху локомотива й розмірів часток. Технічні засоби, що дозволяють змінювати напрямок і швидкість руху часток при русі локомотива, у цей час на залізничному транспорті відсутні. Тому кількість часток піску, що попадають в область контакту, є істотно меншою

кількості подаваного піскоподавальною системою. За наявними даними, кількість піску, що не потрапляє в область контакту, становить 20...80 % (залежно від режиму руху локомотива) від загальної кількості піску, що подається під колеса рухомого складу [1].

У зв'язку із цим виникає ряд проблем, основою яких є непродуктивна витрата піску:

- забруднення піском баластової призми рейкового шляху;
- підвищений рівень зношування робочих поверхонь коліс і рейок;
- зниження реалізованого коефіцієнта зчеплення коліс із рейками;
- економічні збитки від непродуктивної витрати піску.

Вирішення цих проблем можливо за умови підвищення ефективності роботи піскоподавальної системи, що визначається співвідношенням кількості піску, яка попадає в область контакту, до загальної кількості подаваного піску.

Одним з напрямків пошуку шляхів підвищення ефективності роботи піскоподавальної системи є вивчення механізму взаємодії потоку повітря, що набігає, із частками піску на шляху від вихідного отвору піскоподавальної системи до області контакту колеса з рейкою.

Фактори, які визначають силу впливу потоку повітря, що набігає, на частку піску, це її

розміри, величини початкової швидкості частки й швидкості потоку повітря, що набігає.

У даній роботі розглядаються системи подачі піску з малою об'ємною концентрацією часток піску в піскоповітряній суміші. При малих значеннях об'ємної концентрації твердих часток у повітряному потоці, їхнім впливом на формування поля швидкостей потоку, що набігає, можна зневажити [2]. У цьому випадку вивчення закономірностей руху часток піску в потоці повітря можна провести на основі аналізу закономірностей руху одиначної частки піску при відомому полі швидкостей повітряного потоку, що набігає.

При аналізі руху часток піску були прийняті наступні допущення:

- частки мають сферичну форму;
- потік повітря, що набігає, має горизонтальний напрям;
- поле швидкостей потоку повітря, що набігає, є рівномірним.

При складанні рівнянь руху частки були враховані тільки сили ваги й сили гідродинамічної природи, що залежать тільки від середніх значень параметрів повітряного потоку. При великих розмірах часток ($\delta > 0,2$ мм) впливом турбулентних пульсацій на їхній рух можна зневажити [3]. Був проведений аналіз руху досить великих часток кварцового піску різних розмірів при різних величинах початкової швидкості часток і швидкості потоку повітря, що набігає. Рух розглядався у вертикальній площині (вісь x спрямована уздовж поверхні рейки, вісь y проходить через центр вихідного отвору піскоподавальної системи, рис. 1).

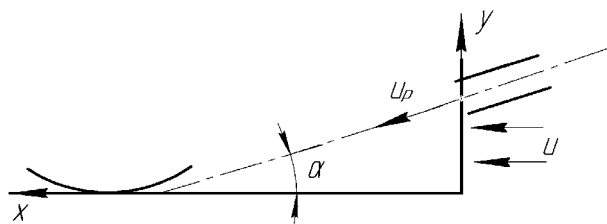


Рис. 1. Розрахункова схема

Були складені рівняння руху частки:

$$m_p \cdot \frac{du_{PX}}{dt} = f_{AX};$$

$$m_p \cdot \frac{du_{PY}}{dt} = -f_{AY} - m_p g, \quad (1)$$

де $m_p = \frac{\pi \cdot \delta^3 \cdot \rho_p}{6}$ – маса частки;

ρ_p – густина матеріалу частки;

u_{PX} – проекція швидкості частки на вісь x ;

f_{AX} – проекція сили аеродинамічного опору на вісь x ;

u_{PY} – проекція швидкості частки на вісь y ;

f_{AY} – проекція сили аеродинамічного опору на вісь y ;

g – прискорення вільного падіння.

Сила аеродинамічного опору при русі частки визначається рівнянням [4]:

$$\vec{f}_A = \zeta \frac{\rho}{2} s \cdot |\vec{u} - \vec{u}_p| \cdot (\vec{u} - \vec{u}_p), \quad (2)$$

де ζ – коефіцієнт аеродинамічного опору частки;

ρ – густина потоку повітря;

$s = \pi \frac{\delta^2}{4}$ – площа міделєва перетину частки;

$\vec{u}$ – швидкість потоку, що набігає;

$\vec{u}_p$ – швидкість частки.

У загальному випадку коефіцієнт аеродинамічного опору частки є однозначною функцією числа Рейнольдса Re .

$$Re = |\vec{u} - \vec{u}_p| \cdot \frac{\delta}{\nu}, \quad (3)$$

де ν – кінематична в'язкість повітря.

Для досліджуваного діапазону величин відносної швидкості частки, її розмірів величина числа Рейнольдса змінювалася в діапазоні: $13 < Re < 2400$. Величина коефіцієнта аеродинамічного опору для діапазону значень чисел Рейнольдса $13 < Re < 800$ визначалася за формулою [4]:

$$\zeta = \frac{12,3}{\sqrt{Re}}. \quad (4)$$

У розглянутому випадку, з урахуванням виразу (3), величина коефіцієнта аеродинамічного опору визначається рівнянням:

$$\zeta = \frac{12,3}{\sqrt{\sqrt{(u_{PY}^2 + (u - u_{PX})^2)} \cdot \delta}}. \quad (5)$$

При значеннях числа Рейнольдса $Re > 800$ величина коефіцієнта аеродинамічного опору не залежить від числа Рейнольдса й приймає значення $\zeta = 0,44$ [4].

Проекції сили аеродинамічного опору на осі координат визначаються за рівняннями [5]:

$$f_{AX} = \zeta \frac{\rho}{2} s \sqrt{u_{PY}^2 + (u - u_{PX})^2} (u - u_{PX}); \quad (6)$$

$$f_{AY} = \zeta \frac{\rho}{2} s \sqrt{u_{PY}^2 + (u - u_{PX})^2} u_{PY}. \quad (7)$$

Після підстановки в систему рівнянь (1) рівнянь (6), (7) і ділення кожного рівняння на масу частки m_p одержимо розрахункову систему рівнянь:

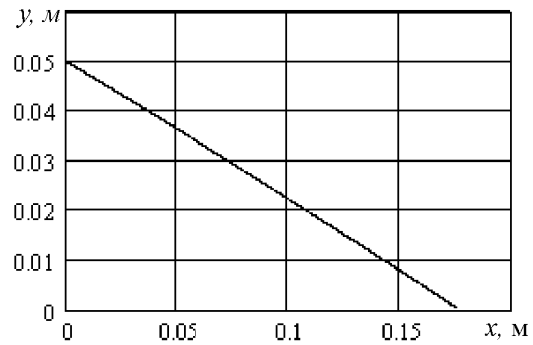
$$\begin{aligned} \frac{du_{PX}}{dt} &= \frac{3}{4} \zeta \frac{\rho}{\rho_p \cdot \delta} \sqrt{u_{PY}^2 + (u - u_{PX})^2} \cdot (u - u_{PX}); \\ \frac{du_{PY}}{dt} &= -\frac{3}{4} \zeta \frac{\rho}{\rho_p \cdot \delta} \sqrt{u_{PY}^2 + (u - u_{PX})^2} \cdot u_{PY} - g. \end{aligned} \quad (8)$$

Отримана математична модель дозволяє провести оптимізацію експлуатаційних характеристик піскоподавальної системи, а саме: здійснити підбор гранулометричного складу використовуваного піску, визначити початкову величину швидкості частки залежно від місця розташування вихідного отвору піскоподавальної системи й швидкості руху локомотива з метою підвищення ефективності доставки часток піску в область контакту колеса локомотива з рейкою.

На рис. 2 наведені розраховані за допомогою даної моделі траєкторії руху часток піску різних розмірів з величиною початкової швидкості $u_p = 8$ м/с за різних величин швидкості потоку повітря, що набігає, й інших рівних умов.

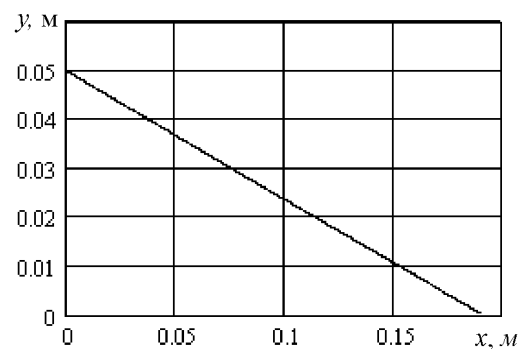
ВИСНОВКИ

Отримані результати показують, що траєкторії часток розміром $\delta = 1,5, 1,0$ мм, $0,5$ мм, при початковій швидкості часток $u_p = 8$ м/с і швидкості потоку, що набігає, $u = 0$, практично збігаються. Але при русі локомотива зі швидкістю $u = 100$ км/год траєкторії часток істотно розрізняються. При зміні швидкості потоку, що набігає, від $u = 0$ до $u = 100$ км/ч, зсув місця контакту частки піску з рейкою, для часток розміром $1,5; 1,0; 0,5$ мм склав $15, 22$ й 51 мм, відповідно. Зсув місця контакту частки з рейкою зростає зі зменшенням початкової швидкості частки. Так, при початковій швидкості частки $u_p = 6$ м/с зазначений зсув для часток розміром $1,5; 1,0; 0,5$ мм, при такій же зміні швидкості потоку, що набігає, склав, відповідно, $30, 45$ й 90 мм. Найменшим змінам, за результатами розрахунку, піддавалися траєкторії часток розміром $\delta = 1,5$ мм. Отже, при використанні монодисперсного за гранулометричним складом піску з розміром часток $\delta = 1,5$ мм втрати піску, викликані зміною швидкісного режиму руху локомотива, будуть мінімальними.



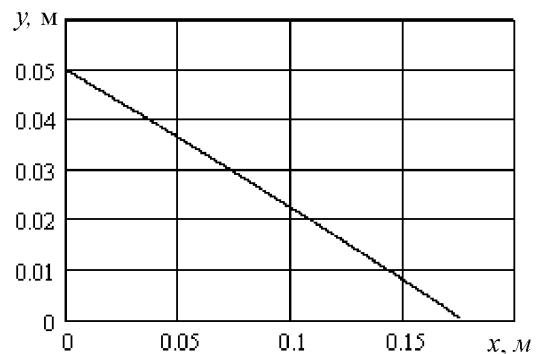
$\delta = 1,5$ мм; $u_p = 8$ м/с; $u = 0$ км/г.

(а)



$\delta = 1,5$ мм; $u_p = 8$ м/с; $u = 100$ км/г.

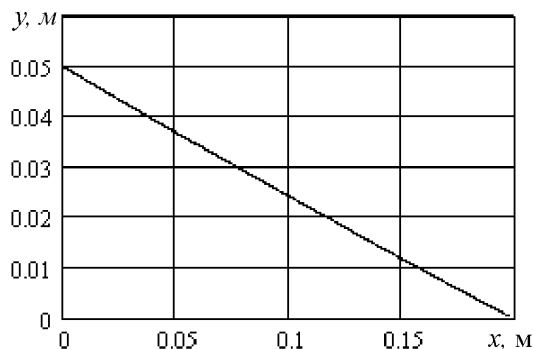
(б)



$\delta = 1,0$ мм; $u_p = 8$ м/с; $u = 0$ км/г.

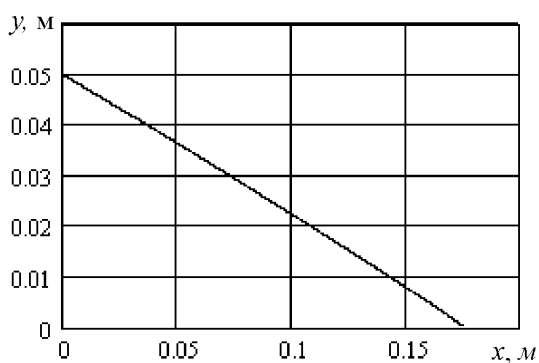
(в)

Рис. 2. Траєкторії руху часток піску



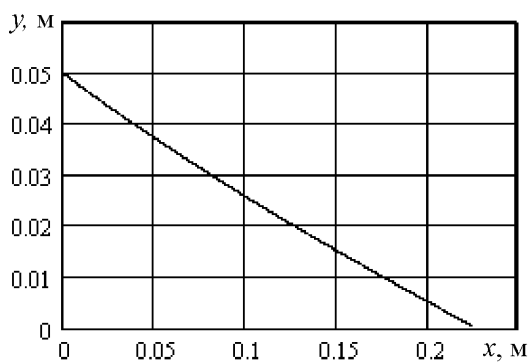
$\delta = 1,0 \text{ мм}; u_p = 8 \text{ м/с}; u = 100 \text{ км/г.}$

(г)



$\delta = 0,5 \text{ мм}; u_p = 8 \text{ м/с}; u = 0 \text{ км/г.}$

(д)



$\delta = 0,5 \text{ мм}; u_p = 8 \text{ м/с}; u = 100 \text{ км/г.}$

(е)

Рис. 2 (закінчення). Траєкторії руху часток піску

БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Осенин, Ю. И. Фрикционное взаимодействие колеса с рельсом [Текст] / Ю. И. Осенин, Д. Н. Марченко, И. А. Шведчикова. – Луганск: Изд-во ВУГУ, 1997. – 226 с.
2. Разумов, И. М. Пневмо- и гидротранспорт в химической промышленности. (Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии) [Текст] / И. М. Разумов. – М.: Химия, 1979. – 248 с.
3. Сакс, С. Е. Определение критической скорости взвешенного потока [Текст] / С. Е. Сакс // ИФЖ. – 1970. – т. 18, № 5. – С. 832-837.
4. Турбулентные течения газовзвеси [Текст] / А. А. Шрайбер и др. – К.: Наук. думка, 1987. – 240 с.
5. Шрайбер, А. А. Гидромеханика двухкомпонентных потоков с твёрдым полидисперсным веществом [Текст] / А. А. Шрайбер, В. Н. Милютин, В. П. Яценко. – К.: Наук. думка, 1980. – 250 с.

Надійшла до редколегії 17.03.2009.

Прийнята до друку 09.04.2009.

Л. Н. ДЕГТЯРЕВА, Ю. И. ОСЕНИН (Восточноукраинский национальный университет им. Владимира Даля, Луганск), С. В. МЯМЛИН (ДИИТ)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СИЛОВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОЛЕС И РЕЛЬСОВ

У статті запропоновано математичний опис силової взаємодії коліс і рейок, а також виконано опис деяких показників безпеки руху рейкових екіпажів.

В статье предложено математическое описание силового взаимодействия колес и рельсов, а также выполнено описание некоторых показателей безопасности движения рельсовых экипажей.

In the article the mathematical description of force interaction of wheels and rails is offered as well as the description of some indices of traffic safety of rail vehicles is performed.

Обеспечение безопасности движения поездов является первостепенной и актуальной задачей, стоящей перед железнодорожным транспортом. Уровень безопасной эксплуатации подвижного состава на железных дорогах определяется, в основном, наличием запаса устойчивости рельсового экипажа от схода с рельсов [1 – 3]. Рост грузонапряженности и скорости движения на сети железных дорог приводит к существенному повышению количества повреждений колес и рельсов, а также, как следствие, к повышению вероятности схода рельсовых экипажей из-за повышения уровня силового взаимодействия колес и рельсов. Поэтому уровень эксплуатационной безопасности рельсовых экипажей как механических систем определяется, главным образом, их устойчивостью от схода с рельсов.

Известно, что процесс движения рельсовых экипажей приводит к появлению горизонтальных поперечных (относительно направления движения) сил, которые определяются уровнем взаимодействия гребней колес с рельсами. Характер возмущенного движения рельсовых экипажей как раз и приводит к появлению горизонтальных поперечных по отношению к оси пути перемещений. При относительно низких скоростях движения силы, возникающие после выбора зазоров в колее и при упирании гребней колес в головки рельсов, при определенном уровне неровностей неопасны для системы «колесо-рельс». Но при увеличении скорости движения экипажей эти силы возрастают так, что появляется угроза безопасности движения и возрастает вероятность схода с рельсов. Поэтому создание таких ходовых частей подвижного состава (элементов системы «колесо-рельс»), которые обеспечивают устойчивое движение

подвижного состава и предотвращают возможность всползания гребня колеса на головку рельса и препятствуют возможному сходу, является актуальной научно-прикладной задачей для железнодорожного транспорта. В последнее время исследователями интенсивно ведется поиск таких конструкций ходовых частей, при которых движение рельсовых экипажей было бы более устойчивым [3 – 7]. Реализация подобных технических решений позволяет существенно повысить безопасность движения и продлить срок службы колесных пар.

Расчетные схемы рельсовых экипажей, применяемые для исследования устойчивости невозмущенного движения, представляют собой, несомненно, нелинейные системы [8 – 10]. Нелинейности имеют место вследствие зазоров в буксовых узлах, скользунах и тому подобных соединениях, нелинейности сил взаимодействия колес с рельсами, а в настоящее время нелинейности присутствуют и в некоторых типах рессорного подвешивания из-за наличия специальных амортизаторов и особых соединений [8, 11]. Далее рассмотрим математическое описание силового взаимодействия колес и рельсов при движении тележки железнодорожного экипажа по рельсовому пути с учетом его изменения в плане, т.е. в криволинейных участках пути. Для примера возьмем конструкцию трехосной тележки тепловоза.

При движении в кривой, как известно, тележка совершает сложное движение. Повороту и поперечному смещению тележки препятствуют силы трения между колесами и рельсами: P_{μ} – сила трения в каждой точке контакта (μ – коэффициент трения скольжения), P – статическая нагрузка, действующая от колеса на рельс. Составляющие этих сил – продольные H_i и по-

перечные V_i – определяются графически или аналитически (i – обозначает порядковый номер колесной пары) [12]:

$$H_i = \Pi\mu \frac{s}{\sqrt{x_i^2 + s^2}} = \Pi\mu \frac{0,5l_k}{\sqrt{x_i^2 + \frac{l_k^2}{4}}}; \quad (1)$$

$$V_i = \Pi\mu \frac{x_i}{\sqrt{x_i^2 + s^2}} = \Pi\mu \frac{x_i}{\sqrt{x_i^2 + \frac{l_k^2}{4}}}. \quad (2)$$

Статическая нагрузка на рельс определяется по формуле [1]:

$$\Pi = P_p + q, \quad (3)$$

где P_p – нагрузка от подрессоренного веса, передаваемая от рессоры на буксу во время движения колеса по неровности;
 q – неподрессоренный вес.

Система уравнений равновесия тележки, в которой сумма всех поперечных сил равна нулю и сумма моментов относительно центра поворота равна нулю, имеет следующий вид [12]:

$$\begin{cases} -Y_1 + C_T + \sum V_i = 0; \\ C_T x_2 + \sum M_{тр} - M_B = 0. \end{cases} \quad (4)$$

Согласно этим уравнениям, на тележку действует часть центробежной силы инерции C_T , не уравновешенная возвышением наружного рельса и зависящая от скорости движения, и направляющее усилие со стороны наружного рельса Y_1 [12]:

$$C_T = 2m\Pi \left(\frac{v^2}{gR} - \frac{h}{2s} \right), \quad (5)$$

где h – возвышение наружного рельса

$$h = \frac{2sv^2}{gR} = 12,5 \frac{v^2}{R};$$

m – число осей в тележке;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение силы тяжести (свободного падения);

$2s$ – расстояние между кругами катания колесной пары;

v – скорость движения вагона (тепловоза);

R – радиус кривой в криволинейных участках пути;

m – число осей в тележке.

Часто вместо центробежной силы вводят понятие непогашенного ускорения

$a_{\text{нy}} = \frac{v^2}{R} - \frac{h}{2s} g$ [2]. В качестве предельно допустимого значения принято $a_{\text{нy}} = 0,7 \text{ м/с}^2$.

$\sum M_{\text{тр}}$ – суммарный момент сил трения относительно точки приложения сил в точке контакта колеса и головки рельса (т.е. в точке набегания левого по ходу движения колеса передней колесной пары на рельс) [1]:

$$\sum M_{\text{тр}} = 2V_2 l_2 - 2V_3 l_3 - (H_1 + H_2 + H_3) l_k,$$

где l_k – расстояние между центрами катания колесных пар;

l_2 и l_3 – расстояние между осями соседних колесных пар;

H_i и V_i – определяются согласно формул (1) и (2), соответственно.

$$x_2 = x_1 - l_T, \text{ где } x_1 = \frac{L}{2} + \frac{R(u_b - u_a)}{L} - \text{по-}$$

люсное расстояние, которое обычно находится в пределах от L до l_T (рис. 1);

R – радиус кривизны, проведенный из центра кривой через центр тяжести колесной пары до наружного рельса;

u_a – величина смещения передней колесной пары рамы тележки при набегании гребня левого колеса на наружный рельс;

u_b – зазор между гребнем левого колеса и головкой наружного рельса.

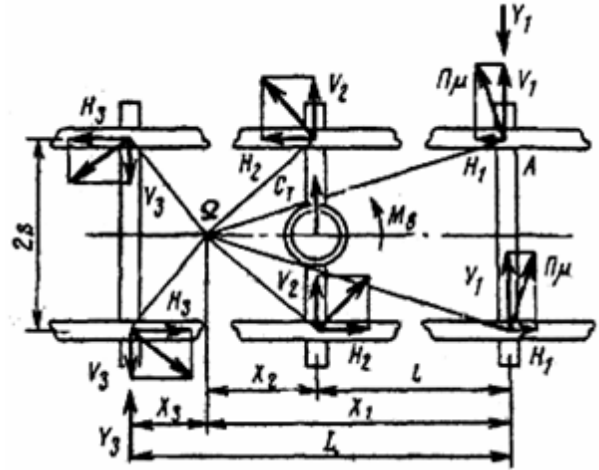


Рис. 1. Схема сил, действующих на тележку при движении

При наличии возвращающих устройств в опорах тележки должны учитываться и возвращающие силы (или их момент M_B).

Возвращающий момент можно определить согласно формуле [1]:

$$M_B = (P_{\text{шн}} + P'_{\text{и}})(l_1 - l_2), \quad (6)$$

где $P_{\text{шн}} = 1,3P_{\text{ш ст}} = 1,3(P_{\text{ст}} - q)$ – статическая нагрузка на шейку оси (q – *неподрессоренный вес*);

$P'_u = \frac{G_6 \varpi}{g}$ – сила инерции буксы и балансира; G_6 – вес буксы и балансира;

$\varpi = \left(2 + 0,13 \frac{v}{\sqrt[3]{(2q)^2}} \right)$ – круговая частота

относа и виляния.

С учетом вышеизложенного система уравнений равновесия тележки примет вид

$$\begin{cases} -Y_1 + 2m(P_p + q) \left(\frac{v^2}{gR} - \frac{h}{2s} \right) + \\ + \sum (P_p + q) \mu \frac{x_i}{\sqrt{x_i^2 + \frac{l_k^2}{4}}} = 0; \\ 2m(P_p + q) \left(\frac{v^2}{gR} - \frac{h}{2s} \right) \cdot \left(\frac{L}{2} + \frac{R(u_b - u_a)}{L} - l_r \right) + \\ + (2V_2 l_2 - 2V_3 l_3 - (H_1 + H_2 + H_3) l_k) - \\ - \left(1,3(P_{\text{ст}} - q) + \frac{G_6}{g} \left(2 + 0,13 \frac{v}{\sqrt[3]{(2q)^2}} \right) \right) (l_1 - l_2) = 0. \end{cases} \quad (7)$$

Согласно «Норм расчета...» [13], устойчивость колесной пары против схода с рельса проверяется для наиболее опасных случаев сочетания большой поперечной силы взаимодействия набегающего колеса с рельсом и малой вертикальной нагрузки на это колесо. При этом возможно всползание гребня набегающего колеса на головку рельса и последующий сход вагона с рельсов.

Оценка устойчивости производится при помощи коэффициента запаса устойчивости колеса против схода с рельса по формуле [14]:

$$\kappa_y = \frac{\text{tg}\beta - \mu}{1 + \mu \text{tg}\beta} (P_b / P_6) > 1, \quad (8)$$

где β – угол наклона образующей конусообразной поверхности гребня колеса с горизонталью. Для новых колес с профилем по ГОСТ 9036-88 $\beta = 60...65^\circ$;

μ – коэффициент трения поверхностей колеса и рельсов (принимается $\mu = 0,25$).

В данной формуле величина $\frac{\text{tg}\beta - \mu}{1 + \mu \text{tg}\beta}$ является неизменной, следовательно, отношение

(P_b / P_6) является определяющим, таким образом, для выполнения условия (8) величина P_b (вертикальная сила давления колеса на рельс) должна быть больше P_6 (горизонтальная сила динамического давления колеса на головку рельса) $\left(P_b > P_6 \Rightarrow \frac{P_b}{P_6} > 1 \right)$. Рассматриваемые силы представлены на рис. 2.

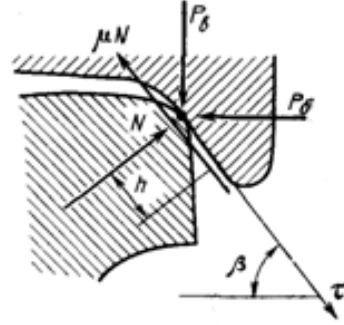


Рис. 2. Схема распределения сил в точке контакта гребня колеса с боковой гранью головки рельса

Далее рассмотрим действие сил на колесную пару в кривой. В схеме, представленной на рис. 3, введены следующие обозначения: H_1 – боковое давление на направляющее (набегающее) колесо; H_2 – составляющая силы трения между бандажом колеса и внутренним рельсом, совпадающая с направлением оси, $Q_{\text{ш ст}}$ – статическая нагрузка на шейку оси [1].

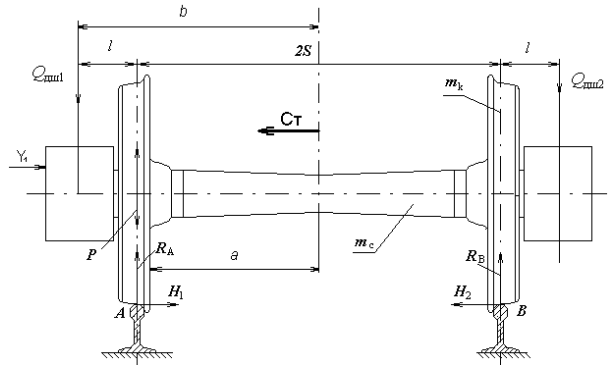


Рис. 3. Силы, действующие на колесную пару

Учитывая вышеизложенное, формула для определения коэффициента запаса устойчивости колеса против схода с рельса примет вид:

$$\begin{aligned} \kappa_y = \frac{\text{tg}\beta - \mu}{1 + \mu \text{tg}\beta} (P_b / P_6) = \frac{\text{tg}\beta - \mu}{1 + \mu \text{tg}\beta} \times \\ \times \left(2Q_{\text{ш ст}} \left[\frac{b - a_{1,2}}{l} (1 - \kappa_{\text{дв}}) \pm \frac{b}{l} \kappa_{\text{дбк}} \right] \pm \right. \\ \left. \left(\pm F_p \frac{r}{l} + q_{\text{кп}} \frac{b - a_{1,2}}{l} \right) / (F_p + \mu P_2) \right), \end{aligned} \quad (9)$$

где $q_{\text{кп}} = m_{\text{кп}} g$ – вес колесной пары;

$$K_{\text{дв}} = \frac{Q_{\text{дш1}} + Q_{\text{дш2}}}{2Q_{\text{шт}}} - \text{коэффициент динамики}$$

за счет вертикальных колебаний кузова вагона;

$$K_{\text{дбк}} = \frac{Q_{\text{дш1}} - Q_{\text{дш2}}}{2Q_{\text{шт}}} - \text{коэффициент динамики}$$

ки за счет боковой качки кузова вагона.

Как видим, в этом случае коэффициент запаса устойчивости колеса против схода с рельса более полно учитывает распределение сил, действующих в контакте, и, тем самым, более объективно оценивает условия безопасности движения.

Конечно, при изучении взаимодействия колес с рельсами по некоторым гипотезам возможно учитывать еще и дополнительные силы, например, силы проскальзывания или силы инерции, в том числе и силы инерции приведенных масс пути [6, 7, 9 – 11, 13, 15, 16], но для качественной оценки показателей безопасности возможно ограничиться и рассмотрением нормируемых силовых величин.

Таким образом, предложено математическое описание силового взаимодействия колес и рельсов, а также выполнено описание некоторых показателей безопасности движения рельсовых экипажей. При этом получен вывод о том, что одним из возможных путей решения проблемы повышения безопасности движения рельсовых экипажей является создание устройств, которые препятствуют поперечному смещению колесных пар и всползанию колеса на головку рельса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Конструкция и динамика тепловозов [Текст] / В. Н. Иванов и др. – Изд-во «Транспорт», 1968. – 320 с.
2. Вершинский, С. В. Динамика вагона [Текст] : учеб. для вузов ж/д трансп. / С. В. Вершинский, В. Н. Данилов, В. Д. Хусидов; под ред. С. В. Вершинского. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991. – 360 с.
3. Лисенков, В. М. Безопасность технических средств в системах управления движением поездов [Текст] / В. М. Лисенков. – М.: Транспорт, 1992. – 192 с.

4. Воронько, А. Н. Анализ критериев устойчивости железнодорожных экипажей от схода с рельсов [Текст] / А. Н. Воронько, С. Ю. Сапронова, В. П. Ткаченко // Вестник ВНУ им. В. Даля. – 2006. – № 8 (102), ч. 1. – С. 115-120.
5. Автоколебания и устойчивость движения рельсовых колебаний [Текст] / Ю. В. Демин и др. – К.: Наук. думка, 1984. – 160 с.
6. Сакало, В. И. Контактные задачи железнодорожного транспорта [Текст] / В. И. Сакало, В. С. Коссов. – М.: Машиностроение, 2004.
7. Радченко, Н. А. Криволинейное движение рельсовых транспортных средств [Текст] / Н. А. Радченко. – К.: Наук. думка, 1988. – 216 с.
8. Лазарян, В. А. Нагруженность, колебания и прочность сложных механических систем [Текст] / В. А. Лазарян. – К.: Наук. думка, 1977.
9. Моделирование контактных взаимодействий в задачах динамики систем тел [Текст] / Д. Ю. Погорелов и др. // Динамика, прочность и надежность транспортных машин: Сб. науч. тр. / под ред. В. И. Сакало. – Брянск: БГТУ, 2001. – С. 11-23.
10. Дмитроченко, О. Н. Моделирование геометрически нелинейных упругих стержневых систем на основе подхода систем твердых тел. [Текст] / О. Н. Дмитроченко, Н. Н. Михайлов, Д. Ю. Погорелов // Динамика и прочность транспортных машин. – Брянск: БГТУ, 1997.
11. Манашкин, Л. А. Гасители колебаний и амортизаторы ударов рельсовых экипажей (математические модели) [Текст] : монография / Л. А. Манашкин, С. В. Мямлин, В. И. Приходько. – Д.: АРТ-ПРЕСС, 2007. – 196 с.
12. Вагоны [Текст] : учеб. для вузов ж/д трансп. / Л. А. Шадур и др.; под ред. Л. А. Шадура. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1980. – 439 с.
13. Нормы расчета проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных) [Текст] / ГосНИИВ; ВНИИЖТ. – М., 1996.
14. Вериги, М. Ф. Взаимодействие пути и подвижного состава [Текст] / М. Ф. Вериги, А. Я. Коган. – М.: Транспорт, 1986. – 560 с.
15. Мямлин, С. В. Моделирование динамики рельсовых экипажей [Текст] / С. В. Мямлин. – Д.: Новая идеология, 2002. – 240 с.
16. Шеффель, Г. Устойчивость при вилянии с боковым относом и способность подвижного состава вписываться в кривые [Текст] / Г. Шеффель // Ж.д. мира. – 1974. – № 12. – С. 32-46.

Поступила в редколлегию 18.03.2009.

Принята к печати 10.04.2009.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРУЖНИХ КОВЗУНІВ ТАУС

Ковзуни ТАУС (патентовласник – Транспортна академія України, Східний центр) [1] розроблено для типових вантажних візків моделі 18-100 з метою підвищення до 100...120 км/год безпечної швидкості руху вагонів експлуатаційного парку. Після нескладної модернізації під час деповського ремонту вагона ковзуни переобладнуються у пружні безззорні ТАУС. Це дозволяє збільшити критичну швидкість вагона за рахунок гасіння коливань виляння візків. У статті розглянуто питання подальшого удосконалення цих ковзунів.

Скользуны ТАУС (владелец патента – Транспортная академия Украины, Восточный центр) [1] разработаны для типовых грузовых тележек модели 18-100 с целью повышения до 100...120 км/ч безопасной скорости движения вагонов эксплуатационного парка. После несложной модернизации во время депоовского ремонта вагона скользуны переоборудуются в упругие безззорные ТАУС. Это позволяет увеличить критическую скорость вагона за счет гашения колебаний виляния тележек. В статье рассмотрены вопросы дальнейшего усовершенствования этих скользунув.

The TAUS slippers (a patent owner is the Transport Academy of Ukraine, the Eastern Center) [1] are developed for typical freight bogies of model 18-100 in order to increase up to 100...120 km/h the safe traffic speed of operation stock wagons. After a simple modernization during the depot repair of the wagon the slippers are to be re-equipped into the elastic gapless TAUS ones. It allows increasing the critical wagon speed due to reducing the hunting vibrations of bogies. The paper is devoted to consideration of issues of further improvement of these slippers.

При минутих дослідженнях пружними безззорними ковзунами ТАУС було обладнано три вагони. Оскільки ці ковзуни розроблені, як ремонтні для існуючих візків мод. 18-100, то спочатку ковпаки ковзунів були залишені типової конструкції без постановки спеціальних накладок на поверхні тертя. Їх доробка обмежувалась незначним підрізанням бокової стінки.

Нагляд за цими ковзунами в процесі експлуатації показав, що надійність роботи уретанових втулок протягом дворічної експлуатації в дослідних маршрутах (пробіг ≈ 150 тис. км) задовільна за умови якісної приварки гнізд електродами Е-50А. Випадки відмов спричинялись переважно через пошкодження ковпаків, викликані такими обставинами:

- піднесеність ковпака ТАУС (внаслідок його притиснення до парного ковзуна кузова) приводить до збільшення поздовжніх зазорів між ковпаком та ребрами ковзуна (через ливарні ухили торцевих стінок) і зростання згинаючих напружень у ковпаку;
- відсутність накладки на робочій поверхні ковпака сприяє мікросхопленням пари тертя «сталь по сталі», внаслідок чого сили тертя можуть у 3...4 рази перевищити розрахункове значення, відповідно збільшуються зноси ковзунів.

Вказані недоліки привели не тільки до відмов ковпаків (було замінено 2 ковпаки з 6-ти

дослідних через залишкові деформації та тріщини), але навіть до пошкодження середнього ребра одного з дослідних ковзунів. Розглянемо ймовірну причину цього пошкодження.

Під час перевалок кузова розрахункове зусилля на ковзун, що опинився з зовнішнього боку кривої колії, становить [2]

$$N_c = \frac{0,075 \cdot P_{\text{бр}} \cdot g \cdot h_0}{2b_c} = 40,84 \text{ кН}, \quad (1)$$

де $P_{\text{бр}} = 94$ т – маса вагона брутто;

g – прискорення сили тяжіння;

$h_0 = 1,8$ м – висота центру ваги вагона;

$b_c = 1,524$ м – відстань між ковзунами візка.

Припустимо, що при мікросхопленнях двох сталених поверхонь коефіцієнт тертя збільшився до $\mu = 0,5$ [3], а середнє ребро ковзуна (перетином 100x12 мм) взяло на себе третину від сили тертя. Тоді максимальна напруга від згинання цього ребра досягне

$$\sigma_{\text{мак}} = \frac{N_c \mu}{3} \cdot \frac{\delta_p}{W_p} = \frac{0,04084 \cdot 0,5}{3} \cdot \frac{0,085}{2,4 \cdot 10^{-6}} = 241 \text{ МПа}. \quad (2)$$

Така напруга перевищує межу текучості сталеного лиття і цілком достатня для пошкодження середнього ребра.

У виразі (2) величиною δ_p позначене плече дії згинаючого зусилля на ребро. Підставлене

значення $\delta_p = 0,085$ м – це висота від основи ребра до поверхні тертя ковзуна без урахування підкладок під ковпак. Якщо ж прийняти до уваги, наприклад, дві підкладки по 6 мм ($\delta_p = 0,097$ м), то одержимо $\sigma_{\max} = 275$ МПа (на 14 % більше). Отже, збільшення загальної товщини підкладок у ковзуні ТАУС спричиняє погіршення міцності його ребер.

Зафіксоване ушкодження лише одного ребра пояснюється тим, що воно виявилось з мінімальною товщиною – 12 мм. Товщини ж інших ребер дослідних ковзунів (які формуються при

виготовленні ливарним способом надресорної балки) склали 16...20 мм.

У зв'язку з цим виникла задача:

- зменшити інтенсивність зносів пари робочих поверхонь «ковпак – ковзун кузова» і ліквідувати можливість їх мікросхоплень;
- підвищити надійність як ковпаків, так і ребер ковзунів.

Добитись цього ремонтом існуючих ковпаків досить важко, тому було вирішено розробити нові ковпаки для ковзунів ТАУС. Схема зварного варіанту беззazorного ковпака наведена на рис. 1.

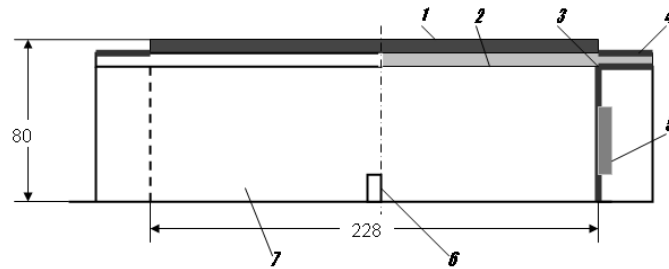


Рис. 1. Схема беззazorного ковпака ковзуна ТАУС

Верхня робоча грань ковпака монтується із зносостійкої накладки 1, з'єднаної зі сталюю пластиною 2 за допомогою 4-х болтів з потайними головками. Крім того, від подовжніх зміщень накладка утримується планками 4, звареними з пластиною 2. Торцеві грані складаються з П-подібного каркасу 3, вигнутого із косинця 40х40х4 мм, та торцевої пластини 5. На бокових гранях 7 приварені кронштейни 6 для промикування тросику, що утримує ковпак від спадання. На дослідних ковпаках накладки 1 виконані з оксафену – цей малозносний матеріал має коефіцієнт тертя $\mu \approx 0,25$ і нездатний до мікросхоплень з металом.

Друга задача удосконалення пружних ковзунів ТАУС – регулювання робочого натискання між парами контактуючих ковзунів (візка та кузова) в умовах існуючого розкиду початкових зазорів. Оскільки вагонний парк був пристосований для роботи із зазорами у ковзунах від 2 до 20 мм, то після впирання кузова на візки між жорсткими ковзунами випадково утворюються зазори, які регулюють підкладками між ребрами та ковпаком. Переобладнання ковзуна на пружний ТАУС повинно забезпечити, по-перше, ліквідацію зазору між ковпаком ковзуна та парним ковзуном кузова вагона і, по-друге, – стабільність робочого натискання між ковзунами $2N = 120^{+25\%}$ кН (тут N – зусилля стиску кожної з двох поліуретанових втулок пружного ковзуна). Остання вимога забезпечу-

ється регулюванням висоти положення ковпака.

Пропонується новий – «безпідкладочний» – принцип регулювання шляхом збільшення висоти уретанових втулок (що виконують функцію пружин). Його сутність пояснимо на схемі (рис. 2).

Зліва (рис. 2,а) наведені основні зразкові розміри пари ковзунів (візка + кузова), за яких уретанова втулка 4 з номінальними параметрами ($d = 50$ мм, $h = 80$ мм, модуль пружності $E = 11$ МПа) забезпечує необхідне робоче натискання. Лінією 1 позначений верхній рівень ребер ковзуна візка. Переріз верхньої грані ковпака (включаючи пластину і накладку) показаний прямокутником 2, а жорсткого ковзуна кузова – 3. При цьому поверхні тертя виступають над втулочним гніздом на 7 см, а ковпак 2 над ребрами – на 0,2 см.

Справа (рис. 2,б) показано взаємне розміщення деталей пари ковзунів реального вагона, відрегульованих додатково поліуретановою шайбою 5. Пропонується виконувати регулювання у наступному порядку:

— На ребра ковзунів візка попервах одягнути ковпаки без уретанових втулок і виконати пробну підкатку візків під кузов. Ковпак займе положення 2ПР. Заміряти «контрольні зазори» δ_{ij} між ковзунами (індексом i позначений № візка, а j – № ковзуна);

— Нарізати по дві додаткові уретанові шайби 5 у кожний ковзун (Ф50 з отворами

Ф18) товщиною t_{ij} , на $d = 2...3$ мм меншою відповідного контрольного зазору:

$$t_{11} = \delta_{11} - d; \quad t_{12} = \delta_{12} - d;$$

$$t_{21} = \delta_{21} - d; \quad t_{22} = \delta_{22} - d;$$

— Викотити візки, зняти ковпаки і в гнізда ковзунів вставити спочатку відповідні додаткові шайби 5, потім – уретанові втулки. Надіти

ковпаки і закріпити тросиками від випадання. Підкотити візки остаточно.

Вказана технологія регулювання висоти уретанових втулок пружних ковзунів ТАУС випробувалась на дослідному піввагоні. Фактичні та розрахункові значення «контрольних зазорів» та інших параметрів наведені у табл. 1.

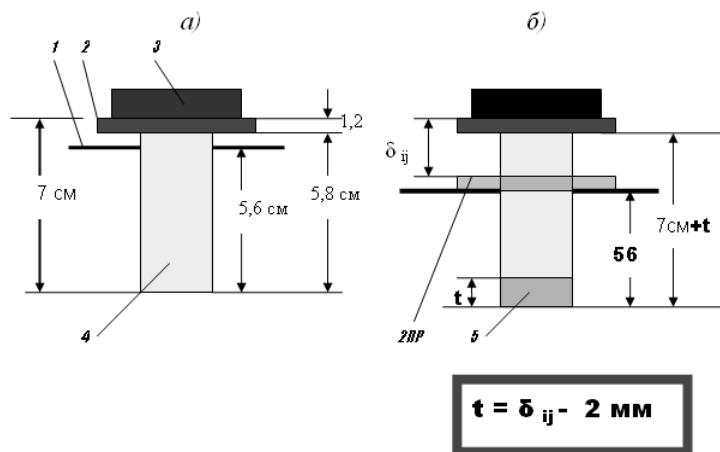


Рис. 2. Схема регулювання пружного ковзуна ТАУС збільшенням висоти втулки

Таблиця 1

Дослідне регулювання пружних ковзунів ДПТ-ТАУС

Дослідний піввагон № 66489808					
ПАРАМЕТРИ		«Зазори» δ в ковзунах			
		1L: 12мм	1R: 09мм	2L: 19мм	2R: 13мм
		Збільшення висоти уретанових втулок додатковими шайбами			
		$h + 9$ mm	$h + 6$ mm	$h + 16$ mm	$h + 10$ mm
ВТУЛКА + шайба	d , см	5	5	5	5
	h , см	8,9	8,6	9,6	9
	F , см ²	19,625	19,625	19,625	19,625
	E , кГ/см ²	110	110	110	110
РхНАТИСК	N , кГ	600	600	600	600
РхПРОГИН	f , см	2,473654	2,390272	2,668211	2,501448
РхВИСОТА	$h-f$	6,426346	6,209728	6,931789	6,498552
«ЗАЗОР»	δ , см	1,2	0,9	1,9	1,3
РхВИСТУП	dh	0,373654	0,290272	0,568211	0,401448
Максим. СТИСК	$N_{\max} = [(f + dh) \cdot EF] / h$				
	$N_{\max}$	690,632	672,8634	727,7734	696,2917
Відносний ПРОГИН	$\varepsilon = dh/h$	0,134831	0,104651	0,197917	0,144444
		$\varepsilon_{\max} \leq 0,39$			

У табл. 1 позначено:

1L: 12мм – «контрольний зазор» лівого ковзуна 1-го візка, тобто $\delta_{11} = 12$ мм;

1R: 09мм – те ж правого ковзуна, тобто $\delta_{12} = 9$ мм;

RxНАТИСК – розрахунковий натиск;

RxВИСТУП – розрахунковий виступ над ребрами (див. рис. 2, поз. **I**) втулки з додатковою шайбою при натиску 60 кН: $dh = (5,6 + \delta) - (h - f)$;

$\epsilon_{\max} = 0,39$ – максимальний відносний прогин випробуваного у лабораторії поліуретанового взірця з однотипного матеріалу, що не показував ознак залишкових деформацій після багаторазового стиснення.

З табл. 1 видно, що максимальне зусилля стиску втулки – 727,8 кГс – на 20 % перевищує розрахункове – 600 кГс (у ковзуні 2L: 19 з найбільшим «контрольним зазором»). Для ковзуна-демпфера це допустимо. Зате відсутність підкладок і мікросхоплень контактних поверхонь повинні ліквідувати можливість відмов ребер ковзунів, які аналізувались вище.

Крім компенсації «контрольних зазорів» додатковими уретановими шайбами (див. поз. **5** на рис. 2) розглянута можливість використання двох класів поліуретанових втулок (див. поз. **4** на рис. 2): **H** – нормальні та **B** – високі. Пропонуються параметри втулок, показані у табл. 2.

Таблиця 2

Втулки для ковзунів ДПТ-ТАУС

КЛАСИ ВТУЛОК	МАТЕРІАЛ	d , мм	h , мм	f , мм	Ставити при «контрольних зазорах»
H	АДІПРЕН L-83, $E \approx 11$ МПа	50	80	22,23509	$0 \leq \delta < 13$ мм
B	АДІПРЕН L-83, $E \approx 11$ МПа	55	90	20,67312	$\delta \geq 13$ мм

У ковзуни візка слід ставити втулки одного класу. Наприклад, для дослідного вагона, що розглянутий у табл. 1, у ковзуни першого візка обов'язково ставити втулки класу **H**, а другого – можна поставити втулки класу **B**. При цьому товщина додаткових шайб зменшиться на 10 мм.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Савчук, О. М. Пружні ковзуни візків вантажних вагонів, удосконалені за технологією ТАУС [Текст] / О. М. Савчук, А. А. Міщенко, М. І. Луханін // Заліз. трансп. України. – 2007. – № 3. – С. 72-75.

2. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных) [Текст]. – М.: ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996. – 317 с.
3. Воронович, В. П. Ходовые качества грузовых вагонов на тележках модели 18-781 [Текст] / В. П. Воронович, А. Г. Рейдемейстер // Улучшение конструкции и обслуживания подвижного состава. Межв. сб. науч. тр. / ДИИТ – Д., 1997. – С. 19-24.

Надійшла до редколегії 22.09.2009.

Прийнята до друку 24.09.2009.

АДЕКВАТНІСТЬ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ СТАНЦІЙ

Розглянуто різні методи оцінки техніко-технологічних параметрів залізничних станцій. Наведено результати порівняння показників, отриманих на підставі добового плану-графіку та імітаційного моделювання з показниками функціонування реальної станції.

Рассмотрены различные методы оценки технико-технологических параметров железнодорожных станций. Приведены результаты сравнения показателей, полученных на основании плана-графика работы станции и имитационного моделирования с показателями функционирования реальной станции.

Different estimation methods of technical and technological parameters of railway stations are considered. Results of the parameters comparison obtained on the basis of the station work graph and simulation with functioning parameters of a real station are presented.

При плануванні реконструктивних та організаційно-технічних заходів, спрямованих на удосконалення технічного забезпечення і технології роботи залізничних станцій, виникає задача отримання достовірної оцінки показників її функціонування після реалізації проекту. Вибір найбільш раціонального варіанту реконструктивних або організаційних заходів для станції являє собою дуже складну задачу внаслідок неможливості проведення експериментів на реальних об'єктах чи їх фізичних моделях. Тому основним засобом аналізу та оцінки показників функціонування станцій, їх техніко-технологічних і економічних параметрів є математичне моделювання станційних процесів. Традиційно розв'язання цієї задачі базуються на використанні аналітичних, графічних та імітаційних моделей. В даній статті наведено результати оцінки адекватності цих моделей.

Перші дослідження з моделювання станційних процесів базувалися на аналітичному моделюванні [1]. При моделюванні використовується стандартний математичний апарат теорії масового обслуговування, в якому залізничні станції чи їх окремі технологічні комплекси розглядаються як системи масового обслуговування (СМО). Визначення характеристик СМО (середня кількість заявок у системі, середня кількість заявок у черзі, середній час перебування заявок у системі, середній час перебування заявок у черзі та ін.) виконується за допомогою аналітичних залежностей теорії масового обслуговування. Так, наприклад, у [2] для основних станційних процесів запропоновано відповідні функції. При цьому якісні особливості внутрішньої структури і вплив випадкових процесів враховують за допомогою коефіцієн-

тів. Основними перевагами аналітичного моделювання є простота, висока швидкість отримання результатів та можливість прямого використання методів дослідження функцій на екстремум для визначення оптимальних параметрів технічного забезпечення. В той же час, використання аналітичних залежностей при оцінці варіантів експлуатаційної роботи не дозволяє достатньою мірою врахувати місцеві особливості технічного забезпечення і технології станцій, що приводить до побудови неадекватних моделей станцій і відповідно до суттєвих похибок при їх оцінці. Тому аналітичні моделі використовуються лише для попередньої оцінки заходів в умовах низької достовірності вихідних даних та невисоких вимогах до точності результатів.

В сучасних умовах основним методом оцінки нормативних параметрів та показників роботи станцій є добовий план-графік [3 – 5]. Добовий план-графік являє собою графічну модель роботи станції, де в символічному вигляді на спеціальному бланку відображаються основні виробничі процеси, що відбуваються у її підсистемах. Врахування в моделі зайнятості основних технічних засобів та елементів станції (локомотивів, стрілочних зон, бригад ПТО) дозволяє оцінити міжопераційні простоти. Добовий план-графік дає можливість визначати норми простою вагонів, коефіцієнти завантаження технічних засобів станції, показники надійності роботи станції та ін. В цілому графічна модель має значну інформаційну ємність і забезпечує високу швидкість пошуку та доступу до необхідної інформації, що дозволяє їй дотепер залишатись основною як при проектуванні станцій, так і при розробці та аналізі їх технологіч-

них процесів. В той же час при побудові добового плану-графіка допускається ряд спрощень, таких як усереднення тривалості виконання технологічних операцій, обмеження періоду моделювання однією добою та ін. Тому в даній статті виконана перевірка адекватності графічної моделі. Перевірка адекватності моделі виконана на основі порівняння її показників з показниками роботи реальної станції.

Для побудови моделі залізничної станції детально проаналізовано функціонування станції Нижньодніпровськ-Вузол. З метою одержання числових характеристик законів розподілу випадкових величин тривалості виконання окремих технологічних операцій було виконано хронометраж процесу обслуговування составів у парку прийому. При цьому для кожного составу фіксувалися наступні данні: інтервали між поїздами, кількість вагонів m у поїзді, маса состава Q_c , кількість відцепів q_c , тривалість закріплення t_z , тривалість огляду поїзда t_o , тривалість прибирання гальмівних башмаків $t_{\text{приб}}$ та загальна тривалість простою составу. В результаті статистичної обробки отриманих даних визначено характеристики вхідного потоку поїздів, параметри розподілу випадкових величин тривалості виконання окремих технологічних операцій та простою составів у цілому. В якості основного показника для оцінки роботи станції обрано вагоно-години простою поїздів. При цьому вагоно-години простою поїздів у парку прийому за даними спостереження розраховувались за формулою:

$$r_{p,i} = m_i t_i, \quad (1)$$

де m_i – кількість вагонів в i -му поїзді;

$t_i = t_{ni} - t_{ni}$ – випадкова величина тривалості знаходження поїзда в парку прийому, математичне очікування якої залежить від кількості вагонів у поїзді $M[t_i] = f(m_i)$.

Гістограма розподілу випадкової величини простою поїздів у парку прийому (R_p) наведена на рис. 1.

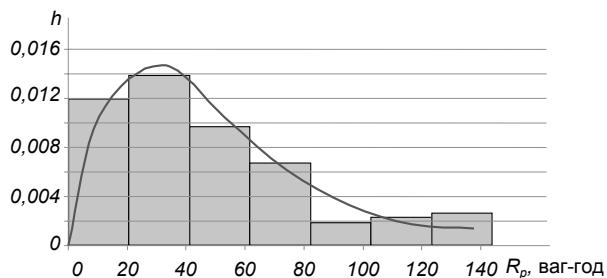


Рис. 1. Гістограма розподілу випадкової величини R_p (дані хронометражних спостережень)

В результаті статистичної обробки вибірки значень $\mathbf{r}_m = (r_{p1}, r_{p2}, \dots, r_{pn})$, $n_p = 131$ встановлено, що випадкова величина R_p розподілена за законом Ерланга з параметрами $M[R_p] = 47,3$ ваг-год. та $k = 2$, критерій згоди Пірсона складає $\chi^2 = 4,19$ при критичному значенні $\chi_{кр}^2 = 9,5$.

Для порівняння побудовано добовий план-графік роботи станції. При побудові графіка кількість вагонів у составі поїзда та тривалість виконання технологічних операцій приймалися рівними їх математичним очікуванням.

Вагоно-години простою поїздів у парку прийому розраховувались за формулою:

$$R_{r,i} = \bar{m} \sum_{j=1}^s \bar{t}_{r,j} + R_{оч,i}, \quad (2)$$

де $\bar{m}$ – математичне очікування кількості вагонів у поїздах, що прибувають в парк прийому, ваг.;

$\bar{t}_{r,j}$ – математичне очікування тривалості виконання j -тої технологічної операції з поїздом у парку прийому, год;

s – кількість технологічних операцій, що виконуються з поїздом у парку прийому;

$R_{оч,i}$ – випадкова величина простою поїзда в очікуванні виконання технологічних операцій, ваг-год.

Гістограма розподілу випадкової величини простою поїзда в очікуванні виконання технологічних операцій ($R_{оч}$) наведена на рис. 2.

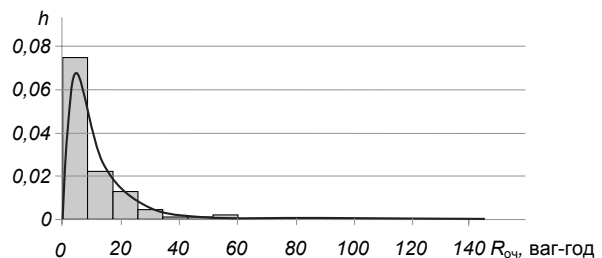


Рис. 2. Гістограма розподілу випадкової величини $R_{оч}$.

Вагоно-години простою у парку прийому під виконанням технологічних операцій складають 26,1 ваг-год. В результаті статистичної обробки встановлено, що випадкова величина $R_{оч}$ розподілена за законом Ерланга з параметрами $M[R_{оч}] = 11,6$ ваг-год. та $k = 1$, критерій згоди Пірсона складає $\chi^2 = 5,18$ при критичному значенні $\chi_{кр}^2 = 9,5$. Таким чином, середні вагоно-години простою поїздів у парку прийому за результатами графічного моделювання складають $M[R_r] = 26,1 + 11,6 = 37,7$ ваг-год., що на

25,5 % менше результату, отриманого після статистичної обробки спостережень за роботою реальної станції.

Зниження простою вагонів відбувається з двох причин. По-перше, при побудові добового плану-графіка залізнична станція розглядається як система масового обслуговування з випадковим інтервалом надходження заявок та постійною тривалістю обслуговування, для якої тривалість знаходження заявок у черзі можна приблизно визначити за формулою [6]:

$$\bar{t}_{\text{оч}} = \frac{\rho^2}{2\lambda(1-\rho)}, \quad (3)$$

де ρ – приведена інтенсивність потоку заявок, $\rho = \lambda / \mu$;

λ – інтенсивність потоку подій;

μ – інтенсивність обслуговування.

Фактично станція є системою масового обслуговування з випадковим інтервалом надходження заявок та випадковою тривалістю обслуговування, для якої середні простої в очікуванні визначаються за формулою:

$$\bar{t}_{\text{оч}} = \frac{\rho^2(1+v^2)}{2\lambda(1-\rho)}, \quad (4)$$

де v – коефіцієнт варіації часу обслуговування.

По-друге, зниження простоїв виникає через те, що у виразі (2) не враховується вплив кількості вагонів у поїзді на тривалість виконання технологічних операцій t_t . Розглянемо розрахунок простою при лінійній залежності $t_t = a_0 + a_1(m)$, тут a_0, a_1 – лінійні коефіцієнти. У випадку з двома поїздами різної довжини середні вагоно-години простою, що припадають на один поїзд, складають

$$\begin{aligned} & \frac{m_1(a_0 + a_1 m_1) + m_2(a_0 + a_1 m_2)}{2} = \\ & = a_0 \frac{m_1 + m_2}{2} + a_1 \frac{m_1^2 + m_2^2}{2}, \end{aligned} \quad (5)$$

де m_1, m_2 – відповідно кількість вагонів у складах першого та другого поїзда, причому $m_1 \neq m_2$.

При моделюванні роботи станції з усередненим складом поїзда вагоно-години простою розраховуються за формулою:

$$\frac{m_1 + m_2}{2} \left(a_0 + a_1 \frac{m_1 + m_2}{2} \right) =$$

$$= a_0 \frac{m_1 + m_2}{2} + a_1 \frac{m_1^2 + 2m_1 m_2 + m_2^2}{4}. \quad (6)$$

Враховуючи, що для будь-яких значень $m_1 > 1$ та $m_2 > 1$ справедливою є нерівність $m_1^2 + m_2^2 > 2m_1 m_2$, то заміна виразу (5) на вираз (6) приводить до зниження простоїв. Для непарної системи станції Нижньодніпровськ-Вузол це зниження складає біля 8...10 %.

Необхідно відмітити, що при побудові добових планів-графіків штучно збільшуються обсяги роботи за допомогою різноманітних коефіцієнтів нерівномірності. Це дає можливість перевірити працездатність станції. В той же час, такий підхід призводить до спотворення показників станції, таких, наприклад, як простій вагонів під накопиченням. Таким чином, графічна модель з постійною тривалістю виконання технологічних операцій є неадекватною і не може використовуватися для порівняння варіантів технології роботи залізничних станцій.

Підвищення якості техніко-експлуатаційної оцінки станцій може бути досягнуте за рахунок використання ЕОМ для моделювання їх технологічних процесів.

Перші дослідження з імітаційного моделювання транспортних систем на ЕОМ виконані у 60-тих роках ХХ сторіччя [7]. Надалі на основі цих досліджень у [8] були сформульовані загальні принципи формалізації станцій і вузлів, методології їхнього функціонального моделювання. В теперішній час розроблено значну кількість програм для імітаційного моделювання роботи залізничних станцій [9 – 12]. Однак, переважно програмне описання технологічних процесів ускладнює побудову моделей конкретних станцій і обмежує їх використання науковими задачами. Для подолання цієї проблеми у ДПТі розроблено програмний комплекс для ергатичного моделювання роботи станції, в якій дані відділені від програми [13, 14]. Така організація моделі дозволяє імітувати роботу будь-яких станцій з будь-якою деталізацією технологічного процесу. Підготовка вихідних даних для моделювання виконується в автоматизованому режимі за допомогою редактора моделі технологічного процесу та редактора інформаційної моделі станції (рис. 3,а та 3,б відповідно). Процес моделювання роботи станції зображено на рис. 4.

Моделювання роботи станції може виконуватись як автоматично, під управлінням моделі системи оперативного управління роботою станції згідно з заданою системою пріоритетів, так і в інтерактивному режимі, коли порядок об-

слуговування об'єктів визначає особа, яка приймає рішення. Керування процесом моделю-

вання виконується за допомогою спеціальних елементів управління.

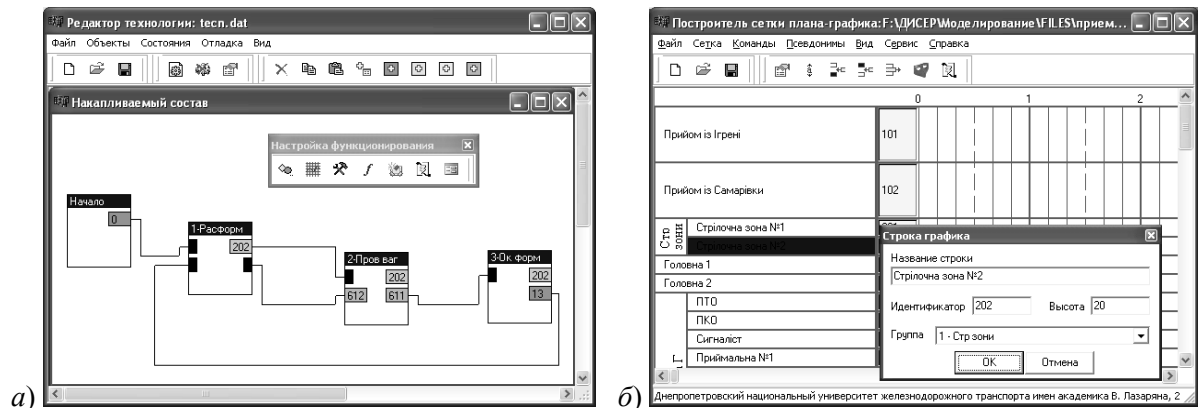


Рис. 3. Програмні засоби для автоматизованої підготовки даних для моделювання:
а – редактор моделі технологічного процесу; б – редактор інформаційної моделі станції

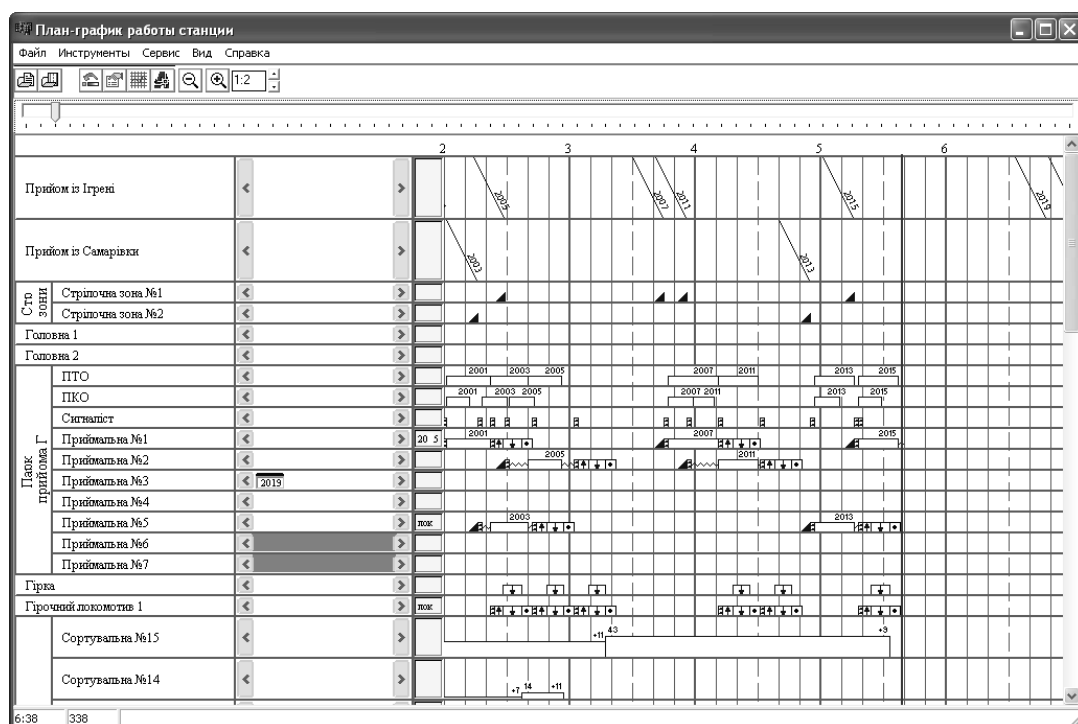


Рис. 4. Імітаційна модель роботи станції

З метою оцінки адекватності імітаційної моделі виконано моделювання роботи парку прийому станції Нижньодніпровськ-Вузол та отримано вибірку простоїв поїздів у ньому $\mathbf{r}_m = (r_{m1}, r_{m2}, \dots, r_{mn})$, $n_m = 150$.

В результаті обробки статистичних даних вибірки значень $\mathbf{r}_m$, отриманих в результаті моделювання добової роботи парку прибуття встановлено, що випадкова величина часу знаходження составів в парку прибуття R_m , яка отримана за результатами моделювання, розподілена по закону Ерланга з параметрами $M[R_p] = 45,5$ ваг-год. та $k = 2$ (рис. 5).

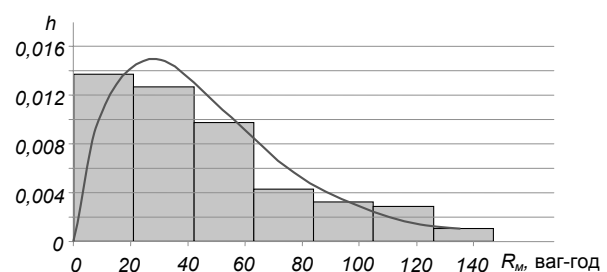


Рис. 5. Гістограма розподілу випадкової величини простою поїздів в парку (дані імітаційного моделювання)

Порівняння випадкових величин R_p та R_m показує, що вони підпорядковуються закону Ерланга з дуже близькими параметрами: для

реальної станції та для імітаційної моделі оцінки математичного очікування, відповідно, складають $\bar{r}_p = 47,3$ і $\bar{r}_m = 45,5$ ваг-год.; оцінки середнього квадратичного відхилення – $\sigma_p = 34,15$ ваг-год., $\sigma_m = 33,50$ ваг-год. Отримані статистичні параметри свідчать про близькість результатів моделювання результатам спостереження.

Для підвищення достовірності твердження про адекватність моделі за даними наведених вибірок було виконано перевірку гіпотези про їх приналежність до однієї і тієї ж генеральної сукупності. З цією метою був використано χ -критерій ван-дер-Вардена [15]. Виконані розрахунки показали, що вибірки r_p та r_m належать до однієї генеральної сукупності. Тому було зроблено висновок, що модель адекватна реальній станції і може бути використана для вирішення практичних задач.

Розроблений програмний продукт дозволяє в автоматизованому режимі готувати інформацію про технічне забезпечення та технологію роботи станцій, будувати добові плани-графіки для різних умов роботи з можливістю формування графічних файлів у форматах **dxf** і **emf** та отримувати їх показники. Використання програмного комплексу є доцільним при розробці технологічних процесів залізничних станцій, а також при техніко-економічному аналізі заходів по удосконаленню їх технічного забезпечення.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Образцов, В. Н. К вопросу о проектировании станций и их расчете [Текст] / В. Н. Образцов // Избр. тр. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1955. – Т. 1. – С. 77-121.
2. Сотников, И. Б. Взаимодействие станций и участков железных дорог. (Исследование операций на станциях) [Текст] / И. Б. Сотников. – М.: Транспорт, 1976. – 268 с.
3. Типовий технологічний процес роботи сортувальної станції [Текст]. ЦД-0017: Затв. наказом Укрзалізниці від 23.12.98 № 324-Ц. – К.: 1998. – 243 с.
4. Типовий технологічний процес роботи дільничної станції [Текст]. ЦД-0018: Затв.: Наказ

- Укрзалізниці від 23.12.98 № 324-Ц. – К.: 1998. – 243 с.
5. Рекомендований технологічний процес роботи вантажної станції [Текст] : Затв. наказом Укрзалізниці від 17.12.2004 № 249-Ц. – К.: НВП «Поліграфсервіс», 2005. – 224 с.
6. Кунда, Н. Т. Дослідження операцій у транспортних системах [Текст] : навч. посіб. для студ. напряму «Транспортні технології» вищ. навч. закл. / Н. Т., Кунда. – К.: Видавничий Дім «Слово», 2008. – 400 с.
7. Персианов, В. А. Расчет железнодорожных узлов методом моделирования их работы на ЭЦВМ [Текст] / В. А. Персианов, Н. С. Усков, И. Е. Четыркина // Транспортные узлы. – М.: Транспорт, 1966. – С. 420-446.
8. Персианов, В. А. Моделирование транспортных систем [Текст] / В. А. Персианов, К. Ю. Скалов, Н. С. Усков. – М.: Транспорт, 1972. – 208 с.
9. Мацкель, С. С. Расчет элементов станций на ЭВМ [Текст] / С. С. Мацкель. – М.: Транспорт, 1980. – 176 с.
10. König, H. VirtuOS® – Simulieren von Bahnbetrieb [Текст] / H. König // ETR: Eisenbahntechn. Rdsch. – 2001. – 50, № 1-2. – S. 44-47.
11. Yan, X. Zhongguo kuangye daxue [Текст] / X. Yan, C. Zhang // J. China Univ. Mining and Technol. – 2000. – 29, № 1. – P. 97-101.
12. Лещинский, Е. Имитационное моделирование на железнодорожном транспорте [Текст] / Е. Лещинский [пер. с польск.]. – М.: Транспорт, 1977. – 176 с.
13. Бобровский, В. И. Эргатические модели железнодорожных станций [Текст] / В. И. Бобровский, Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора // 36. наук. пр. КУЕТТ: Серія «Транспортні системи і технології». – Вип. 5. – К.: КУЕТТ, 2004. – С. 80-86.
14. Козаченко, Д. М. Програмний комплекс для імітаційного моделювання роботи залізничних станцій на основі добового плану-графіку [Текст] / Д. М. Козаченко, Р. В. Вернигора, Р. Г. Коробйова // Залізн. трансп. України. – 2008. – № 4. – С. 18-20.
15. Мюллер, П. Таблицы по математической статистике [Текст] / П. Мюллер, П. Норман, Р. Шторм Р. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 278 с.

Надійшла до редколегії 24.03.2009.

Прийнята до друку 09.04.2009.

КОМПЕНСАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ПРИ ВЗАИМНОЙ НАГРУЗКЕ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОМАШИН ПО СХЕМЕ ГОПКИНСОНА

Розглядаються умови компенсації електричних втрат при випробуванні тягових електричних двигунів за схемою Гопкінсона.

Рассматриваются условия компенсации электрических потерь при испытании тяговых электрических двигателей по схеме Гопкинсона.

The conditions of compensation of electric losses at the test of hauling electric engines by the Hopkinson's scheme are considered.

Необходимость в модернизации существующих станций для испытания тяговых электрических машин требует предварительного решения одного из основных вопросов – какой должна быть сама принципиальная схема стенда взаимной нагрузки.

Замена электромашинных преобразователей, используемых в настоящее время на большинстве испытательных станций в качестве вольтодобавочных машин и линейных генераторов, на статические преобразователи без решения задачи оптимизации структуры стенда будет нерациональной.

Известен целый ряд схем взаимной нагрузки электромашин постоянного тока [1, 2], многие из которых имеют определенные преимущества перед наиболее распространенной, упомянутой выше схемой испытания тяговых электродвигателей с использованием вольтодобавочной машины и линейного генератора.

Многие из хорошо известных схем взаимной нагрузки до настоящего времени не рассматривались проектировщиками испытательных станций в связи со сложностью ручного управления режимами их работы. При внедрении систем автоматического регулирования, без которых не проектируется ни одна современная испытательная станция, этот недостаток устраняется.

Одной из наиболее интересных для испытания по методу взаимной нагрузки тяговых электродвигателей является схема Гопкинсона, в которой компенсация всех видов потерь мощности осуществляется одним источником механической мощности (рис. 1).

Механические и магнитные потери в данной схеме компенсируются непосредственно ис-

точником механической мощности без преобразования, что и является одним из ее преимуществ перед другими известными схемами.

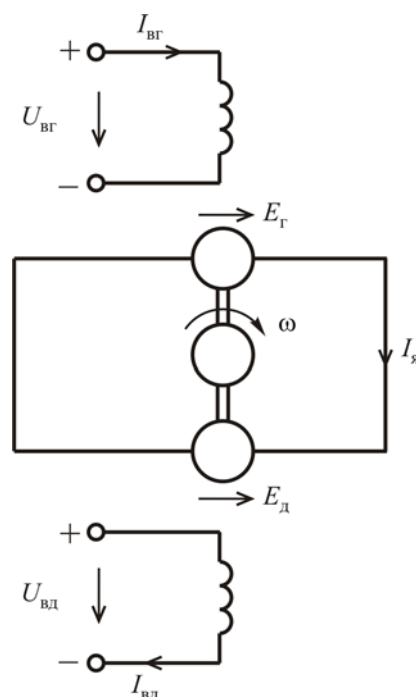


Рис. 1

Здесь следует отметить, что в качестве источников механической мощности, как правило, используются электрические двигатели постоянного или переменного тока, которые, по сути, сами являются электромашинными преобразователями мощности.

Однако, существуют варианты использования в схеме Гопкинсона нерегулируемого асинхронного привода, обеспечивающего как высокий к.п.д. преобразования, так и стабилизацию частоты вращения испытуемых электромашин без применения специальных средств

автоматического управления. Такая конфигурация схемы испытания делает ее конкурентоспособной с другими схемами, в которых не используются электромашинные преобразователи.

Компенсация электрических потерь при взаимной нагрузке по схеме Гопкинсона осуществляется тем же источником механической мощности, что и магнитные и механические потери. При этом происходит преобразование механической энергии источника в электрическую энергию в испытуемой электромашиногенераторе.

Условием компенсации электрических потерь является превышение электромагнитной мощности генератора $P_{\text{эмг}}$ над электромагнитной мощностью двигателя.

$$P_{\text{эмг}} > P_{\text{эмп}} \quad (1)$$

При этом суммарные электрические потери двигателя и генератора представляют собой разность

$$\sum \Delta P_{\text{э}} = P_{\text{эмг}} - P_{\text{эмп}} \quad (2)$$

С электромеханической точки зрения, условие протекания тока якорей электромашин $I_{\text{я}}$ может быть представлено в виде баланса напряжений в замкнутом контуре схемы при установившемся режиме

$$I_{\text{я}} \sum R = E_{\text{г}} - E_{\text{д}}, \quad (3)$$

где $\sum R$ – суммарное сопротивление контура;

$E_{\text{г}}$, $E_{\text{д}}$ – электродвижущие силы генератора и двигателя соответственно.

Суммарное сопротивление контура без учета сопротивления соединяющих проводов представляет собой сумму

$$\sum R = R_{\text{яд}} + R_{\text{яг}}, \quad (4)$$

где $R_{\text{яд}}$, $R_{\text{яг}}$ – сопротивления якорных цепей двигателя и генератора, соответственно.

Электродвижущие силы испытуемых двигателя и генератора:

$$E_{\text{д}} = C_{\text{д}} \cdot \Phi_{\text{д}} \cdot \omega; \quad (5)$$

$$E_{\text{г}} = C_{\text{г}} \cdot \Phi_{\text{г}} \cdot \omega, \quad (6)$$

где $C_{\text{д}}$, $C_{\text{г}}$ – конструктивные постоянные двигателя и генератора, соответственно;

$\Phi_{\text{д}}$, $\Phi_{\text{г}}$ – магнитные потоки двигателя и генератора, соответственно;

ω – угловая скорость валов электромашин.

Объединив формулы (3) – (6), получим уравнение баланса напряжений для установившегося режима в виде

$$I_{\text{я}}(R_{\text{яд}} + R_{\text{яг}}) = (C_{\text{г}} \cdot \Phi_{\text{г}} - C_{\text{д}} \cdot \Phi_{\text{д}}) \cdot \omega. \quad (7)$$

Для однотипных электромашин при условии, что $C_{\text{г}} = C_{\text{д}} = C$, получим это же уравнение в виде

$$I_{\text{я}}(R_{\text{яд}} + R_{\text{яг}}) = C \cdot \Delta \Phi \cdot \omega. \quad (8)$$

где $\Delta \Phi = \Phi_{\text{г}} - \Phi_{\text{д}}$ – разность магнитных потоков испытуемых электромашин.

Рассмотрим условия создания номинальной нагрузки тяговых электрических двигателей последовательного возбуждения при их испытании по схеме Гопкинсона (см. рис. 1).

Одноконтурность цепи, включающей в себя якорные обмотки (цепи) испытуемых электромашин, обеспечивает условие равенства якорных токов, которые при определенных условиях могут поддерживаться равными номинальному значению $I_{\text{н}}$.

Равенство токов якорей и возбуждения является необходимым условием испытания тяговых электродвигателей последовательного возбуждения при определении номинальной частоты вращения якоря, по крайней мере, для электромашины, работающей двигателем.

Установление одинаковых токов возбуждения обеих испытуемых электромашин невозможно в принципе в связи с неработоспособностью данной схемы при таких условиях.

Рассмотрим три возможных варианта соотношения токов возбуждения тяговых электродвигателей, обеспечивающих компенсацию электрических потерь мощности при взаимной нагрузке по схеме Гопкинсона.

Вариант «а»:

$$\begin{cases} I_{\text{вг}} = I_{\text{н}}; \\ I_{\text{вд}} < I_{\text{н}}. \end{cases} \quad (9)$$

Вариант «б»:

$$\begin{cases} I_{\text{вд}} = I_{\text{н}}; \\ I_{\text{вг}} > I_{\text{н}}. \end{cases} \quad (10)$$

Вариант «в»:

$$\begin{cases} I_{\text{вг}} > I_{\text{н}}; \\ I_{\text{вд}} < I_{\text{н}}. \end{cases} \quad (11)$$

При варианте «а» ток возбуждения генератора устанавливается равным номинальному значению, а ток возбуждения двигателя – меньше номинального. При этом электромашин-генератор работает в номинальном режиме, а обмотка возбуждения двигателя недогружена по току на величину

$$\Delta I_{\text{вд}} = I_{\text{н}} - I_{\text{вд}}. \quad (12)$$

Вариант «б» является наиболее рациональным с точки зрения возможности обеспечения номинального режима работы электромашин-двигателя. Ток возбуждения двигателя устанавливается равным номинальному значению, а ток возбуждения генератора – большим номинального.

При этом варианте обмотка возбуждения генератора будет перегружена по току на величину

$$\Delta I_{\text{вг}} = I_{\text{вг}} - I_{\text{н}}. \quad (13)$$

В варианте «в» ток возбуждения генератора устанавливается большим номинального значения, а ток возбуждения двигателя – меньше номинального.

Обмотка возбуждения двигателя недогружена, а обмотка возбуждения генератора перегружена по току относительно номинального значения $I_{\text{н}}$ на величины, определяемые формулами (12) и (13), соответственно. При этом каждые из значений $\Delta I_{\text{вг}}$ и $\Delta I_{\text{вд}}$ меньше, чем в вариантах «а» и «б».

Наиболее рациональным для данного варианта будет обеспечение равенства отклонений токов возбуждения двигателя $\Delta I_{\text{вд}}$ и генератора $\Delta I_{\text{вг}}$, соответственно.

Окончательный выбор распределения токов возбуждения двигателя и генератора относительно номинального значения будет определяться тем, какая из обмоток испытуемой электромашин является лимитирующей по условиям нагрева.

Для электродвигателей, у которых лимитирующей является обмотка возбуждения, рациональным будет вариант «а». Для электродвигателей, у которых лимитирующей является одна из обмоток якорной цепи, рациональным будет вариант «б».

Графически принцип каждого из вариантов компенсации электрических потерь в рассматриваемой схеме взаимной нагрузки показан на рис. 2 – 4.

Разность магнитных потоков $\Delta\Phi$, обеспечивающая компенсацию электрических потерь

за счет дополнительной электромагнитной мощности генератора по формуле (8), для каждого из рассмотренных вариантов определяется разностью токов возбуждения $\Delta I_{\text{в}}$ и местом положения точки номинального режима на кривой намагничивания $\Phi = f(I_{\text{в}})$.

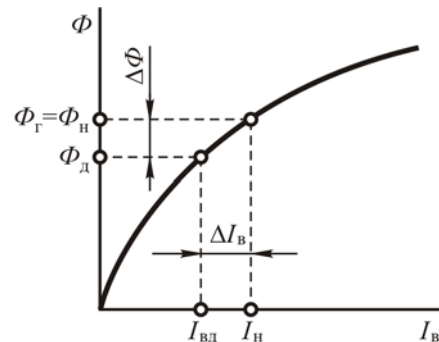


Рис. 2. Вариант «а»

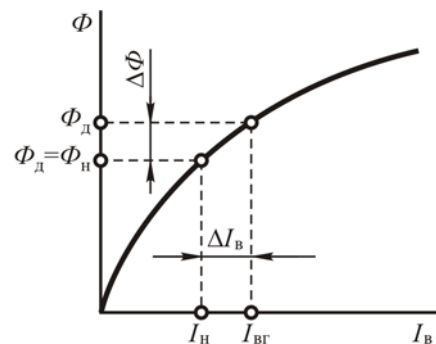


Рис. 3. Вариант «б»

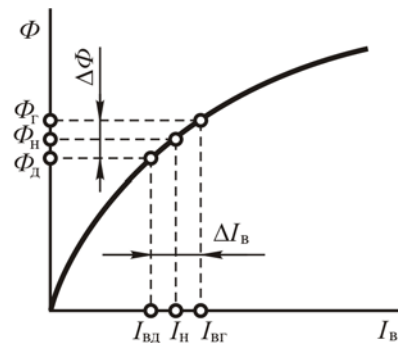


Рис. 4. Вариант «в»

Для универсальной кривой намагничивания положение этой точки будет определяться значением коэффициента магнитного насыщения соответствующего режима.

При смещении режима испытания по кривой намагничивания в сторону насыщения, для одной и той же разности магнитных потоков будет соответствовать большая разница токов возбуждения и наоборот.

Для номинального режима значение $\Delta\Phi$ будет определено в виде

$$\Delta\Phi_{\text{н}} = \frac{I_{\text{я}}(R_{\text{яд}} + R_{\text{яг}})}{C \cdot \omega_{\text{н}}} \quad (14)$$

Если принять сопротивления якорных цепей однотипных испытуемых электромашин одинаковыми, равными $R_{\text{я}}$, то формулу (14) можно упростить к виду

$$\Delta\Phi_{\text{н}} = \frac{2I_{\text{ян}} \cdot R_{\text{я}}}{C \cdot \omega_{\text{н}}} \quad (15)$$

Поделив левую и правую часть уравнения (15) на номинальное значение магнитного потока $\Phi_{\text{н}}$, после преобразований получим выражение для определения относительной разности магнитных потоков, приведенной к номинальному значению

$$\frac{\Delta\Phi_{\text{н}}}{\Phi_{\text{н}}} = \frac{2I_{\text{ян}} \cdot R_{\text{я}}}{E_{\text{н}}} \quad (16)$$

где $E_{\text{н}}$ – электродвижущая сила электромашин, соответствующая номинальному режиму испытания.

Если числитель и знаменатель правой части уравнения (16) умножить на $I_{\text{ян}}$, то это же выражение после преобразований может быть записано в виде

$$\frac{\Delta\Phi_{\text{н}}}{\Phi_{\text{н}}} = \frac{2\Delta P_{\text{эн}}}{P_{\text{эмн}}} \quad (17)$$

где $\Delta P_{\text{эн}}$ – электрические потери мощности в электромашине при работе в номинальном режиме;

$P_{\text{эмн}}$ – номинальная электромагнитная мощность однотипных испытуемых электромашин.

Таким образом, при проведении испытаний электрических машин по схеме Гопкинсона разность магнитных потоков испытуемых однотипных генератора и двигателя, приведенная к номинальному магнитному потоку, равна удвоенным электрическим потерям мощности, приведенным к номинальной электромагнитной мощности.

Здесь необходимо отметить, что электрические потери мощности в испытуемых электромашинках являются функциями температуры их обмоток и растут с течением времени испытания.

Следовательно, по мере проведения испытаний по данной схеме величина $\Delta\Phi_{\text{н}}$ при условии постоянства тока якорей ($I_{\text{ян}}$) будет рас-

ти пропорционально изменению сопротивления якорных цепей испытуемых электромашин.

Обозначим:

$$K_{\Delta\Phi} = \frac{\Delta\Phi_{\text{н}}}{\Phi_{\text{н}}} \text{ – относительная разность маг-}$$

нитных потоков;

$$K_{\Delta P} = \frac{\Delta P_{\text{эн}}}{P_{\text{эмн}}} \text{ – относительные электрические}$$

потери.

Согласно (17), связь между данными коэффициентами выглядит как

$$K_{\Delta\Phi} = 2K_{\Delta P} \quad (18)$$

Коэффициент $K_{\Delta\Phi}$ будет определять относительную разность токов возбуждения испытуемых электромашин $K_{\Delta I}$ (приведенную к номинальному току возбуждения), обеспечивающую компенсацию электрических потерь мощности при испытаниях

$$K_{\Delta I} = \frac{\Delta I_{\text{в}}}{I_{\text{н}}} \quad (19)$$

Причем, необходимая относительная разность токов возбуждения испытуемых электромашин будет определяться как значением $K_{\Delta\Phi}$, так и коэффициентом магнитного насыщения в номинальном режиме или другом режиме, соответствующем условиям проведения испытаний.

Такие зависимости могут быть рассчитаны для всех типов тяговых двигателей по их магнитным характеристикам. По универсальной магнитной характеристике [3] могут быть рассчитаны универсальные зависимости упомянутых выше параметров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жерве, Г. К. Промышленные испытания электрических машин [Текст] / Г. К. Жерве. – Л.: Энергоатомиздат, 1984. – 408 с.
2. Коварский, Е. М. Испытание электрических машин [Текст] / Е. М. Коварский, Ю. И. Янко. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 320 с.
3. Проектирование тяговых электрических машин [Текст] / под ред. М. Д. Находкина. – М.: Транспорт, 1976. – 624 с.

Поступила в редколлегию 21.07.2009.

Принята к печати 30.07.2009.

УНІФІКАЦІЯ ВОЛЬТОДОДАТКОВИХ ПРИСТРОЇВ СТЕНДІВ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ ТЯГОВИХ ДВИГУНІВ ЕЛЕКТРОВОЗІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

У статті запропоновано методику визначення оптимального уніфікованого ряду вольтододаткових пристроїв стендів для випробування тягових електродвигунів електровозів постійного струму.

В статье предложена методика определения оптимального параметрического ряда вольтодобавочных устройств стендов для испытания тяговых электродвигателей электровозов постоянного тока.

The methods of determination of the optimal parametric series of boosters for the test desks for traction electric motors of direct current electric locomotives are offered in the article.

Питанням уніфікації присвячені роботи А. І. Якушева, В. Р. Верченко, Л. А. Болдіна та інших вчених та інженерів [1, 2 та ін.], в яких показана роль уніфікації у підвищенні якості виробів, підвищенні економічності виробництва, розглянуті методи стандартизації та уніфікації. Аналіз літературних джерел та відповідної технічної документації показує відсутність теоретичних досліджень в галузі уніфікації електрообладнання для випробування тягових електричних машин. Тому розробка теоретичних основ уніфікації вольтододаткових пристроїв (ВДП) стендів для випробування тягових електричних машин і рекомендації по її здійсненню є актуальною задачею.

В даній роботі представлені рекомендації по уніфікації, розроблені відносно ВДП стендів по випробуванню тягових двигунів електровозів постійного струму. Розроблені теоретичні принципи можуть бути застосовані для раціональної уніфікації ВДП стендів взаємного навантаження будь-яких тягових електромашин локомотивів. Термін «уніфікація пристроїв ВДП» розуміємо як раціональне скорочення кількості типів ВДП з різними параметрами (напругою, струмом, потужністю), але однако-

вого функціонального призначення, що потрібно для забезпечення проведення прийнятно-здавальних випробувань (ПЗВ) вказаних електромашин.

В якості головного параметру уніфікованого ВДП пропонується прийняти потужність, оскільки цей показник є вирішальним при вирішенні питання щодо можливості виконання даним пристроєм своїх функцій у схемі даного стенду і не залежить від модернізації пристрою та технології його виготовлення. Якщо напругу на виході пристрою прийняти однаковою для всіх типів ВДП, то в якості головного параметра може бути і струм.

Розрахункові параметри ВДП для схеми випробування тягових двигунів електровозів постійного струму наведені у табл. 1

Маємо параметричний ряд: 150,5; 190; 196; 211,9; 215,8.

Оптимізація такого ряду полягає в надходженні сукупності пристроїв з такими потужностями, за яких так звана цільова функція досягає мінімального значення за умови задоволення обмежень. Обмеженням є максимальна потужність пристрою даного виду.

Таблиця 1

Значення головних параметрів ВДП для схем випробування тягових двигунів

Двигун	Параметр		
	Напруга, В	Потужність, кВт	Струм, А
НБ-406Б	$1,1 \cdot 2 \cdot 90 = 198$	$198 \cdot 760 = 150,6$	$2 \cdot 380 = 760$
ТЛ-2К1	198	$198 \cdot 960 = 190$	$2 \cdot 480 = 960$
НБ-407Б	198	$198 \cdot 1070 = 211,9$	$2 \cdot 535 = 1070$
4846eT3AL, 4846eT4AL	198	$198 \cdot 990 = 196$	$2 \cdot 495 = 990$
AL4846dt	198	$198 \cdot 1090 = 215,8$	$2 \cdot 545 = 1090$

Цільова функція є математичним описом залежності мети виробництва та використання даної продукції від значень параметрів, які оптимізуються, та від часових параметрів [2].

Математична модель оптимізації параметричного ряду складається із цільової функції та обмежень. Складемо цільову функцію для нашого випадку – знаходження оптимального параметричного ряду для пристроїв ВДП. У цьому випадку цільова функція являє собою залежність витрат на виробництво та експлуатацію пристроїв, які складають параметричний ряд, від головного параметру (потужності) і часу.

Цільова функція визначається в цілому за життєвий цикл заходу, який називається розрахунковим періодом. В якості початкового року розрахункового періоду приймаємо рік введення параметричного ряду в експлуатацію. Кінцевий рік розрахункового періоду визначається моментом завершенням життєвого циклу заходу. Вираз для цільової функції запишемо наступним чином:

$$C(U^N) = \sum_{U \in U^N} 3^{\circ}(U) + \sum_{\lambda \in X} \varphi(\lambda) \min_{U \in U^N} 3(U, \lambda) (1 + E_H)^{t_p - t}, \quad (1)$$

де $3^{\circ}(U)$ – постійні витрати на пристрій одного типу, які не залежать від їх кількості в експлуатації (витрати на розробку, підготовку виробництва). Тобто $3^{\circ}(U)$ – вартість виробництва одного екземпляра пристрою даного типу (капітальні витрати);

$\sum_{U \in U^N} 3^{\circ}(U)$ – вартість виробництва усіх типів пристроїв даного виду;

$3(U, \lambda)$ – витрати на задоволення потреб у пристрої з головним параметром λ за допомогою пристрою з головним параметром U , який відноситься до параметричного ряду пристроїв. Тобто, $3(U, \lambda)$ – це поточні (експлуатаційні) витрати. Співмножник $\min_{U \in U^N} 3(U, \lambda)$ – це міні-

мальні витрати при задоволенні попиту на пристрій з параметром λ за допомогою інших пристроїв із параметричного ряду. Поточні витрати мають місце щорічно протягом усього розрахункового періоду. За вказаних умов для поточних витрат потрібно врахувати фактор часу, що здійснюється шляхом приведення до початку розрахункового періоду щорічних поточних витрат, для чого у формулі (1) вводиться коефіцієнт приведення, який визначається як:

$(1 + E_H)^{t_p - t}$, де E_H – норматив приведення різночасових витрат до розрахункового року, $E_H = 0,1$;

t_p – порядковий номер розрахункового періоду.

t – порядковий номер t -го року експлуатації параметричного ряду пристроїв, починаючи від початкового розрахункового періоду. У нашому випадку розрахунковий і початковий роки збігаються. Тому $t_p = 1$. Відомо, що приведення витрат до початку розрахункового року здійснюється діленням витрат на коефіцієнт приведення, що у нашому випадку забезпечується від’ємним значенням різниці $(t_p - t)$, оскільки $t \geq t_p = 1$.

t_c – термін служби пристрою у роках.

Виходячи із досвіду експлуатації подібних пристроїв, приймаємо термін служби ВДП – 10 років.

Задача оптимізації параметричного ряду пристроїв ВДП полягає у мінімізації цільової функції за час розрахункового періоду.

В якості одного з показників уніфікації пристроїв пропонуємо застосувати «частість K_N застосування пристрою даного типу»

$$K_N = \frac{N_j}{N}, \quad (2)$$

де N_j – кількість ПЗВ, проведених з використанням пристроїв ВДП даного типу за один рік: тип пристрою див. табл. 1 по типу двигунів;

N – загальна кількість ПЗВ тягових електричних двигунів за один рік.

Значення N_j та N знайдено шляхом аналізу статистичних даних про кількість ремонтів КР2, КР1, ТР3 типів тягових електричних машин, що розглядаються, по Укрзалізниці. Параметр N_j визначено як середнє значення кількості ремонтів двигунів даного типу за три роки (2006, 2007, 2008 рр.). Результати наведені у табл. 2.

Значення K_N у процентах:

$$K_N = \left(\frac{N_j}{N} \right) \cdot 100\%.$$

Для наочності інформація, наведена у табл. 2, демонструється на рис. 1.

З використанням даних табл. 2 емпіричну функцію попиту $\varphi(\lambda)$ для кожного виду пристрою можна представити у вигляді табл. 3.

Таблиця 2

Визначення чисельного значення коефіцієнту K_N для схем випробувань тягових електродвигунів

Тип тягового двигуна	НБ-406Б	ТЛ-2К1	НБ-407Б	4846еТ3АЛ, 4846еТ4АЛ	АЛ4846dt	$N = 1233$
N_j	677	36	107	259	154	
$K_N, \%$	55	2,9	8,6	21	12,5	

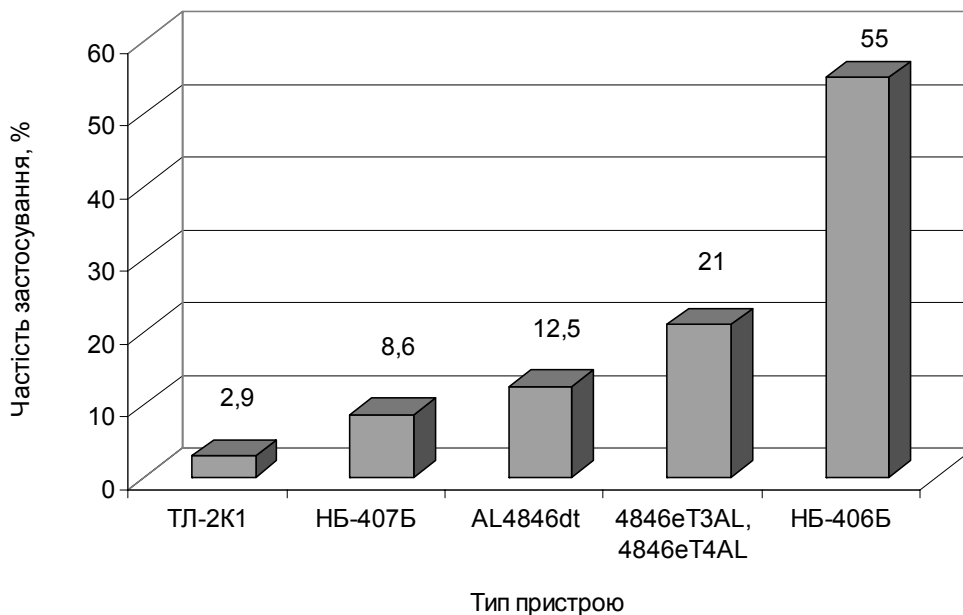


Рис. 1. Попит на різні типи пристроїв ВДП при ПЗВ тягових двигунів електровозів постійного струму

Таблиця 3

Емпірична функція попиту $\varphi(\lambda)$ на пристрої ВДП для схем випробувань тягових двигунів

Тип пристрою	НБ-406Б	ТЛ-2К1	4846еТ3АЛ, 4846еТ4АЛ	НБ-407Б	АЛ4846dt
λ	$\lambda_0 = 150,5$	$\lambda_1 = 190$	$\lambda_2 = 196$	$\lambda_3 = 211,9$	$\lambda_4 = 215,8$
$\varphi(\lambda)$	$\varphi(\lambda_0) = 0,55$	$\varphi(\lambda_1) = 0,029$	$\varphi(\lambda_2) = 0,21$	$\varphi(\lambda_3) = 0,086$	$\varphi(\lambda_4) = 0,125$

Таблиця 4

Відкоригована емпірична функція попиту $\varphi(\lambda)$ на пристрої ВДП для схем випробувань тягових двигунів

Тип пристрою	НБ-406Б	4846еТ3АЛ, 4846еТ4АЛ, ТЛ-2К1	АЛ4846dt, НБ-407Б
λ	$\lambda_0 = 150,5$	$\lambda_1 = 196$	$\lambda_2 = 215,8$
$\varphi(\lambda)$	$\varphi(\lambda_0) = 0,55$	$\varphi(\lambda_1) = 0,239$	$\varphi(\lambda_2) = 0,211$

Під терміном «вид пристрою» розуміємо, наприклад, «пристрій ВДП для схем випробувань тягових двигунів». «Тип пристрою» – це

пристрій для конкретного типу тягової електричної машини, наприклад, для випробування тягового двигуна типу НБ-406Б (табл. 1) і т.п.

Таким чином, маємо всі параметри для обчислення цільової функції.

Під оптимальним параметричним рядом для даного виду пристроїв розуміємо ряд, для якого цільова функція $\mathcal{L}(U^N)$ має мінімальне значення.

Вартість виробництва одного екземпляру пристрою даного типу можна вважати однаковою для пристроїв, потужність яких відрізняється одна від одної в межах 10...15 %. Тому $\mathcal{Z}^0(U)$ для цих пристроїв можна прийняти однаковою і такою, що дорівнює більшому значенню цих пристроїв.

З урахуванням останнього відкоректовані значення табл. 3 представлені у табл. 4.

Параметричні ряди для вказаних пристроїв мають вигляд:

$$U_1^N = 150,5; 196; 215,8 \quad \varphi(\lambda) = 0,55; 0,239; 0,211$$

$$U_2^N = 150,5; 215,8 \quad \varphi(\lambda) = 0,55; 0,45$$

$$U_3^N = 196; 215,8 \quad \varphi(\lambda) = 0,789; 0,211$$

$$U_4^N = 215,8 \quad \varphi(\lambda) = 1$$

Для розрахунків значень цільових функцій різних параметричних рядів за допомогою ЕОМ розроблена програма у середовищі MathCad.

Вартість $\mathcal{Z}^0(U)$ має наступні значення (у відносних одиницях).

В нашому випадку: 1 (150,5 кВт);

$$\frac{196}{150,5} = 1,3; \quad \frac{215,8}{150,5} = 1,43.$$

Блок-схема програми наведена на рис. 2.

Аналіз результатів значень цільових функцій показує, що оптимальним параметричним рядом пристроїв ВДП для схем випробувань тягових двигунів є $U_4^N = 215,8$.

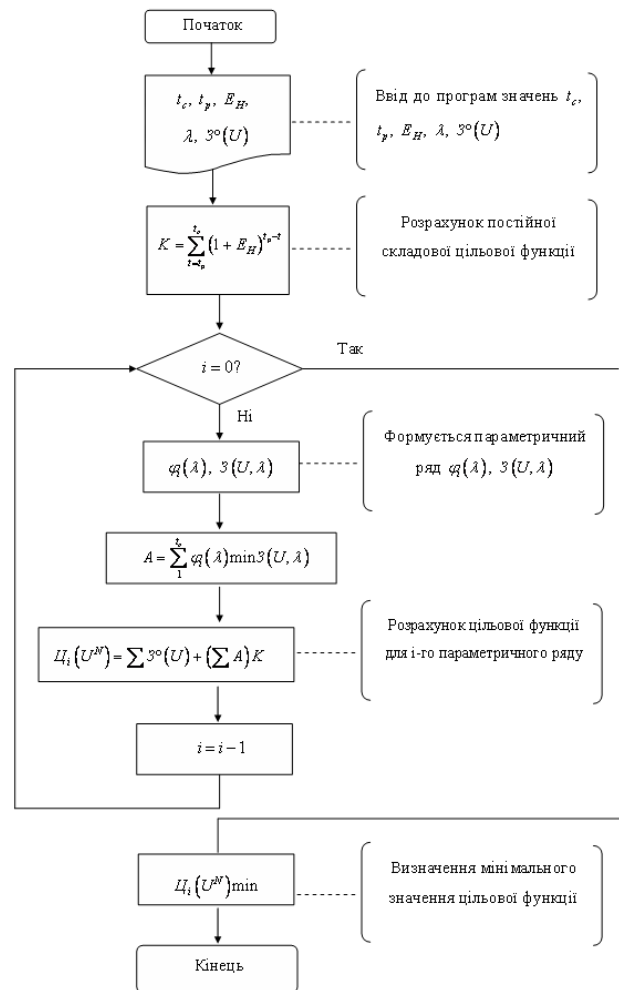


Рис. 2. Блок-схема програми для розрахунку значень цільової функції

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Якушев, А. И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения [Текст] / А. И. Якушев. – М.: Издательство стандартов, 1972. – 312 с.
2. Болдин, Л. А. Основы взаимозаменяемости и стандартизации в машиностроении [Текст] / Л. А. Болдин. – М.: Издательство стандартов, 1976. – 111 с.

Надійшла до редколегії 24.09.2009.

Прийнята до друку 25.09.2009.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРТИЗИ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Розроблено методику проведення експертизи оцінки надійності функціонування системи автоматизованого керування тягового електропостачання електричного транспорту з метою організації роботи з фахівцями-експертами і обробки думок експертів. Дана методика дає можливість ухвалювати рішення про планування і проведення експертизи та формування експертної групи, проводити аналіз отриманих результатів та підготовку висновків для осіб, які приймають рішення з підвищення надійності функціонування системи автоматизованого керування тягового електропостачання.

Разработана методика проведения экспертизы оценки надежности функционирования системы автоматизированного управления тягового электроснабжения электрического транспорта с целью организации работы со специалистами-экспертами и обработки мнений экспертов. Данная методика дает возможность принимать решение о планировании и проведении экспертизы и формировании экспертной группы, проводить анализ полученных результатов и подготовку выводов для лиц, которые принимают решение по повышению надежности функционирования системы автоматизированного управления тягового электроснабжения.

The author proposed the examination method for estimating the reliability of functioning a system of automated control of traction electric supply systems for electric transport in order to organize the work with specialists-experts and to treat with experts' opinions. This method enables us to make a decision about planning and taking the examination and forming the group of experts to conduct the results analysis and prepare the conclusions for people who make the decision on improving the reliability of a system of automated control of traction electric supply systems.

Методи експертних оцінок надійності систем автоматизованого керування тягового електропостачання – це методи організації роботи з фахівцями-експертами і обробки думок експертів. Результати експертних оцінок виражаються в кількісній і/або якісній формі з метою підготовки інформації для ухвалення рішень. Для проведення експертизи створюють експертну групу, яка і організує за дорученням керівництва дистанцій електропостачання діяльність експертів з оцінок надійності систем автоматизованого керування тягового електропостачання.

Організація опиту колективу експертів – це одна з найважливіших проблем пов'язаних з проведенням експертних оцінок. Недооцінка цієї проблеми при проведенні експертизи ставить під сумнів цінність її результатів і виражається в поспішному, непродуманому опиті експертів. Низька якість зібраних таким чином думок не може компенсуватися застосуванням сучасних математичних методів, необхідних для обробки результатів експертизи [1].

З досвіду проведення експертних оцінок на Луганській дистанції електропостачання та Київському метрополітені з питань підвищення надійності комплексу керування системою тягового електропостачання електричного транспорту можна виділити два основні типи процедури експертного опиту [2]:

– процедура з особистими контактами між експертами;

– багатотурові процедури без особистих контактів із контрольованим зворотним зв'язком.

До першого типу відноситься традиційна «дискусія», звана також методом комісій. В ході дискусії експерт має можливість неодноразово висловлювати думки, враховуючи точки зору інших учасників опиту. У традиційній дискусії фактично діє перманентний і неконтрольований зворотний зв'язок, по якому експерт отримує думку інших експертів, а також їх більш загальну реакцію. Дискусія може проводитися і в декілька чітко виражених турів. Переваги і недоліки методу дискусії вказані в [3]. Проте непорушною залишається основоположна межа всіх цих процедур – прямі контакти експертів, що призводить до достатньо сильних проявів конформізму з боку експертів, що приєднують свої думки до думки компетентніших і авторитетніших експертів навіть за наявності протилежної власної точки зору [1].

Процедури другого типу ґрунтуються на одній з найбільш розроблених і поширених в практиці експертних оцінок – методі «Делфі» [1]. Тут експерти ізольовані один від одного, а процедура реалізується за декілька розділених у часі турів. На кожному турі експерт отримує по зворотному зв'язку інформацію про

думки інших членів групи і переглядає свої думки.

Згідно цьому методу виділяють наступні етапи проведення експертизи:

- формування експертної групи;
- планування і проведення експертизи;
- аналіз і інтерпретація отриманих результатів та підготовка висновку для осіб, які приймають рішення.

Розглянемо детальніше перший етап експертизи – формування експертної групи, оскільки він є найбільш загальним для різних видів експертиз і, як правило, не залежить від методів збору експертної інформації. Він складається з:

- визначення чисельного складу експертної групи;
- визначення коефіцієнтів авторитету експертів;
- підбору експертів відповідно до їх компетентності.

Визначити необхідний чисельний склад експертної групи дуже важливо. При недостатній кількості експертів результати експертизи не будуть надійними.

Згідно [4], чисельний склад експертної групи обчислюється за формулою:

$$k = [\beta t_{p,k-1} / a]^2, \quad (1)$$

де k – число експертів;

β – міра достовірності проведеної експертизи;

$t_{p,k-1}$ – коефіцієнт Стюдента;

a – відносна ширина довірчого інтервалу.

Міра достовірності проведеної експертизи визначається як

$$\beta = s / \bar{x}, \quad (2)$$

де s – середньоквадратичний розкид експертних оцінок; $\bar{x}$ – середнє значення оцінки.

Відносна ширина довірчого інтервалу обчислюється із співвідношення:

$$a = \Delta x / \bar{x}, \quad (3)$$

де Δx – довірчий інтервал оцінок.

Як видно з (2), величина міри достовірності проведеної експертизи визначається за наслідками експертизи, але для цього у свою чергу необхідно знати необхідний склад експертної групи. Щоб подолати виниклу логічну складність, пропонується наступний підхід. Припустимо, що для статистичної обробки допускається лише такі експертні оцінки, відносна відмінність яких від середнього значення за абсолютною величиною не перевищує відносну ширину довірчого інтервалу $|\Delta x / \bar{x}|$. В межах інтервалу

$\pm \Delta x$ біля $\bar{x}$ окремі оцінки можуть розташовуватися різним чином, від чого залежатиме величина міри достовірності проведеної експертизи β . Проте, при типовому характері розсіювання окремих оцінок і строгому дотриманні правила про залучення до експертизи тільки кваліфікованих фахівців зміна достовірності проведеної експертизи при зміні числа оцінок буде не дуже значною [4].

На підставі досвіду застосування методу експертних оцінок для вирішення різних завдань, що не формалізуються, встановлено, що результати експертизи можна вважати задовільними при $\beta \leq 0,3$ і добрими, якщо $\beta \leq 0,2$ [5]. Відходячи з цього, при визначенні чисельного складу експертної групи апіорне значення міри достовірності проведеної експертизи слід вибирати в межах $0,2 \dots 0,3$.

Коефіцієнт Стюдента $t_{p,k-1}$ визначається за таблицями. Вибравши довірчу вірогідність p для різних k , знаходимо відповідні значення $t_{p,k-1}$. Потім для кожної пари k і $t_{p,k-1}$ з рівняння (1) знаходимо β/a і для вибраної p буде отримана залежність $\beta/a = f(k)$, яку можна трактувати як $k = F(\beta/a)$ (рис. 1).

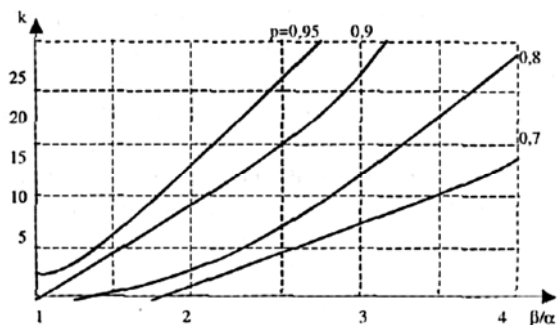


Рис. 1. Графіки функції $k = F(\beta/a)$

Таким чином, обчисливши співвідношення β/a і задавши довірчу вірогідність p з графіків (рис. 1), знаходимо чисельний склад експертної групи k .

На наступному кроці проведення експертизи обчислюються коефіцієнти авторитету (ступінь компетентності експерта) – це число, яке показує з якою вагою включаються в статистичну обробку оцінки даного експерта. Важливість правильного визначення його величини має велике значення, оскільки він прямо впливає на достовірність результатів експертизи, а також має важливе психологічне значення для експертів.

Існує ряд способів визначення коефіцієнтів авторитету як на основі статистики попередніх експертиз [4], так і безпосередньо за наслідками експертизи, для якої якраз і потрібне знання та-

ких коефіцієнтів [1]. Проте, в цих способах коефіцієнти авторитету визначаються безпосередньо, як деякі числа з інтервалу $[0, 1]$. Але оскільки людині простіше дати порівняльну оцінку двом якісним поняттям, чим приписати їм міру, тому раціональнішим способом визначення таких коефіцієнтів є їх обчислення за допомогою парного оцінювання ступеня компетентності експертів. Тут може виникнути питання про достовірність коефіцієнтів авторитету, отриманих таким чином. Проте якщо врахувати, що до експертизи, як правило, притягуються відомі фахівці у відповідній області експертизи, то взаємне порівняння їх компетентності дає об'єктивні результати. З досвіду експертиз, що проводяться, величина відношення узгодженості повинна бути не більше 10...15 % [4]. Якщо його величина виходить з цих меж, то експертам пропонується перевірити свої думки.

При проведенні складних експертиз іноді скрутно сформувати компетентну групу експертів силами одного структурного підрозділу. В цьому випадку звернення до експертів пов'язані з певними фінансовими витратами. Враховуючи цю обставину, при формуванні експертної групи можна використовувати наступну методику.

Для заданої довірчої вірогідності p з графіків (рис. 1) знаходиться чисельний склад можливих кандидатів експертної групи $(E_1, E_2, \dots, E_n)$ і обчислюються їх вагові коефіцієнти $(\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n)$. Далі, хай h_i – умовна вартість звернення до i -го експерта, а h_0 – гранична сумарна умовна вартість звернення до всіх експертів. Введемо змінні:

$$x_i = \begin{cases} 1, & i\text{-й експерт введений до складу експ. групи;} \\ 0, & \text{не введений.} \end{cases}$$

Тоді завдання формування експертної групи, яка володіє максимальною компетентністю, можна записати як завдання лінійного програмування:

$$\sum \mu_i \cdot x_i \rightarrow \max \quad (4)$$

при обмеженнях

$$\sum_{i=1}^n h_i \cdot x_i \leq h_0, \quad x_i = \begin{cases} 1 \\ 0, \end{cases} \quad i \in \{1, \dots, n\}.$$

Для спрощення процедури збору і обробки результатів експертного опиту доцільно автоматизувати цей процес за допомогою діалогових засобів взаємодії «експерт – ЕОМ». У пам'яті ЕОМ містяться об'єкти оцінки, базові лін-

гвістичні категорії, а також лінгвістичні конструкції організації діалогу. Програма послідовно формує питання для експертів, пропонує базовий набір лінгвістичних оцінок. Експерт вводить в ЕОМ свої значення оцінок, які записуються в пам'ять. Введені оцінки обробляються і представляються керівникові експерименту. Ув'язкою організації діалогу і обробки інформації керує програмний диспетчер. В кінці експертного опиту оцінюється ступінь узгодженості думок експертів.

Висновки

У статті розроблена методика організації проведення експертизи з оцінки надійності функціонування системи автоматизованого керування тягового електропостачання електричного транспорту. З досвіду проведення експертних оцінок на дистанціях електропостачання залізниць та метрополітенів з підвищення надійності комплексів керування системою тягового електропостачання електричного транспорту визначені основні процедури експертного опиту. Дана методика дає можливість ухвалювати рішення про планування і проведення експертизи та формування експертної групи, проводити аналіз отриманих результатів та підготовку висновків для осіб, які приймають рішення з підвищення надійності функціонування системи автоматизованого керування тягового електропостачання.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Литвак, Б. Г. Экспертная информация: методы получения и анализа [Текст] / Б. Г. Литвак. – М.: Радио и связь, 1982. – 184с.
2. Матусевич, О. О. Аналіз впливу показника рівня захисту від загроз на надійність комплексу керування пристроями тягового електропостачання [Текст] / О. О. Матусевич, В. Г. Кузнецов, В. Г. Сиченко // Заліз. трансп. України. – 2008. – № 2. – С. 32-36.
3. Панкова, Л. А. Организация экспертизы и анализ экспертной информации [Текст] / Л. А. Панкова, А. М. Петровский, Н. В. Шнейдерман. – М.: Наука, 1984. – 214 с.
4. Брахман, Т. Р. Многокритериальность и выбор альтернативы в технике [Текст] / Т. Р. Брахман. – М.: Радио и связь, 1984. – 287 с.
5. Мулен, Э. Кооперативное принятие решений: аксиомы и модели [Текст] / Э. Мулен. – М.: Мир, 1991. – 463 с.

Надійшла до редколегії 16.09.2009.
Прийнята до друку 22.09.2009.

СТРУКТУРНА НАДІЙНІСТЬ ТЯГОВОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ БАГАТОСИСТЕМНОГО ЕЛЕКТРОВОЗА З АСИНХРОННИМИ ТЯГОВИМИ ДВИГУНАМИ

У статті проведено порівняння структурної надійності різних варіантів структурних схем статичного перетворювача для тягового приводу перспективних багатосистемних електровозів з асинхронними тяговими двигунами.

В статье проведено сравнение структурной надежности различных вариантов структурных схем статического преобразователя для тягового привода перспективных многосистемных электровозов с асинхронными тяговыми двигателями.

In the article the structural reliability of different variants of structured schemes of the steady-state converter for traction drive of promising multi-system electric locomotives with asynchronous traction engines is compared.

Вступ

При сучасному рівні розвитку силової напівпровідникової техніки статичний перетворювач тягового приводу електровозу став його головною частиною, оскільки саме його параметри та показники визначають властивості тягового приводу в цілому, такі як діапазон регулювання, плавність, якісні показники у переходному процесі та ін.

Аналіз сучасного стану тягового електрорухомого складу (ЕРС) та системи енергопостачання електрифікованих залізниць України [1 – 4] показав, що необхідна заміна тягового ЕРС на нові потужні електровози, побудовані з використанням сучасної елементної бази та керуючих систем. Але існуюча система 3 кВ тягового електропостачання лімітує підвищення потужності електровозів, тому слід перевести залізницю електрифіковані постійним струмом на систему 25 кВ 50 Гц, але це потребує значних коштів. Тому є доцільним підвищити напругу у системі 3 кВ постійного струму до 6, 12 або 24 кВ при одночасному введенні в експлуатацію нових потужних багатосистемних електровозів, що дозволить підвищити пропускну спроможність залізниць, електрифікованих постійним струмом [5, 6].

Під багатосистемним мається на увазі ЕРС, який зможе працювати як при постійному, так і при змінному струмах, при різних рівнях напруги у контактній мережі [7].

Існують різні варіанти схемної реалізації тягових статичних перетворювачів багатосистемних електровозів, аналіз яких дозволяє визначитись із загальною їх структурою [8].

Вибір раціональної структури, розробка

схем та конструкцій статичних перетворювачів для тягового приводу багатосистемних електровозів не можуть бути виконані в повному обсязі без оцінювання різних варіантів структурних схем, з точки зору структурної надійності схем.

Під структурною надійністю пристрою розуміємо його результуючу надійність при відомих структурній схемі та значеннях надійності елементів структурної схеми [9].

Мета роботи

Провести порівняльний аналіз можливих варіантів побудови статичних перетворювачів тягового приводу для багатосистемного електрорухомого складу залізниць з асинхронними тяговими двигунами струму (АТД) з урахуванням вимог структурної надійності.

Матеріал і результати дослідження

Запропонована в роботі [5] структурна схема статичного перетворювача для електровоза подвійного живлення, який є окремим випадком багатосистемного електровоза, не враховує можливості підвищення напруги у контактній мережі постійного струму.

Враховуючи вищевикладене та аналізуючи схемні рішення статичних перетворювачів, які використовуються в інших галузях промисловості, пропонується наступна структурна схема тягового статичного перетворювача для багатосистемного електровозу з асинхронними тяговими двигунами (рис. 1).

Структурна схема (рис. 1) складається з двох контурів: мережевого та тягового (з тяговим двигуном змінного струму).

Перший контур призначено для перетворення електричної енергії з контактної мережі в напругу змінного струму підвищеної частоти,

яку знімаємо із вторинної обмотки трансформатора підвищеної частоти.

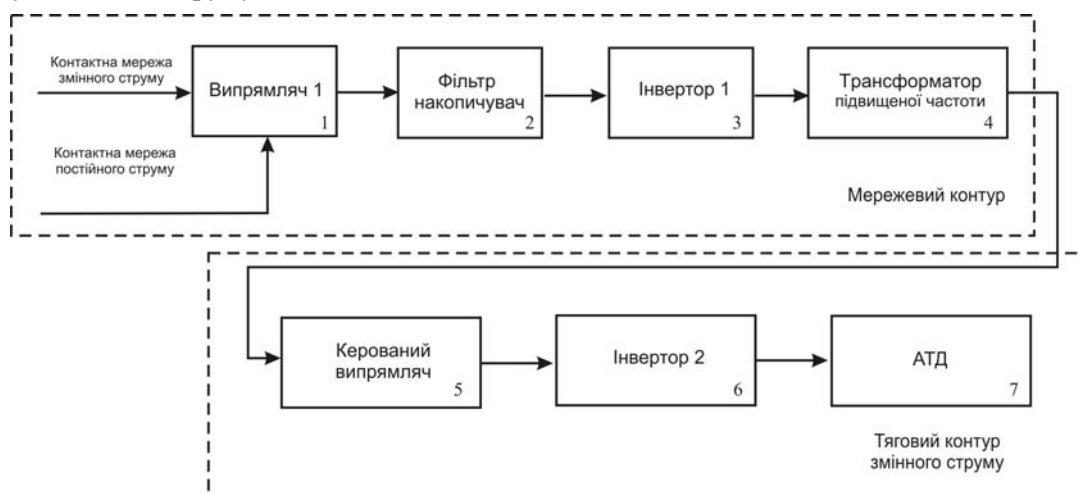


Рис. 1. Узагальнена структурна схема статичного перетворювача тягового приводу з асинхронними тяговими двигунами та ланкою підвищеної частоти

Первина обмотка підключена до виходу високовольтного інвертора 1, вхід якого підключено до виходу випрямляча 1 (керованого або некерованого) при змінному струмі у контактній мережі. При постійному струмі у контактній мережі випрямляч 1 може використовуватися як дільник напруги. Тяговий контур забезпечує перетворення електричної енергії в механічну на валу тягового двигуна.

В залежності від рівня напруги у контактній мережі, кількості тягових двигунів та якого типу силовий модуль тягового перетворювача реалізується (відповідно класифікації, запропонованої в [7]), структурна схема наведена на рис. 1 може видозмінюватися.

Вихідними даними для порівняльного аналізу перетворювальних структур тягового приводу багатосистемних електровозів з асинхронними тяговими двигунами у даній роботі є:

1. Напруга у контактній мережі постійного струму 3 кВ та підвищена до рівня 6, 12 або 24 кВ.
2. Напруга у контактній мережі змінного струму 25 кВ частотою 50 Гц.
3. Кількість асинхронних тягових електродвигунів – чотири.

Враховуючи вихідні дані, проведемо порівняльний аналіз наступних варіантів побудови статичних перетворювачів тягового приводу перспективних багатосистемних електровозів з 4 АТД (табл. 1).

Розглянемо, яким чином можливо реалізувати кожен з варіантів, вказаних у табл. 1, та визначимось, які варіанти доцільно розглядати у подальших дослідженнях.

В якості реалізації першого варіанту (відповідно до табл. 1) можливо використовувати наступну розгорнуту структурну схему (рис. 2),

при цьому реалізується силовий модуль перетворювача типу М1 (на кожен тяговий двигун окремий перетворювач), відповідно до прийнятої у [7] кваліфікації.

Таблиця 1

Варіанти побудови статичного перетворювача тягового приводу перспективних багатосистемних електровозів з 4 АТД

Варіант побудови	1	2	3	4
3 кВ	√	√	√	√
6 кВ		√		
12 кВ			√	
24 кВ				√
25 кВ 50 Гц	√	√	√	√

На рис. 2 прийняті наступні скорочення: ПР – перемикач режимів (25 кВ 50 Гц або 3 кВ постійного струму); МВ – випрямляч мережевого контуру; ФН – фільтр накопичувач; МІ – інвертор мережевого контуру; ТПЧ – трансформатор підвищеної частоти; ТВ – випрямляч тягового контуру; ТІ – тяговий інвертор; АТД – асинхронний тяговий двигун змінного струму.

В режимі «3 кВ» ПР підключає МВ1...МВ4 паралельно до контактної мережі, а в режимі «25 кВ 50 Гц» – послідовно, тобто підключені у режимі дільника напруги контактної мережі.

При цьому на вході кожного МВ діє напруга, яка дорівнює: $\frac{U_{\text{км}}}{4} = \frac{25}{4} = 6,25$ кВ змінного струму, а у режимі «3 кВ» діє 3 кВ постійного струму.

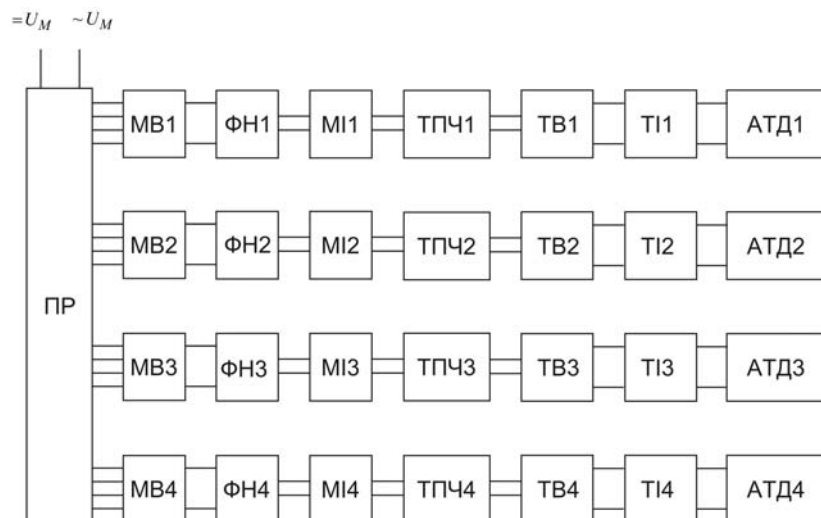


Рис. 2. Розгорнута структура тягового перетворювача: 25 кВ змінного та 3 кВ постійного струму при 4 АТД у разі реалізації модулями М1

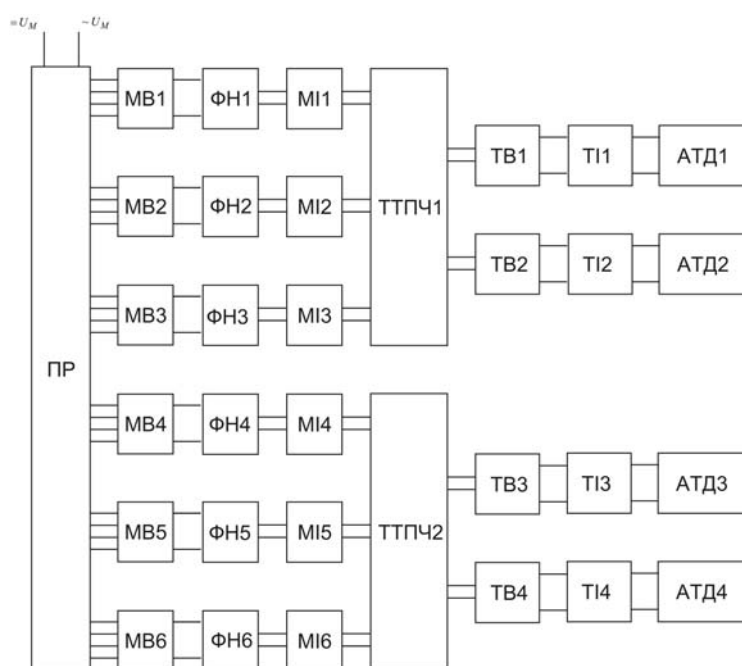


Рис. 3. Структура тягового перетворювача 25 кВ змінного та 3 кВ постійного струму при 4 АТД у разі реалізації модулями М2

В наведеній схемі на рис.2 використовується однофазні тяговий трансформатор та тяговий випрямляч.

Загальновідомо, що для однофазних мостових випрямлячів встановлена потужність трансформатора (при активно-індуктивному навантаженні) дорівнює $S_{\text{тфм}} = 1,23P_d$, а для трифазного мостового випрямляча $S_{\text{т3фм}} = 1,05P_d$, де P_d – потужність навантаження. Тобто доцільне використання трифазних систем. Реалізувати збільшення числа фаз перетворювача можливо за рахунок з'єднання в трифазну систему вторинних обмоток ТПЧ, при одночасній реалізації зсуву напруг первинних

обмоток на 120 ел. градусів, тоді схема, наведена на рис. 2, перетвориться до вигляду, наведеному на рис. 3.

Порівняно зі структурною схемою, наведеною на рис. 2, структура рис. 3 має збільшену кількість елементів мережевого контуру (додано 5-та та 6-та ланки МВ-ФН-МІ).

У схемі, наведеній на рис. 3, інвертори МІ1...МІ6 працюють зі зсувом по фазі один до одного, тобто реалізується принцип багатofазного перетворювача, що, як загальновідомо, дозволяє покращити енергетичні показники перетворювача в цілому.

Крім того, така будова також дозволяє реалізувати модулі М3 та М6 при шести тягових двигунах,

тобто така структурна схема є уніфікованою.

Порівнявши структурні схеми на рис. 2 та рис. 3, неважко зробити висновок, що основними функціональними вузлами, які «відповідають» за роботу з контактною мережею, є ПР та МВ. Саме поєднання цих елементів, в залежності від напруги у контактній мережі, визначає структуру перетворювача в цілому.

Різні варіанти ввімкнення МВ дозволяють забезпечувати роботу перетворювача при різній напрузі у контактній мережі.

В залежності від режиму роботи (з'єднання) перемикача режимів є можливими наступні схеми ввімкнення мережевих випрямлячів при чотирьох АТД у разі реалізації модулями М1 та М2 (рис. 4).

Використовуючи наведені на рис. 4 варіанти з'єднання мережевих випрямлячів, нескладно визначити значення напруги контактної мережі, яка прикладена до кожного з МВ відповідно до виразу: $U_{\text{МВ}} = \frac{U_{\text{КМ}}}{a}$, де $U_{\text{КМ}}$ – напруга у контактній мережі; a – кількість послідовно з'єднаних МВ, до яких приложена напруга контактної мережі.

На рис. 5 наведено графік зміни напруги на кожному МВ при різних схемах ввімкнення МВ та різній напрузі у контактній мережі.

Відповідно до залежностей, наведених на рис. 5, варіант «є» рис. 4 (послідовно 3 МВ), який дозволяє одразу реалізувати структурну схему, наведену на рис. 3, підтверджує доцільність використання силового модуля М2, ніж модуля М1, який напряму реалізується варіантом «а» рис. 4 (послідовно 1 МВ), оскільки в режимі 25 кВ 50 Гц, напруга на МВ буде в три рази меншою, тобто $\frac{25}{3} = 8,33$ кВ (при шести МВ, з'єднаних в дві групи по три послідовно).

Але це означає, що для кожного силового модуля є тільки один варіант ввімкнення МВ, так для реалізації модуля М2 можливо використати як варіант «д» за рис. 4, так й інші допустимі схеми. Рівень напруги визначає клас приладів, які будуть використовувати у складі МВ.

Тому в подальших дослідженнях приймаємо наступне: напруга на вході МВ за будь-якої номінальної напруги у контактній мережі не повинна перевищувати 10 кВ. Таким чином, при підвищеній напрузі в контактній мережі 24 кВ постійного та 25 кВ 50 Гц змінного струмів розглядати структурні схеми з одним та двома МВ як з'єднані послідовно у подальших дослідженнях не будемо. Те ж саме приймаємо відносно до схеми з одним послідовним МВ при підвищеній напрузі у контактній мережі 12 кВ.

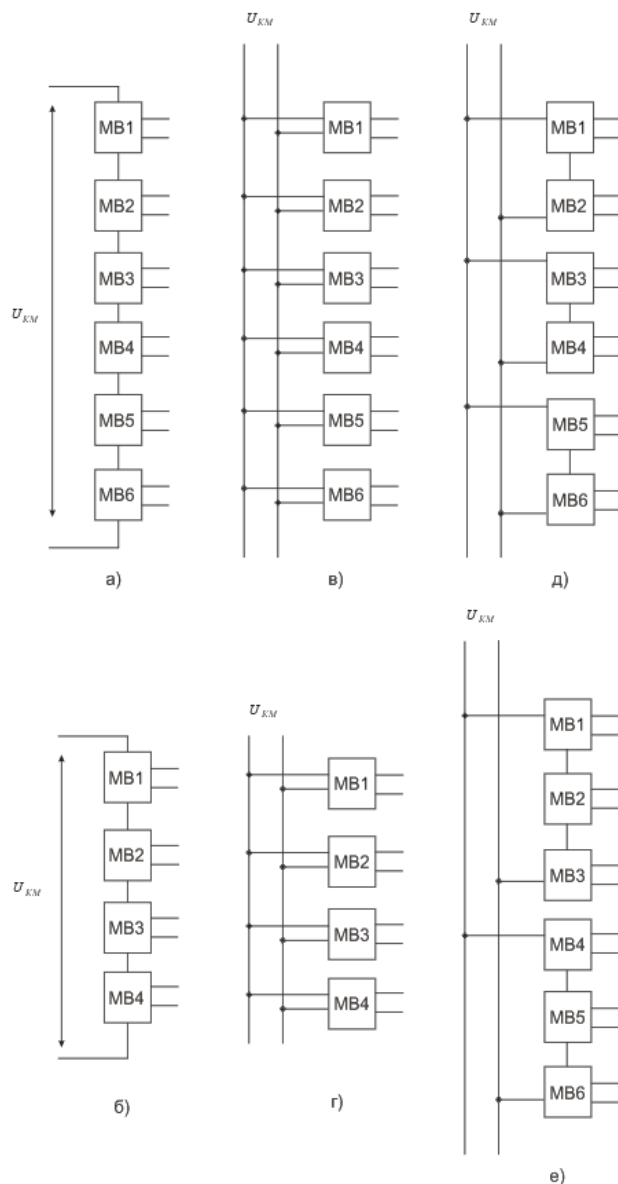


Рис. 4. Схеми ввімкнення мережевих випрямлячів при чотирьох АТД

Для порівняння наведених структурних схем, які реалізують різні варіанти побудови статичних перетворювачів тягового приводу перспективних багатосистемних електровозів, є доцільним провести порівняння структурної надійності цих варіантів.

Представимо розгорнуту структуру тягового перетворювача «25 кВ змінного та 3 кВ постійного струму» при 4 АТД у разі реалізації модулями М1 при ввімкненні МВ за варіантом «б» в режимі 25 кВ 50 Гц на рис. 6 та у режимі «3 кВ» (варіантом «г» рис. 4) на рис. 7 для дослідження структурної надійності.

Імовірність безвідмовної роботи перетворювача, структурна схема якого наведена на рис. 6, визначається, враховуючи послідовне, паралельне та послідовно-паралельне з'єднання

елементів структурної, як [9]:

$$P_{\Sigma}(t) = P_I(t) P_{II}(t),$$

де $P_I(t)$ – імовірність безвідмовної роботи послідовно з'єднаних елементів структурної схеми ПР-МВ1...МВ4 (група I на рис. 6):

$$P_I(t) = P_{ПР}(t) P_{МВ}(t)^4;$$

$P_{II}(t)$ – імовірність безвідмовної роботи паралельно-послідовно з'єднаних елементів структурної схеми ФН-МІ-ТПЧ-ТВ-ТІ-АТД (група III в групі II):

$$P_{II}(t) = 1 - (1 - P_{III}(t))^4;$$

$$P_{III}(t) = P_{ФН1}(t) P_{МІ1}(t) P_{ТПЧ1}(t) \times \\ \times P_{ТВ1}(t) P_{ТІ1}(t) P_{АТД1}(t).$$

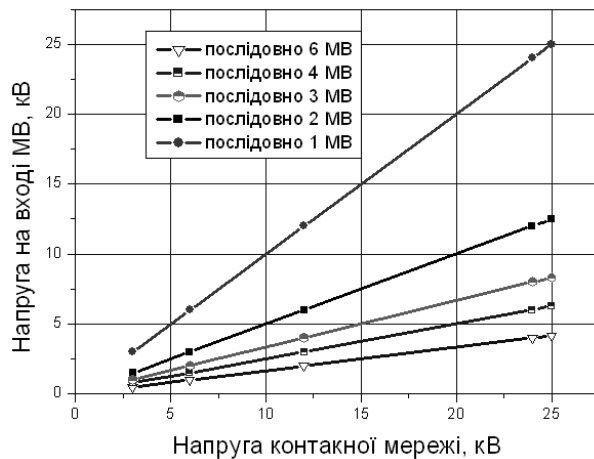


Рис. 5. Напруга на кожному МВ при різних схемах ввімкнення МВ та різній напрузі у контактній мережі

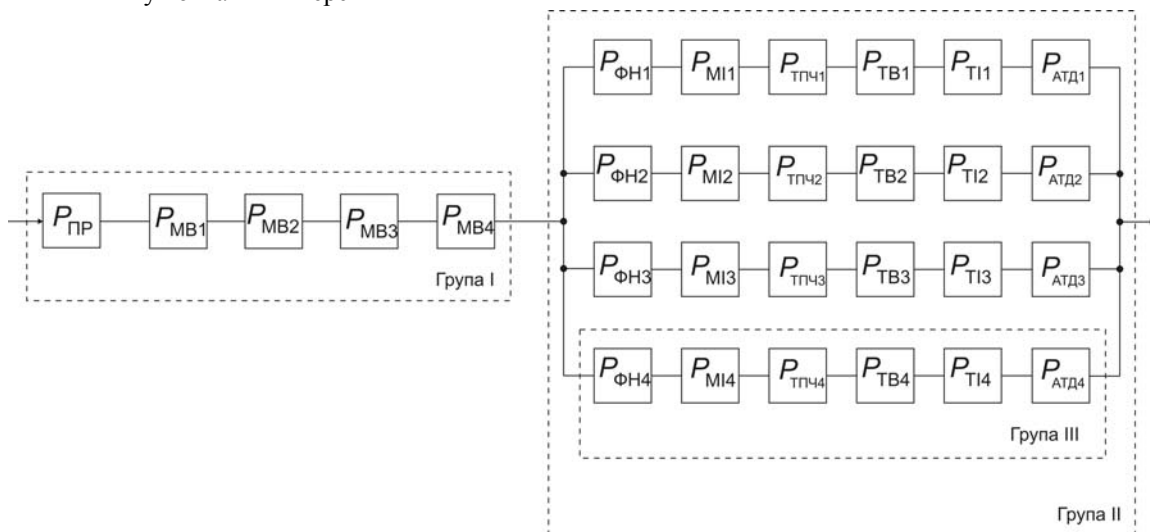


Рис. 6. Схема для дослідження структурної надійності перетворювача «25 кВ змінного та 3 кВ постійного струму» при 4 АТД у разі реалізації модулями М1 в режимі «25 кВ 50 Гц»

При визначенні $P_{III}(t)$ приймаємо, що в кожній групі елементів ФН-МІ-ТПЧ-ТВ-ТІ-АТД (група III) використовуються ідентичні елементи.

На практиці, враховуючи, що перетворювач пройшов період припрацювання, потік відмов є елементарним та старіння елементів відсутнє, для визначення імовірності безвідмовної роботи можливо використовувати експоненціальний закон розподілення, тобто [11]:

$$P(t) = e^{-\lambda t},$$

де λ – інтенсивність відмов функціонального вузла, або елемента перетворювача.

Враховуючи специфічні умови експлуатації рухомого складу залізниць, експоненціальний закон розподілення імовірності безвідмовної роботи апаратури рухомого складу визначається як

$$P(t) = e^{-k_a \lambda t},$$

де $k_a = 70$ – коефіцієнт враховуючий специфічні умови експлуатації апаратури на русомому складі залізниць [11].

Для порівняння структурної надійності перетворювача у цілому та порівняння різних варіантів його структурної побудови приймаємо, що всі елементи є рівно надійними. Такий підхід дозволить визначити, яким чином впливає на структурну надійність перетворювача не окремі функціональні вузли, а їх поєднання.

Приймаємо інтенсивність відмов всіх функціональних вузлів $\lambda_F = 0,031 \cdot 10^{-5}$ год.⁻¹ (це значення інтенсивності відмов забезпечить період наробітку на відмову, пропорційний 7 рокам експлуатації електровоза).

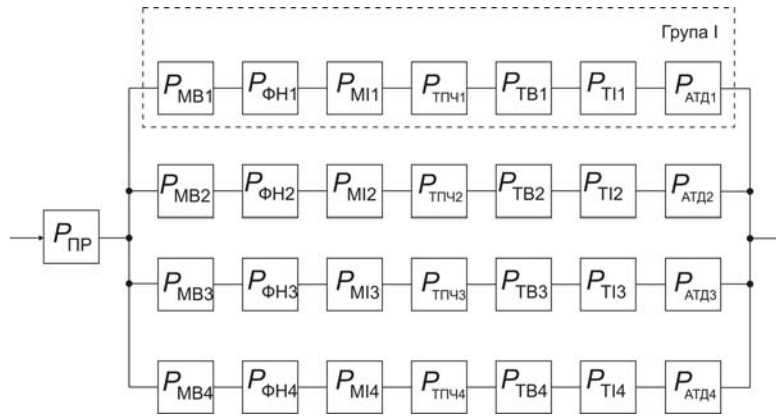


Рис. 7. Схема для дослідження структурної надійності перетворювача «25 кВ змінного та 3 кВ постійного струму» при 4 АТД у разі реалізації модулями М1 в режимі «3 кВ»

Тому в подальших дослідженнях імовірність безвідмовної роботи будь-якого з функціональних вузлів визначаємо як:

$$P_F(t) = e^{-k_a \lambda_F t} = e^{-2,17 \cdot 10^{-5} t}.$$

Тоді імовірність безвідмовної роботи перетворювача зі структурною схеми, наведеної на рис. 7, буде визначатися як:

$$P_\Sigma(t) = P_F(t) P_1(t),$$

де $P_1(t)$ – імовірність безвідмовної роботи послідовно з'єднаних елементів структурної схеми МВ1...АТД1 (група I на рис. 7):

$$P_1(t) = 1 - (1 - P_F(t))^4.$$

Враховуючи це, імовірність безвідмовної роботи перетворювача зі структурною схеми, наведеної на рис. 7, буде визначатися за виразом:

$$P_\Sigma(t) = P_F(t) \left(1 - (1 - P_F(t))^4 \right).$$

На рис. 8 наведені графіки розподілення імовірності безвідмовної роботи для структурних схем, наведених на рис. 6 та 7.

Як бачимо з наведених на рис. 8 графіків, більш доцільним є використання для перетворювачів перспективних багатосистемних електровозів з 4 АТД структурної схеми, наведеної на рис. 7, в якій виключено послідовне з'єднання мережевих випрямлячів.

Щодо кількісної оцінки, то приймаємо наступне: в якості порівняльного критерію пропонується використовувати значення часу, за який рівень імовірності безвідмовної роботи досягне значення 0,95.

У разі реалізації статичного перетворювача з 4 АТД силовими модулями М2, у відповідності до рис. 3, враховуючи залежності, наведені на рис. 5, доцільно використовувати з'єднання

МВ відповідно варіанту «е» рис. 4 в режимі 3 кВ постійного струму та варіант «а» рис. 4 в режимі 25 кВ 50 Гц змінного струму.

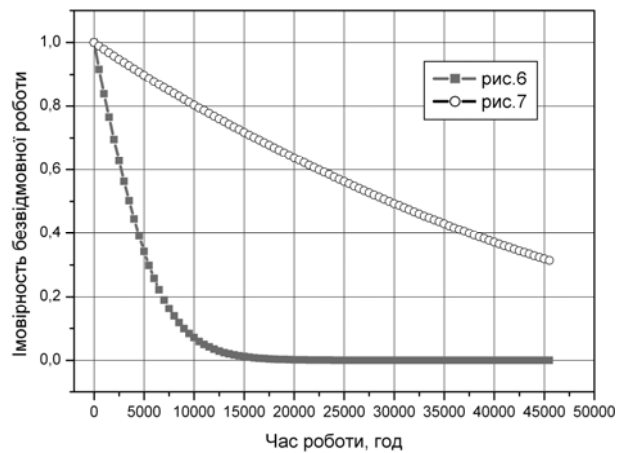


Рис. 8. Графік розподілення імовірності безвідмовної роботи для структурних схем, наведених на рис. 6 та 7

Так, для структурної схеми, наведеної на рис. 6, такий час дорівнює 290 год., а для структурної схеми, наведеної на рис. 7, – 2355 год., тобто є більшим у $2355/290 = 8,12$ рази.

Тоді для визначення структурної надійності будемо використовувати структурні схеми, наведені на рис. 9 (режим 3 кВ) та рис. 10 (режим 25 кВ 50 Гц).

Враховуючи вищенаведену методику розрахунків, імовірність безвідмовної роботи перетворювача зі структурною схеми, наведеної на рис. 9, буде визначатися як

$$P_\Sigma(t) = P_F(t) \left(1 - (1 - P_{IV}(t))^2 \right),$$

де $P_{IV}(t) = P_{III}(t) P_{II}(t) P_F(t) P_1(t)$;

$$P_{III}(t) = P_F(t)^3; P_{II}(t) = 1 - (1 - P_F(t))^3;$$

$$P_1(t) = 1 - (1 - P_F(t)^3)^2.$$

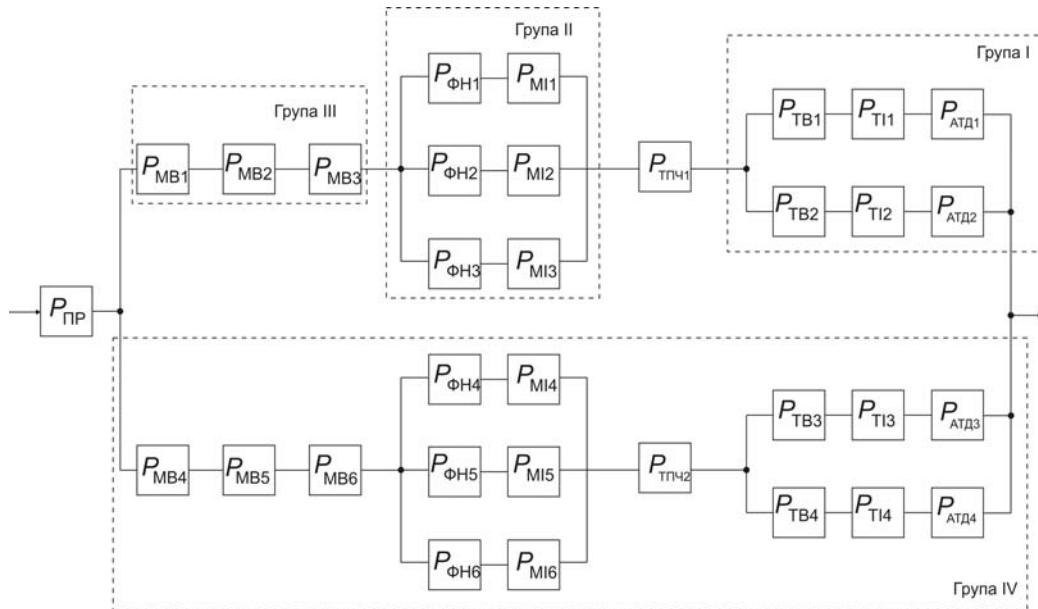


Рис. 9. Схема для дослідження структурної надійності перетворювача «25 кВ змінного та 3 кВ постійного струму» при 4 АТД у разі реалізації модулями М2 (за рис. 3) в режимі «3 кВ»

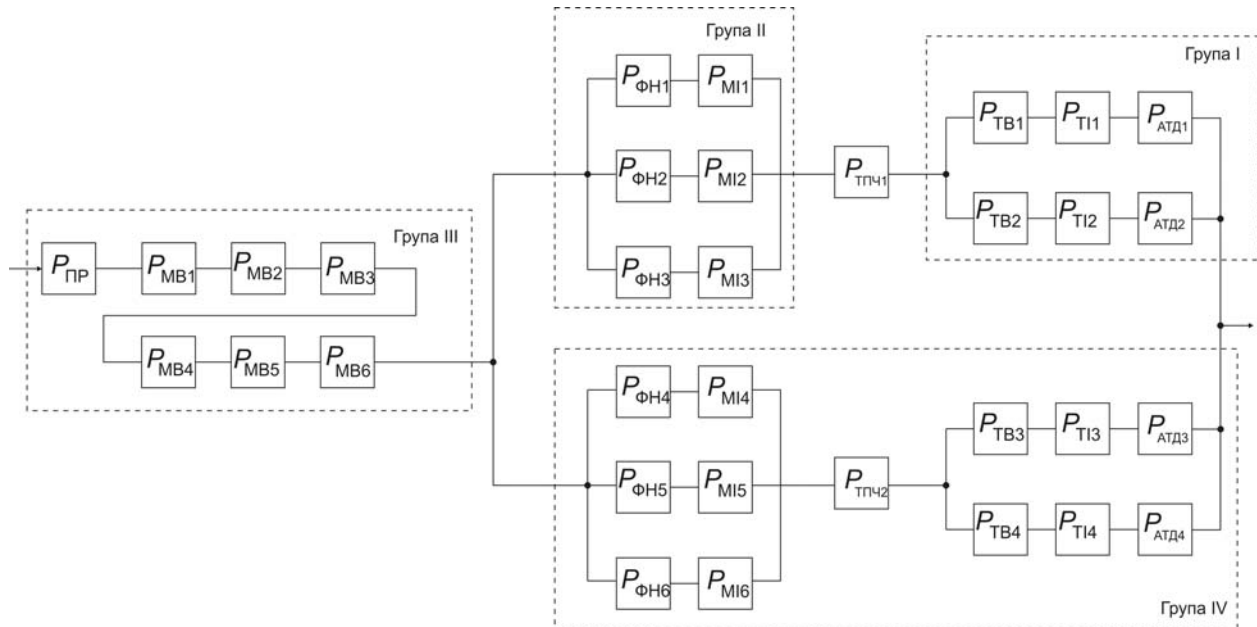


Рис. 10. Схема для дослідження структурної надійності перетворювача «25 кВ змінного та 3 кВ постійного струму» при 4 АТД у разі реалізації модулями М2 (за рис. 3) в режимі «25 кВ 50 Гц»

Для структурної схеми, наведеної на рис. 10, імовірність безвідмовної роботи перетворювача буде визначатися як:

$$P_{\Sigma}(t) = P_{III}(t) \left(1 - (1 - P_{IV}(t))^2 \right),$$

де $P_{III}(t) = P_F(t)^5$; $P_{IV}(t) = P_{II}(t) P_F(t) P_I(t)$;

$$P_{II}(t) = 1 - (1 - P_F(t)^2)^3; \quad P_I(t) = 1 - (1 - P_F(t)^3)^2.$$

На рис. 11 наведено графіки розподілення імовірності безвідмовної роботи для структурних схем, наведених на рис. 9 та 10.

Таким чином, за порівняльним показником «час досягнення імовірністю безвідмовної роботи рівня 0,95», структурні схеми, наведені на рис. 6 та рис. 10, є майже однаковими. Це пояснюється наявністю послідовно з'єднаних мережевих випрямлячів МВ.

За наявності обмеження з боку величини напруги на вході мережевих випрямлячів доцільно використовувати послідовно-паралельне з'єднання МВ, що дозволяє підвищити рівень імовірності безвідмовної роботи перетворювача.

Так, час, за який рівень імовірності безвідмовної роботи досягне значення 0,95 для струк-

турної схеми, наведеної на рис. 9 (з послідовно-паралельними МВ), дорівнює 1535 год., а для структурної схеми, наведеної на рис. 10 (з послідовними МВ), – 335 год., тобто є більшим в $1535/335 = 4,58$ рази.

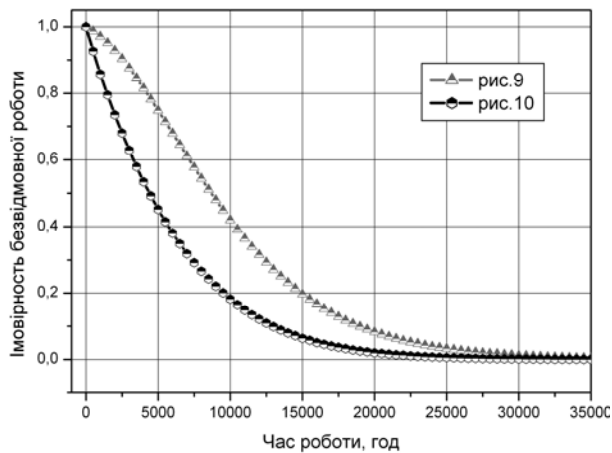


Рис. 11. Графік розподілення імовірності безвідмовної роботи для структурних схем, наведених на рис. 9 та 10

Загальні висновки

Порівняльний аналіз структурної надійності різних варіантів побудови статичних перетворювачів для багатосистемного електровоза з 4 АТД показав, що доцільно при побудові перетворювача не використовувати послідовне з'єднання мережевих випрямлячів МВ.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Федюшин, Ю. М. К проблеме обновления подвижного состава железных дорог Украины. [Текст] / Ю. М. Федюшин, Ю. Е. Пашенко, В. И. Букин // Залізн. трансп. України. – 2001. – № 2. – С. 7-10.
2. Кірпа, Г. М. Основні напрямки поліпшення стану Українських залізниць у сучасних умовах [Текст] / Г. М. Кірпа // Залізн. трансп. України. – 2001. – № 4. – С. 2-6.
3. Дудка, Н. В. Напрямки розвитку локомотивного господарства України. [Текст] / Н. В. Дудка // Залізн. трансп. України. – 2001. – № 4. – С. 16-18.

4. Корниенко, В. В. Существующие и перспективные технологии электроснабжения железных дорог [Текст] / В. В. Корниенко, Г. А. Доманская // Залізн. трансп. України. – 2008. – № 4. – С. 3-6.
5. Бадер, М. П. Концептуальные решения по нетрадиционным системам тягового электроснабжения и электромагнитной совместимости [Текст] / М. П. Бадер // Материалы 2-ой Межд. науч.-практ. конф. «Электрификация железнодорожного транспорта “Трансэлектро-2008”». – Д.: ДИИТ, 2008. – С. 26.
6. Феоктистов, В. П. Нужны многосистемные электровозы [Текст] / В. П. Феоктистов, В. В. Литовченко, О. Б. Баранцев // Локомотив. – 2002. – № 1. – С. 4-5.
7. Муха, А. М. Обґрунтування вибору потужності тягового перетворювача багатосистемних електровозів [Текст] / А. М. Муха // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2007. – Вип. 19. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2007. – С. 61-67.
8. Литовченко, В. В. Современные многосистемные электровозы [Текст] / В. В. Литовченко, О. Б. Баранцев // Локомотив. – 2000. – № 10. – С. 44-48.
9. Преснухин, Л. Н. Конструирование электронных вычислительных машин и систем [Текст] / Л. Н. Преснухин, В. А. Шахнов. – М.: Высш. шк., 1986. – 512 с.
10. Дубинець, Л. В. Структурна схема перспективного електровозу подвійного живлення [Текст] / Л. В. Дубинець, Г. М. Чілікін, А. М. Муха // Зб. наук. пр. Дніпродзержинського держ. техн. ун-ту (технічні науки). Тематичний вип. «Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія й практика». – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007. – С. 356-357.
11. Справочник по теоретическим основам радиоэлектроники: в 2 т. [Текст] / под ред. Б. Х. Кривицкого, В. Н. Дулина. – М.: Энергия, 1977. – Т. 1. – 504 с.
12. Якушев, А. И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения [Текст] / А. И. Якушев. – М.: Издательство стандартов, 1972. – 312 с.

Надійшла до редколегії 19.03.2009.

Прийнята до друку 09.04.2009.

Ш. Н. НАСИРОВ (Азербайджанский Технический Университет, Баку, Азербайджан)

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ В ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЯХ ПОСТОЯННОГО ТОКА

У статті визначені архітектура та алгоритм функціонування експертної системи, що забезпечує ефективність роботи електричного обладнання тягової підстанції, а також отримана функція приналежності з чотирма параметрами.

В статье определены архитектура и алгоритм функционирования экспертной системы, обеспечивающей эффективность работы электрического оборудования тяговой подстанции, а также определена функция принадлежности с четырьмя параметрами.

In the article the architecture and algorithm of operating an expert system providing the efficiency of functioning the electric equipment for traction substation as well as the four-parameter belonging function are determined.

В настоящее время на электрифицированных участках Азербайджанской Государственной Железной дороги применяется постоянной ток с номинальным напряжением 3,3 кВ, в трассе которой функционируют около двухсот тяговых подстанций полукрытого типа, где выполняется двойная трансформация напряжения. Впервые нами разработана экспертная система для тяговой подстанции железнодорожного транспорта с нечеткими узлами.

В сети тяговых подстанций к аварийным режимам относятся трехфазные и двухфазные короткие замыкания и однофазные замыкания с землей, фазовое приращение на сопрягаемых местах появления свободы возникновения повреждений резисторов, симметрирующих напряжения и точек в выпрямительных блоках, пробоя и обгорания самого вентиля и т.д. Кроме того, могут произойти более сложные процессы и аварийные случаи.

К примеру, в случае пробоя или обгорания одного или нескольких из последовательно соединенных вентилях, проводимость этой ветви может упасть до нуля, и напряжение может увеличиться в остальных вентилях ветви, что станет причиной резкого увеличения напряжения в соседних ветвях и появления асимметрии в фазах питающего трансформатора.

Многолетняя статистика по аварийным режимам показывает, что на тяговых подстанциях относительная частота различных видов повреждений составляет: трехфазные короткие замыкания – 2 %, двухфазные короткие замыкания – 7 %, однофазные замыкания на землю – 45 %, двойные замыкания на землю – 15 %, аварийные случаи на выпрямительных блоках – 31 %. Известно, что частота замыкания на землю и повреждения в выпрямительных блоках

равна 91 %. Режимы однофазного замыкания на землю могут быть устойчивыми или неустойчивыми. Неустойчивые режимы могут устраняться или переходить при определенных условиях в устойчивые [1].

В силовых и измерительных трансформаторах, как в кабелях, повреждения в большинстве случаев возникают вследствие специфических свойств бумажной – масляной изоляции.

Необходимо подчеркнуть, что устойчивый аварийный режим при однофазных замыканиях на землю составляет только 17 %.

При небольших токах однофазные замыкания на землю в сетях 6 кВ 30 А, в сетях 10 кВ 20 А и в сетях 35 кВ 15 А являются определяющими интенсивность и характер горения электрической дуги в местах повреждения.

Статистическая обработка аварийных происшествий в тяговых сетях 35 - 3,3 кВ показывает, что частые и тяжелые последствия режима однофазного дугового замыкания на землю ставит его в разряд наиболее опасных режимов, поэтому в статье уделено внимание исследованию этого режима.

Как известно, при исследовании аварийных режимов применяются различные методы: математические, физические, экспериментальные.

Математическое моделирование включает в себя составление уравнений, характеризующих исследуемые аварийные режимы, применение их на ЭВМ.

В статье рассмотрено математическое моделирование дуговых замыканий на землю.

Наличие нелинейных элементов влияет на результаты, и появляются погрешности в расчетах.

Как пример можно показать то, что при расчетах перенапряжений в режиме перемежаю-

щихся замыканий на землю, учет нелинейности активных проводимостей утечек очень сложен.

Уточнение существующих методов расчета с некоторым упрощением требует экспериментальной проверки.

Физическое моделирование по отношению к другим методам исследования обладает следующим достоинством: возможностью имитации любого режима и многократного его воспроизведения; возможностью регистрации процессов и получения информации; возможностью непосредственного подключения к физической модели устройства с помощью согласующих элементов; низкими затратами на изготовление модели; временем для получения информации, значительно меньшим, чем в других методах.

Экспериментальные исследования различных аварийных режимов в реальных сетях 35 - 3,3 кВ проводились в работах [6, 7].

Эксперименты не могут охватить широкий диапазон изменений параметров сети и останутся справедливыми лишь для данных конкретных условий. Для получения достаточно полных сведений требуется громадный объем экспериментов в разных точках сети при варьировании параметров сети, момента начального замыкания и последующих размыканий и за-

мыканий в заданной последовательности и соответствующей высоковольтной коммутирующей аппаратуры.

1. Архитектура нечеткой диагностической экспертной системы тяговой подстанции

Проведение экспериментов на рабочем напряжении обычно связано с организационными и техническими трудностями из-за опасности работ под высоким напряжением. Измерения в этих условиях являются сложной задачей. Экспертная система тяговой подстанции на электрифицированных железных дорогах является прогнозирующей и управляющей многофункциональной системой [3].

Эта система состоит из следующих блоков (рис. 1): база данных; база знаний; блок принятия решений с разъяснениями; блок логического вывода; блок ввода знаний; блок анализов рабочих режимов электрических оборудования тяговой подстанции; пользовательский интерфейс; блок формирования рабочих режимов вышесказанных оборудования; блок лингвистических анализаторов; блок, оценивающий показатели рабочих режимов; блок пользовательской информации.



Рис. 1. Архитектура экспертной системы

2. Форма представления знаний в системе

Работа системы выполняется по следующему алгоритму (рис. 2).

Информация об электрических оборудованьях тяговой подстанции поступает в блок анализа рабочих режимов этих оборудований.

В блоке анализа рабочих режимов электрических оборудований изучаются и анализируются параметрические изменения в этих режимах. Этот блок состоит из подблоков оценки состояния процесса и подготовки результирующей информации.

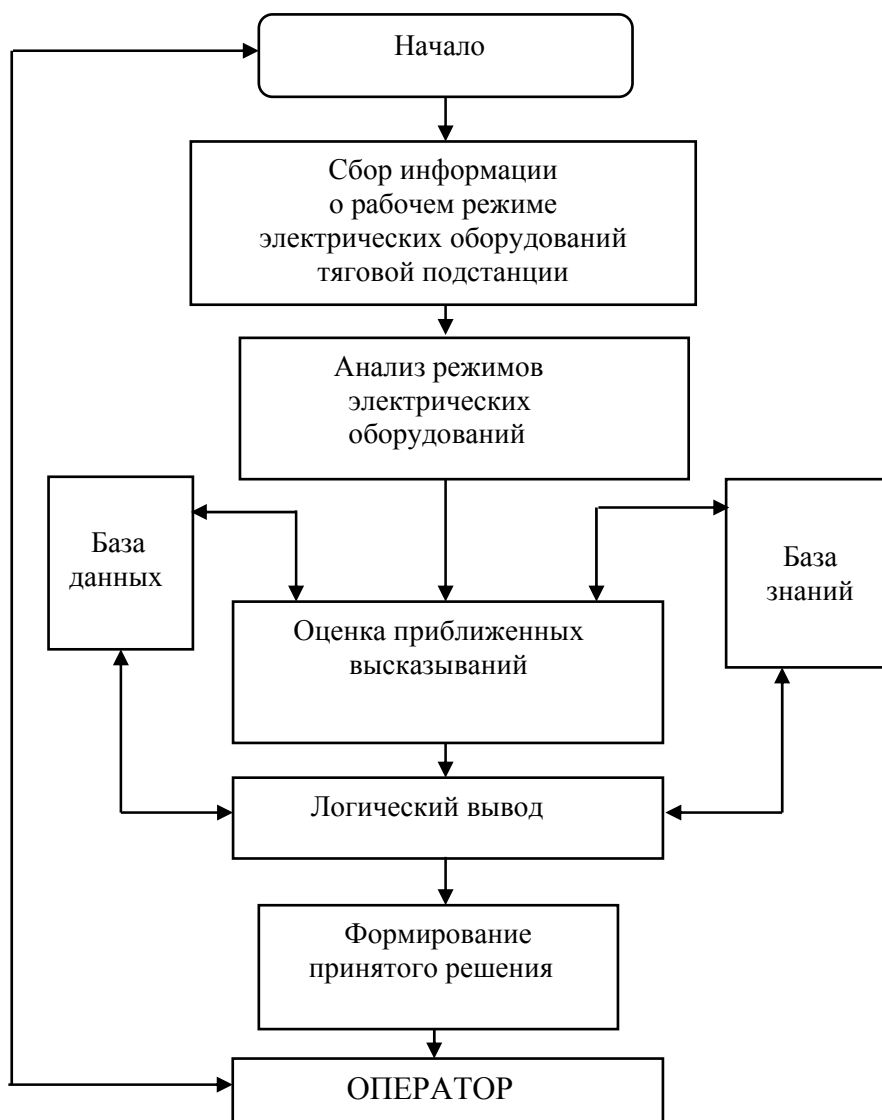


Рис. 2. Алгоритм функционирования экспертной системы

В блоке оценки рабочего состояния выполняется измерение комплексных параметров, а также измеряются отклонения параметрических показателей, характеризующих текущий процесс. Подготовленные сведения в подблоке анализа рабочих режимов электрических оборудований тяговой подстанции служат начальными условиями оценки показателей рабочих режимов и принятия решений. Впоследствии эти сведения поступают в экспертную подсистему базы знаний.

Предопределение рабочего режима электрических оборудований тяговой подстанции, требуемое оптимальное управление осуществляется в экспертной системе за счет знаний в базе знаний.

Блок формирования рабочих режимов электрических оборудований тяговой подстанции отображает на дисплее результаты принятых решений.

Рассмотрим работу этой подсистемы подробно. Сведения о параметрах режима текуще-

го процесса электрических оборудований тяговой подстанции посредством блока системного управления поступают из блока анализа рабочих режимов в блок оценки отклонений показателей, а потом эти сведения поступают в базы данных и знаний. Информация с выходов этих баз поступает в блок оценки рабочих режимов электрических оборудований тяговой подстанции и логического вывода принятия решений.

База знаний экспертной системы подразумевается набором правил

«ЕСЛИ ТОГДА».

Между словами «ЕСЛИ.....ТОГДА» находятся высказывания (соображения) и часть текста условий правил. Элементарные условия разделяются с помощью «И» [4, 5].

После слова «ТОГДА» идут результаты следствий из правил.

Семантика высказываний такова:

«ЕСЛИ» условия корректны и правильны, «ТО» надо выполнять их результаты.

3. Нечеткий логический вывод

Одним из преимуществ, является возможность работы над нечеткими высказываниями и знаниями. Это отличие объясняется возможностью представления лингвистически нечеткими выражениями, управляющих и управляемых параметров таких как «норма», «выше нормы», «ниже нормы», «увеличена», «уменьшена» и т.д.

В блоке обработки лингвистических выражений обеспечивается автоматическая интерпретация лингвистических значений. Основным отличием в системе ESPLAN является возможность пользователя лингвистических выражений подобно высказываниям из правил, для чего необходимо интерпретация с целью манипуляций этими лингвистическими значениями. Для этой цели в ESPLAN использован аппарат теории множеств. Здесь каждая переменная сопровождается функцией принадлежности соответствия лингвистическому значению.

Для внутреннего описания этой переменной используется формат параметрической LR (left – right). Здесь определена трапецеидальная функция принадлежности со своими 4-мя параметрами:

- α – (left) левое отклонение;
- ml – (left) наибольшее левое значение;
- β – (right) правое отклонение;
- mr – (right) наибольшее правое отклонение;

$$\mu_a(u) = (\alpha_a, ml_a, mr_a, \beta_a);$$

$$\mu(u) = \begin{cases} 1 - \frac{ml - u}{\alpha}, & \text{если } ml - \alpha \leq u \leq ml; \\ 1, & \text{если } ml \leq u \leq mr; \\ 1 - \frac{u - mr}{\beta}, & \text{если } mr \leq u \leq mr + \beta; \\ 0, & \text{в других случаях;} \end{cases}$$

$\mu(u) - ml$ и mr – как точки вершины и как точки с нормами α и β отклонений, соответственно.

Такое описание определяет единичную функцию принадлежности «единичная МОДА». В тоже время язык описания позволяет определить значения конструкции «И/ИЛИ», например, «Мало или ближе к n » и т.д.

Результат такой интерпретации будет (max) дизъюнкцией функции принадлежности всех входящих элементов:

$$\mu_a \text{ или } b^{(a)} = \max (\mu_a(u) \cdot \mu_b(u)).$$

Вычислительный блок и блок обработки лингвистических значений наряду с обеспечением автоматической интерпретации таких лингвистических переменных, как МЕНШЕ, БОЛЬШЕ, СРЕДНЕЕ, БЛИЖЕ и т.д., также соответствует значениям α , ml , mr , β – универсальному множеству значений объекта. Универсальное множество каждого объекта отображается в базе данных, как функция непрерывных интервалов. Здесь оператор имеет возможность описать новую функцию принадлежности.

После заполнения базы знаний оператор вводит необходимые начальные переменные (например, ток короткого замыкания, аварийное напряжение и т.д.) или сообщение о текущем техническом состоянии контролируемого объекта.

4. Решение задачи диагностики аварийных ситуаций в тяговой подстанции

Допустим, что I и S – соответственно максимальное и минимальное значения нормального диапазона отдельных элементов тяговой подстанции. Тогда функция принадлежности исходящих значений будет:

$$Z = (S - I)/2 = (10 - 8)/2;$$

$$\mu_{\text{норма}} = (Z, I, I + 2Z, Z);$$

$$\mu_{\text{мин.норма}} = (Z, I - 3Z, I - 2, Z).$$

Для решения задачи по разработанному нами алгоритму требуется высококвалифицированные специалисты. Совокупность эвристики, формулируемая экспертами, записывается на языке представления знаний ESPLAN и заносится в базу знаний системы. Приведен для ясности фрагмент диагностики аварийных ситуаций на тяговых подстанциях.

Напряжения после выпрямителя (В) = 3300

Ток после выпрямителя (А) = 30000

Температура на выпрямительном блоке (°С) = 95

Частота тока до выпрямителя (Гц) = 50

Напряжение (В) = «Мало»

Ток (А) = «Предельный»

Температура = «Предельная»

Частота (Гц) = «В норме»

либо напряжение в первичной стороне меньше нормы – достоверность 5 %

или ток нагрузки больше нормы – достоверность 60 %

трансформатора 35/3,3

или во вторичной обмотке имеются неполадки –

достоверность 5 %

или в выпрямительном блоке имеются неполадки –

достоверность 25 %

или в шинах имеются неполадки –

достоверность 5 %

Если в ветви № 1 «меньше нормы»

ОТОБР («.....РЕКОМЕНДАЦИЯ.....»)

Проведенные исследования показали достоверность использования системы ESPLAN.

Проведен структурный синтез интеллектуальной автоматизированной системы управления на всех уровнях, проанализированы функции и задачи системы и определены требования к электрооборудованию тяговой подстанции.

Заключение

Интеллектуальная нечеткая экспертная система диагностики аварийных ситуаций на тяговых подстанциях постоянного тока, созданная на основе fuzzy ESPLAN, позволяет определить архитектуру и алгоритм функционирования этой системы, обеспечивающей эффективность работы электрического оборудования подстанции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Липкин, Б. Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок [Текст] / Б. Ю. Липкин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М., 1990. – 368 с.
2. Мусленко, И. А. Организация БЗ для ЭС диагностирования сложных объектов [Текст] / И. А. Мусленко // Диагностика энергетических и электрических систем: АН УССР. Ин-т проблем моделирования в энергетике. – К., 1990. – С. 98-102.
3. Усков, А. А. Интеллектуальные системы управления на основе методов нечеткой логики [Текст] / А. А. Усков, В. В. Круглов. – Смоленск: Смоленская городская типогр., 2003. – 177 с.
4. Заде, Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных значений [Текст] / Л. А. Заде [пер. с англ.]. – М.: Мир, 1976. – С. 165.
5. Заде, Л. А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений [Текст] / Л. А. Заде. – В кн.: Математика сегодня. – М.: Знание, 1974. – С. 5-49.
6. Марквардт, К. Г. Электроснабжение электрифицированных железных дорог [Текст] / К. Г. Марквардт. – М.: Транспорт, 1982. – 528 с.
7. Барыбин, Ю. Г. Справочник по проектированию электроснабжения [Текст] / Ю. Г. Барыбин. – М., 1990. – 575 с.

Поступила в редколлегию 08.09.2009.

Принята к печати 16.09.2009.

ВИТРАТИ, ПОВ'ЯЗАНІ З ОПОРОМ РУХУ ВІД КОЛІЇ

Наведено методику щодо визначення витрат, пов'язаних з опором руху від колії.

Изложена методика по определению затрат, связанных с сопротивлением движению от пути.

The procedure of determination of expenses related to the resistance to movement due to the track is presented.

Залізнична колія постійно знаходиться під дією поїздів, а також під впливом атмосферних та кліматичних умов. Внаслідок цього виникають пружні та залишкові деформації колії та її окремих елементів.

З метою безперебійного та безпечного руху поїздів колія завжди повинна знаходитися у справному стані. Виконання цієї вимоги досягається плановим виконанням комплексу колійних робіт [1].

При плануванні ремонтно-колійних робіт складаються калькуляції, які враховують, окрім інших показників, і такі як: витрати на робочу силу, машини та механізми, витрати, пов'язані з рухом поїздів, та ін. Аналіз, проведений авторами, показав, що при складанні калькуляцій доцільно враховувати додаткову складову – витрати, пов'язані з опором руху від колії. Дослідженнями [2] встановлено, що опір руху від колії суттєво залежить від її стану, і в [2] надано таку класифікацію: нова верхня будова; верхня будова безпосередньо перед виконання капітального ремонту або модернізації за умови виконання проміжних ремонтів; верхня будова перед капітальним ремонтом або модернізацією при простроченні або невиконанні проміжних ремонтів. В загальному вигляді значення цих витрат можна знайти з виразу

$$E_p = C \cdot W_n \cdot \Gamma, \quad (1)$$

де C – витратна ставка, що оцінює витрати на 1 млн т-км механічної роботи;

W_n – питомий додатковий опір руху, який залежить від стану верхньої будови колії (для нової верхньої будови колії $W_n = 1,37$ Н/т, при виконанні проміжних ремонтів перед модернізацією $W_n = 2,41$ Н/т та при невиконанні ремонтів колії $W_n = 4,25$ Н/т) [2];

Γ – вантажонапруженість дослідної ділянки, млн. т-км бр/км за рік.

Щорічне зростання опору руху, яке залежить від стану колії, для ділянок перед плано-

вою модернізацією колії пропонується визначати за таким виразом:

$$\Delta W_m = \frac{W_m - W_n}{t_p} \quad (2)$$

та для ділянок з невиконаними або простроченими ремонтами:

$$\Delta W_n = \frac{W_n - W_n}{t_p}, \quad (3)$$

де t_p – термін між модернізаціями або капітальними ремонтами колії, якщо строк виконання ремонтів обмежується тоннажем, знаходиться за формулою:

$$t_p = \frac{T_n}{\Gamma_{сер}}, \quad (4)$$

де T_n – нормативний пропущений тоннаж, встановлений Положенням [1], млн т;

$\Gamma_{сер}$ – середня вантажонапруженість ділянки, млн т-км бр/км за рік.

За наведеними виразами було визначено щорічне зростання опору руху від колії для ділянок із середньою вантажонапруженістю 10...100 млн т-км бр/км за рік. Результати розрахунків наведено на рис. 1. При цьому дослідні ділянки було поділено за видами ремонтів, що заплановано виконати: капітальний і модернізація. З рис. 1 видно, що при невиконанні проміжних ремонтів або простроченні на 1 рік опір руху зростає у 2 рази.

Додаткові щорічні витрати, що пов'язані зі зростанням опору руху від колії, будуть знаходитися за формулою:

$$E_p = C \cdot \Delta W \cdot \Gamma. \quad (5)$$

За виразом (5) було встановлено щорічні витрати, пов'язані зі зростанням опору руху від колії. Графічне відображення отриманих результатів наведено на рис. 2. З графіку видно,

що зі зростанням вантажнапруженості відбувається й пропорційне зростання витрат. При цьому для ділянок із простроченими або невиконаними ремонтами залізничної колії таке

зростання відбувається більш інтенсивно та перевищує майже у 2 рази витрати для ділянок, на яких планується виконання модернізації або капітального ремонту колії.

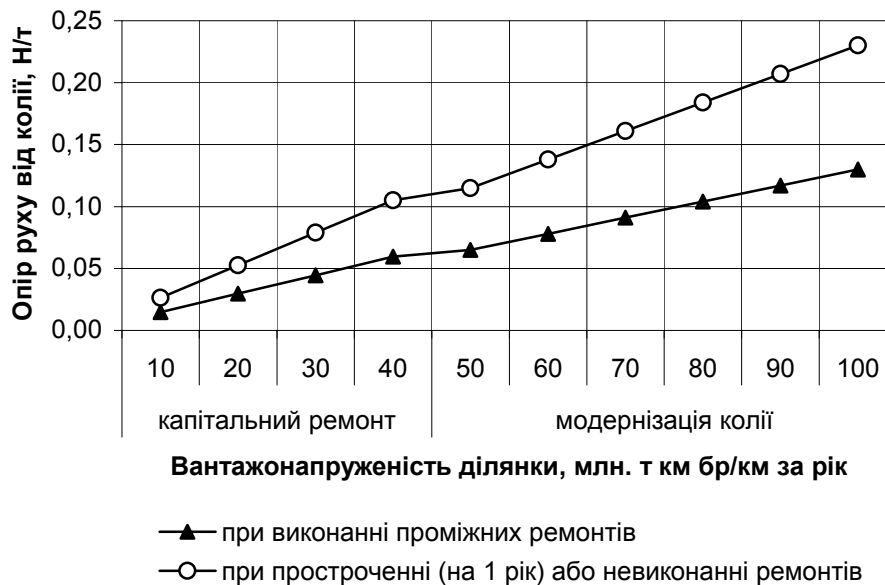


Рис. 1. Щорічне зростання опору руху від колії

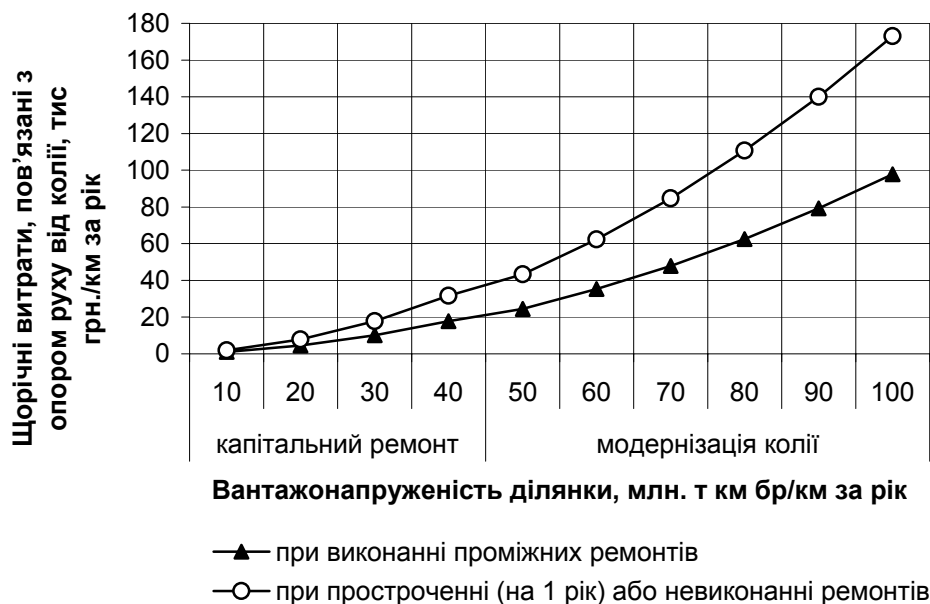


Рис. 2. Додаткові щорічні витрати, пов'язані з опором руху від колії

Проведені дослідження показали, що витрати, пов'язані з опором руху від колії, є значними (наприклад, на ділянках з вантажнапруженістю 50 млн т-км бр/км за рік складають понад 40 тис. грн/км за рік) та можуть використовуватися при плануванні ремонтних робіт. Також отримані результати можна враховувати при оцінці ефективності усунення обмежень швид-

кості руху поїздів, зумовлених станом залізничної колії. Методика розрахунку ефективності від усунення обмежень швидкості руху поїздів розглянута у працях [3 – 6] і полягає у такому. Економічний ефект досягається за рахунок зниження експлуатаційних витрат, які пов'язані зі скороченням часу руху поїздів по ділянці, зниження витрат паливо-енергетичних ресурсів, а

також зниження витрат на поточне утримання залізничної колії. Крім цього, на ділянках з простроченими ремонтами колії доцільно враховувати і витрати, пов'язані з опором руху від колії, оскільки вони складають близько 10 % від загального економічного ефекту, та їх ігнорування може призвести до прийняття неправильного рішення.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України [Текст] : ЦП-0113 від 10.08.2004 № 630-ЦЗ. – К., 2004. – С. 11-19.
2. Инструкция по определению экономической эффективности капитальных вложений на железнодорожном транспорте [Текст]. – М.: Транспорт, 1973. – С. 71-74.
3. Ейтутіс, Г. Д. Столична магістраль в цифрах і фактах [Текст] : довідник / Г. Д. Ейтутіс, О. М. Кривопішин. – К., 2006. – С. 102.
4. Курган, М. Б. Економічна ефективність від усунення обмежень швидкості руху поїздів, що зумовлені простроченням ремонтів [Текст] / М. Б. Курган, О. С. Маркова // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2007. – Вип. 19. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2007. – С. 84-87.
5. Чернишова, О. С. Зниження експлуатаційних витрат при відміні попереджень з обмеження швидкості руху поїздів [Текст] / О. С. Чернишова // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2008. – Вип. 20. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2008. – С. 78-81.
6. Курган, М. Б. Вплив пропущеного тоннажу та плану лінії на витрати при поточному утриманні колії [Текст] / М. Б. Курган, О. С. Чернишова // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2008. – Вип. 24. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2008. – С. 88-90.

Надійшла до редколегії 30.03.2009.

Прийнята до друку 09.04.2009.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ОКСИДА ФОСФОРА В АТМОСФЕРЕ

Запропоновано метод розрахунку процесу нейтралізації токсичного газу в атмосфері. В якості математичної моделі використовується двовимірне рівняння переносу домішок. Розрахунок здійснюється з використанням неявної різничевої схеми.

Предложен метод расчета процесса нейтрализации токсичного газа в атмосфере.. Метод основывается на численном интегрировании двухмерного уравнения конвективно-диффузионного переноса примеси. Для расчета используется неявная разностная схема. Приводятся результаты вычислительного эксперимента.

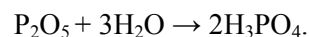
A numerical model was used to calculate the process of toxic gas neutralization. The 2D transport model is used to simulate the process. The implicit difference scheme was used. The results of numerical experiment are presented.

Одним из эффективным методов защиты атмосферы от загрязнения при миграции токсичных веществ является метод нейтрализации. При разработке плана ликвидации аварийной ситуации весьма важно иметь простые и эффективные методы расчета процесса нейтрализации, чтобы оперативно принять научно обоснованное решение по размещению технических средств, подающих нейтрализатор в шлейф токсичного газа. Следует иметь в виду, что данная задача является достаточно сложной с точки зрения теоретического решения, поскольку в атмосфере происходит процесс переноса токсичного газа, нейтрализатора и одновременно процесс их химического взаимодействия. В этой связи основным методом решения становится численное моделирование (CFD модели). В рамках данного направления, для практики, имеет смысл разработка регуляторных численных моделей, т.е. моделей, учитывающих, с одной стороны, основные физические процессы переноса, а с другой стороны, требующих небольших затрат машинного времени при практической реализации и незначительного количества исходных данных (вполне доступных) для моделирования. Поэтому **целью данной работы** явилась разработка эффективного метода расчета процесса нейтрализации токсичного вещества в атмосфере при его аварийной утечке с помощью подачи нейтрализатора от вертолета (движущегося или неподвижного).

Математическая модель

Будем рассматривать аварийную ситуацию, в результате которой в атмосферу происходит эмиссия токсичного газа – P_2O_5 (продукт горе-

ния фосфора) Для нейтрализации токсичного газа используется подача воды в шлейф P_2O_5 . Процесс взаимодействия токсичного газа и нейтрализатора рассчитывается на основе уравнения реакции



Чтобы рассчитать это взаимодействие, а значит определить эффективность процесса нейтрализации, необходимо знать концентрацию воды и P_2O_5 в каждой точке пространства, где возможно это взаимодействие. Вода и токсичный газ рассеиваются в атмосфере под действием ветра, атмосферной диффузии, поэтому их концентрация изменяется под действием этих факторов в каждой точке. Для расчета переноса этих веществ в атмосфере воспользуемся моделью градиентного типа, осредненной по высоте переноса примеси (токсичный газ, нейтрализатор) [3]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \sigma C = \text{div}(\mu \text{ grad} C) + \sum_{i=1}^N Q_i(t) \delta(x - x_i(t)) \delta(y - y_i(t)), \quad (1)$$

где C – концентрация примеси в атмосфере; u, v – компоненты вектора скорости воздушной среды; $\mu = (\mu_x, \mu_y)$ – коэффициенты турбулентной диффузии; Q – интенсивность выброса примеси (токсичного газа, нейтрализатора); $\delta(x - x_i(t)) \delta(y - y_i(t))$ – дельта-функция Дирака; x_i, y_i – координаты источника эмиссии примеси, зависящие от времени; σ – коэффициент, учитывающий оседание примеси, химический

распад загрязнителя, характер взаимодействия с подстилающей поверхностью [3]; t – время.

Постановка краевых условий для задачи переноса рассмотрены в [2, 3].

Метод решения

Для численного интегрирования уравнения (1) используется прямоугольная разностная сетка. Уравнение (1) интегрируется с использованием попеременно-треугольной неявной разностной схемы расщепления. Выполним следующее физическое расщепление уравнения переноса примеси при интегрировании на временном шаге dt :

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \sigma C = 0;$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\mu \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\mu \frac{\partial C}{\partial y} \right);$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \sum Q_i(t) \delta(r - r_i),$$

где $r_i = (x_i, y_i)$ – координаты источника эмиссии примеси.

Первое уравнение из данной системы описывает процесс переноса примеси под действием ветра, второе уравнение – под действием диффузии, а третье – изменение концентрации примеси под действием источников эмиссии.

Выполним следующую замену производных:

$$\frac{\partial C}{\partial t} \approx \frac{C_{ij}^{n+1} - C_{ij}^n}{\Delta t};$$

$$\frac{\partial uC}{\partial x} = \frac{\partial u^+ C}{\partial x} + \frac{\partial u^- C}{\partial x};$$

$$\frac{\partial vC}{\partial y} = \frac{\partial v^+ C}{\partial y} + \frac{\partial v^- C}{\partial y};$$

$$\text{где } u^+ = \frac{u + |u|}{2}; \quad u^- = \frac{u - |u|}{2}; \quad v^+ = \frac{v + |v|}{2};$$

$$v^- = \frac{v - |v|}{2};$$

$$\frac{\partial v^+ C}{\partial y} \approx \frac{v_{i,j+1}^+ C_{ij} - v_{ij}^+ C_{i,j-1}}{\Delta y} = L_y^+ C^{n+1};$$

$$\frac{\partial v^- C}{\partial y} \approx \frac{v_{i,j+1}^- C_{i,j+1} - v_{ij}^- C_{ij}}{\Delta y} = L_y^- C^{n+1} \text{ и т.д.}$$

Вторые производные аппроксимируем так:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\mu_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) \approx \tilde{\mu}_{x_1} \frac{C_{i+1,j}^{n+1} - C_{ij}^{n+1}}{\Delta x^2} -$$

$$-\tilde{\mu}_{x_2} \frac{C_{i,j}^{n+1} - C_{i-1,j}^{n+1}}{\Delta x^2} = M_{xx}^- C^{n+1} + M_{xx}^+ C^{n+1};$$

$$\frac{\partial}{\partial y} \left(\mu_y \frac{\partial C}{\partial y} \right) \approx \tilde{\mu}_{y_1} \frac{C_{i,j+1}^{n+1} - C_{ij}^{n+1}}{\Delta y^2} -$$

$$-\tilde{\mu}_{y_2} \frac{C_{i,j}^{n+1} - C_{i,j-1}^{n+1}}{\Delta y^2} = M_{yy}^- C^{n+1} + M_{yy}^+ C^{n+1},$$

$$\text{где } \tilde{\mu}_{x_1} = \frac{2\mu_i \mu_{i+1}}{\mu_i + \mu_{i+1}} \text{ и т.д.}$$

Здесь L_x^+ , L_x^- , M_{xx}^+ , M_{xx}^- и т.д. – обозначения разностных операторов.

Решение исходного уравнения разбивается на ряд шагов:

– на первом шаге $k = \frac{1}{4}$:

$$\frac{C_{ij}^{n+k} - C_{ij}^n}{\Delta t} + \frac{1}{2} (L_x^+ C^k + L_y^+ C^k) + \frac{\sigma}{2} C_{ij}^n = 0;$$

– на втором шаге $k = n + \frac{1}{2}$; $c = n + \frac{1}{4}$:

$$\frac{C_{ij}^k - C_{ij}^c}{\Delta t} + \frac{1}{2} (L_x^- C^k + L_y^- C^k) + \frac{\sigma}{2} C_{ij}^k = 0;$$

– на третьем шаге $k = n + \frac{3}{4}$; $c = n + \frac{1}{2}$:

$$\frac{C_{ij}^k - C_{ij}^c}{\Delta t} = \frac{1}{2} (M_{xx}^- C^c + M_{xx}^+ C^k + M_{yy}^- C^c + M_{yy}^+ C^k);$$

– на четвертом шаге $k = n + 1$; $c = n + \frac{3}{4}$:

$$\frac{C_{ij}^k - C_{ij}^c}{\Delta t} = \frac{1}{2} (M_{xx}^- C^k + M_{xx}^+ C^c + M_{yy}^- C^k + M_{yy}^+ C^c).$$

На пятом шаге расщепления учитывается влияние источников на изменение концентрации примеси и расчетная зависимость на этом шаге имеет вид:

$$\frac{C_{i,j}^{5n+1} - C_{i,j}^{5n}}{\Delta t} = \sum_{l=1}^N \frac{q_l(t^{n+1/2})}{\Delta x \Delta y} \delta_l.$$

В дискретном виде дельта-функция Дирака «распределяется» по объему разностной ячейки с учётом сохранения суммарного количества выбрасываемой примеси. Функции δ_i тождественно равняются нулю, кроме разностных ячеек, где расположен источник выброса примеси.

Результаты моделирования

Построенная численная модель реализована в виде пакета программ «AIR-2D» (программы записаны на алгоритмическом языке FORTRAN). Применение этого пакета программ для решения конкретной задачи рассматривается ниже.

Рассматривается следующий сценарий: происходит аварийный выброс P_2O_5 в количестве $Q = 1$ (этот и другие параметры задачи приводятся далее в безразмерном виде). На месте выброса образовался шлейф (рис. 1). В момент времени $t = 15$ начинается подача воды (нейтрализатора) в шлейф в количестве $Q_n = 22.2$. Подача воды заканчивается в момент времени $t = 25$. Скорость ветра – 7 м/с; коэффициент диффузии – 4.7 м²/с; коэффициент $\sigma = 0.01$. Размеры расчетной области 1500 x 800 м.

На рис. 1 показана зона загрязнения атмосферы токсичным газом непосредственно перед началом нейтрализации. Как видно из данного рисунка, возле места аварии образовался шлейф, вытянутый в направлении движения воздушного потока. На последующих трех рисунках показано, как изменяется зона загрязнения атмосферы при подаче нейтрализатора от неподвижного вертолета. Видно, что первоначально происходит «разрыв» шлейфа в том месте, где осуществляется подача нейтрализатора, т.е. образуется зона свободная от токсичного газа (рис. 2). Затем зона загрязнения локализуется только возле источника эмиссии токсичного газа ($t = 25$, рис. 3). Но т.к. подача нейтрализатора прекращается в момент времени $t = 25$, а источник эмиссии токсичного газа продолжает действовать, то, как видно из рис. 4, шлейф токсичного газа практически в течение короткого промежутка времени после прекращения подачи воды «восстанавливается» в размерах.

На последующих рисунках (рис. 5 – 7) представлена динамика изменения зоны загрязнения при подаче нейтрализатора из движущегося вертолета. Представленные результаты моделируют «неудачный» маршрут вертолета, когда он движется вдоль границы шлейфа. Тем не менее, как видно из результатов моделирования, и в этом случае происходит изменение, хо-

тя и незначительное, формы зоны загрязнения атмосферы вследствие взаимодействия токсичного газа и нейтрализатора.

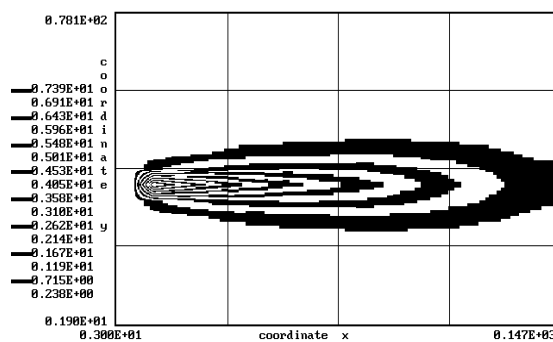


Рис. 1. Зона загрязнения атмосферы после аварии (вид сверху), $t = 15$ (нет подачи нейтрализатора)

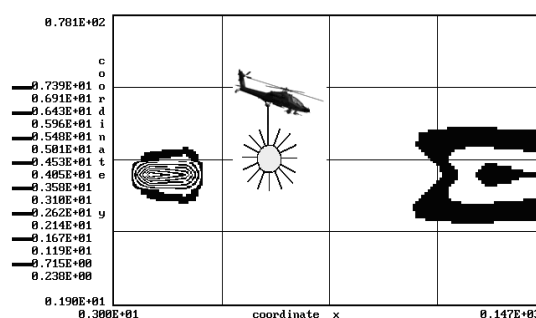


Рис. 2. Зона загрязнения после аварии (вид сверху), $t = 20$ (идет подача нейтрализатора, вертолет не движется)

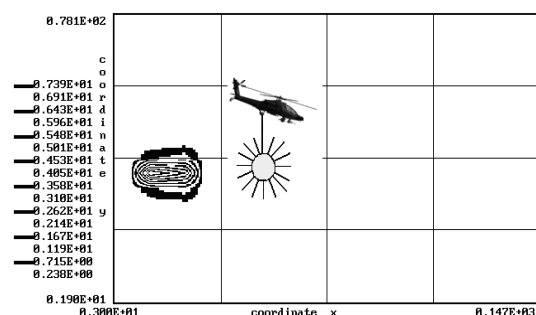


Рис. 3. Зона загрязнения после аварии (вид сверху), $t = 25$ (идет подача нейтрализатора, вертолет не движется)

Выводы

Рассмотренный в данной работе метод расчета нейтрализации токсичного газа в атмосфере является эффективным инструментом решения комплекса задач при разработке плана ликвидации аварийной ситуации. На решение задачи с помощью модели требуется около 3...5 секунд машинного времени, что позволяет в течение короткого промежутка времени выполнить расчет десятков вариантов организа-

ции подачи нейтрализатора. При практическом применении разработанного пакета программ не требуется каких-либо дополнительных специальных сервисных программ. Разработанный пакет программ имеет удобную для пользователя систему ввода исходной информации и вывода получаемых результатов. Дальнейшее совершенствование предложенного метода необходимо вести в направлении создания пространственной модели переноса примеси.

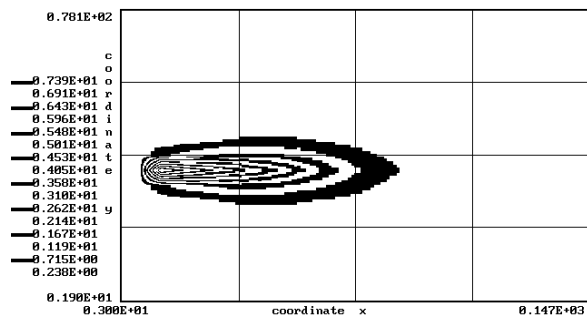


Рис. 4. Зона загрязнения после аварии (вид сверху), $t = 30$ (подача нейтрализатора прекращена)

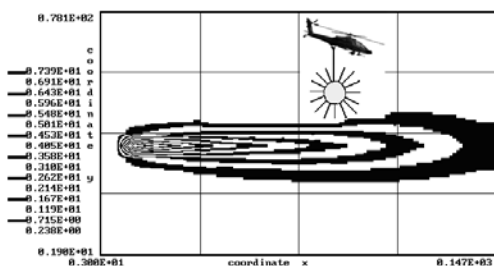


Рис. 5. Зона загрязнения после аварии (вид сверху), $t = 16$ (идет подача нейтрализатора, вертолет движется)

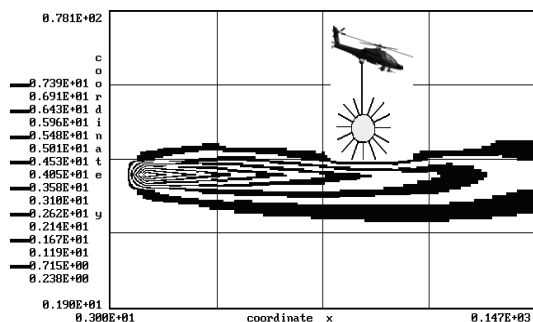


Рис. 6. Зона загрязнения после аварии (вид сверху), $t = 18$ (идет подача нейтрализатора, вертолет движется)

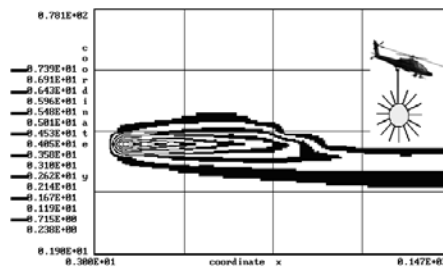


Рис. 7. Зона загрязнения после аварии (вид сверху), $t = 24$ (идет подача нейтрализатора, вертолет движется)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий [Текст] : учеб. пособие в 5 кн. / под ред. В. А. Котляревского и А. В. Забегаяева. – М.: Изд-во АСВ, 2001. – 200 с.
2. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде [Текст] / М. З. Згуровский и др. – К.: Наук. думка, 1997. – 368 с.
3. Марчук, Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды [Текст] / Г. И. Марчук. – М.: Наука. – 1982. – 320 с.
4. Самарский, А. А. Теория разностных схем [Текст]. – 2-е изд., испр. / А. А. Самарский. – М.: Наука, 1983. – 616 с.

Поступила в редколлегию 18.03.2009.
Принята к печати 02.04.2009.

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗДУШНЫХ СТРУЙ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА ИСПАРЕНИЯ ОТ ЗОНЫ РАЗЛИВА

На базі моделі потенціальної течії та моделі переносу домішки запропоновано 2D чисельна модель для прогнозування випарування від зони розливу при використанні струменя повітря. Наведено результати розрахунків на базі розробленої моделі.

На базе модели потенциального течения и модели переноса примеси предложена 2D численная модель для расчета процесса испарения от зоны разлива при подаче воздушной струи. Представлены результаты численного моделирования.

The 2D numerical model to simulate the pollutant dispersion and evaporation, when the air jet is used, was proposed. The results of numerical experiment are presented.

Введение

На практике имеют место ситуации, когда для ускорения процесса испарения жидкого груза, попавшего на грунт в результате аварии, применяются воздушные струи для интенсификации этого процесса. Для создания воздушных струй можно использовать, например, отработанные авиационные двигатели. Такой подход, в частности, рекомендуется при аварийных разливах аммиака [3]. При применении воздушных струй для интенсификации процесса испарения важно быстро получить количественную оценку эффективности этого процесса, а также прогнозировать размеры и интенсивность зоны загрязнения атмосферы для принятия обоснованного решения по организации защитных мероприятий. Поэтому для практики важно иметь методы расчета, которые позволяли бы быстро оценить эффективность применения воздушных струй в зависимости от конкретных условий (метеоусловия, размеры зоны разлива, скорость вдува и т.д.).

Целью данной работы является создание эффективной численной модели рассеивания паров загрязнителя в атмосфере от зоны разлива при подаче воздушной струи над этой зоной с целью интенсификации процесса испарения, учитывающей наиболее существенные физические факторы, влияющие на этот процесс.

Математическая модель

Рассматривается задача расчета рассеивания паров загрязнителя от зоны разлива при подаче струи воздуха с целью интенсификации процесса испарения. Т.к. ставится задача разработки регуляторной модели для повседневных ин-

женерных расчетов, позволяющей оценить интенсивность испарения и загрязнения атмосферы при тех или иных параметрах струи и атмосферы, то для расчета количества испарившегося вещества от зоны разлива используется широко применяемая на практике эмпирическая модель [3, 5]:

$$Q = (5,83 + 4,1 \cdot V) P_n \sqrt{M},$$

где V – скорость воздушной среды; P_n – давление насыщенных паров; M – молекулярная масса вещества.

Данная зависимость используется на практике для расчета как испарения от свободной поверхности жидкости, так и при разливе на грунт, при испарении с поверхности почвы [5]. В используемой ниже модели переноса примеси в атмосфере (уравнение 1) от зоны разлива, величина Q , определенная по данной зависимости, используется для расчета загрязнения атмосферы. Очевидно, что для рассматриваемой задачи, когда воздействие воздушного потока на процесс испарения и переноса паров определяется как ветром, так и вдуваемой струей необходимо рассчитать эту скорость потока V и ее изменение над зоной разлива.

Для расчета рассеивания паров испарившегося вещества в атмосфере и определения при этом размеров интенсивности зоны загрязнения атмосферы используется модель градиентного типа (профильная модель) [1, 2]

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \sigma C = \text{div}(\mu \text{ grad} C) + \sum_{i=1}^N Q_i(t) \delta(x - x_i) \delta(y - y_i), \quad (1)$$

где C – концентрация загрязнителя в атмосфере; u, v – компоненты вектора скорости воздушной среды; $\mu = (\mu_x, \mu_y)$ – коэффициенты турбулентной диффузии; Q – интенсивность испарения загрязнителя; $\delta(x - x_i)\delta(y - y_i)$ – дельта-функция Дирака; x_i, y_i – координаты источника выделения паров загрязнителя; σ – коэффициент, учитывающий химический распад загрязнителя, вымывание осадками; t – время.

Постановка краевых условий для уравнения переноса примеси рассмотрена в работах [1, 2].

Для расчета поля скорости воздушного потока при вдуве струи используется модель потенциального течения. Если расчет переноса паров загрязнителя в атмосфере от зоны разлива происходит в условиях обваловки зоны разлива, т.е. когда есть препятствие (насыпь) на пути воздушного потока, то это препятствие будет влиять на воздушный поток и приведет к деформации поля скорости воздушного потока. Такое влияние тоже необходимо учесть в модели. Этот учет осуществляется при решении гидродинамической задачи. Процесс расчета переноса паров в атмосфере в таком случае разбивается на два этапа. На первом этапе вычислительного эксперимента решается задача гидродинамики и определяется поле скорости воздушного потока с учетом вдуваемой струи и его деформации при обтекании насыпи обваловки. В этом случае для расчета поля скорости воздушного потока необходимо найти решение уравнения для потенциала скорости

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

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) $\frac{\partial P}{\partial n} = V_n$, где V_n – известное значение скорости;
- на выходной границе $P = P^*(x = \text{const}, y) + \text{const}$ (условие Дирихле).

Верхняя граница расчетной области считается «твердой стенкой».

Решение данного уравнения гидродинамики позволяет рассчитать поле скорости воздушного потока. Компоненты вектора скорости пото-

ка определяются через величину потенциала скорости так:

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

На втором этапе моделирования осуществляется расчет распространения загрязнителя в атмосфере от зоны разлива на базе рассмотренного выше уравнения переноса примеси.

При численном решении задачи используется метод маркирования расчетной области [1]. Расчет выполняется на прямоугольной разностной сетке, а положение твердых границ (поверхность земли, форма насыпей, которые используются для обваловки зоны разлива) задается с помощью маркеров. На твердых границах выполняется условие непротекания, реализуемое в численной модели с помощью фиктивных ячеек. Маркеры определяют также зону вдува струи, зону разлива.

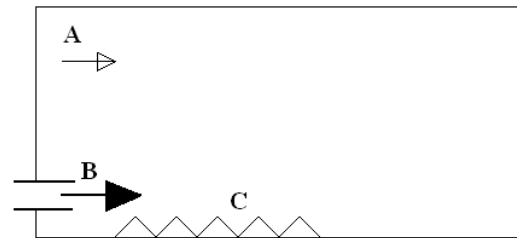


Рис. 1. Схема расчетной области: А – область ветрового потока; В – область вдува воздушной струи; С – зона разлива

Использование метода маркирования дает возможность пользователю формировать любую форму насыпи, что используется для обваловки зоны разлива.

Метод решения

Для численного интегрирования уравнения для потенциала скорости применяется метод установления решения по времени, поэтому численно интегрируется уравнение вида

$$\frac{\partial P}{\partial \eta} = \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2}, \quad (3)$$

где η – фиктивное время. Как известно, при $\eta \rightarrow \infty$ решение уравнения (3) будет стремиться к «установлению», т.е. к решению уравнения (2).

Численное интегрирование уравнения (3) осуществляется с помощью попеременно-треугольного метода А. А. Самарского [4]. Разностные соотношения имеют вид

$$\frac{P_{i,j}^{n+1} - P_{i,j}^{n+1/2}}{0,5\Delta\eta} = \frac{P_{i+1,j}^{n+1} - P_{i,j}^{n+1}}{\Delta x^2} + \frac{-P_{i,j}^{n+1/2} + P_{i-1,j}^{n+1/2}}{\Delta x^2} +$$

$$+ \frac{P_{i,j+1}^{n+1} - P_{i,j}^{n+1}}{\Delta y^2} + \frac{-P_{i,j}^{n+1/2} + P_{i,j-1}^{n+1/2}}{\Delta y^2};$$

$$\frac{P_{i,j}^{n+1} - P_{i,j}^{n+1/2}}{0,5\Delta\eta} = \frac{P_{i+1,j}^{n+1} - P_{i,j}^{n+1}}{\Delta x^2} + \frac{-P_{i,j}^{n+1/2} + P_{i-1,j}^{n+1/2}}{\Delta x^2} +$$

$$+ \frac{P_{i,j+1}^{n+1} - P_{i,j}^{n+1}}{\Delta y^2} + \frac{-P_{i,j}^{n+1/2} + P_{i,j-1}^{n+1/2}}{\Delta y^2}.$$

На первом шаге расщепления находится «промежуточное» значение потенциала $P_{i,j}^{n+1/2}$ на временном слое « $n+1/2$ », а на втором шаге – определяется «окончательное» значение потенциала $P_{i,j}^{n+1}$ на временном слое « $n+1$ ». Незвестное значение $P_{i,j}$ на каждом шаге осуществляется по методу бегущего счета.

После определения поля потенциала скорости компоненты вектора скорости рассчитываются по соотношениям:

$$u_{ij} = \frac{P_{i,j} - P_{i-1,j}}{\Delta x};$$

$$v_{ij} = \frac{P_{i,j} - P_{i,j-1}}{\Delta y}.$$

Компоненты вектора скорости воздушной среды рассчитываются на гранях разностных ячеек, что позволяет построить консервативную разностную схему для уравнения переноса загрязняющего вещества. Для численного интегрирования уравнения переноса примеси используется попеременно-треугольная разностная схема [1].

Практическая реализация модели

Рассматривается применение рассмотренной численной модели и разработанного кода (язык программирования – FORTRAN) для решения следующей задачи. Произошел аварийный разлив нефти. В результате этого на месте аварии образовалась зона разлива длиной 8 м. Для интенсификации испарения бензиновой фракции применяют подачу струи воздуха над зоной разлива (рис. 1). Размеры расчетной области: длина – 25 м, высота – 6.3 м. Профиль ветра на входе в расчетную область – равномерный, скорость ветра 4 м/с. Коэффициент атмосферной диффузии по обоим координат-

ным направлениям равен $3 \text{ м}^2/\text{с}$. Скорость вдува струи равна 35 м/с, а во втором варианте – 50 м/с. Коэффициент σ равен нулю. Следуя работе [5], для бензиновой фракции принималось: $M = 100$, $P_n = 8 \text{ мм рт. ст.}$ (при температуре 36°C).

Рассмотрим результаты вычислительного эксперимента. На рис. 2 – 4 показана область загрязнения атмосферы возле зоны разлива для различных вариантов задачи.

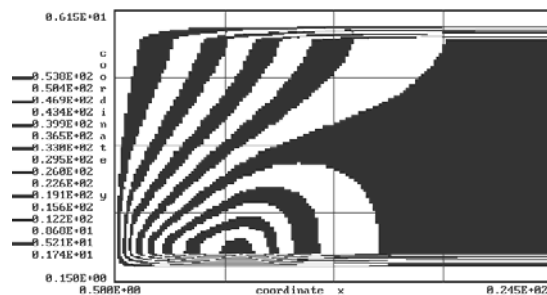


Рис. 2. Область загрязнения атмосферы над зоной испарения, скорость вдуваемой струи 35 м/с (нет обваловки зоны разлива), $t = 70 \text{ с}$

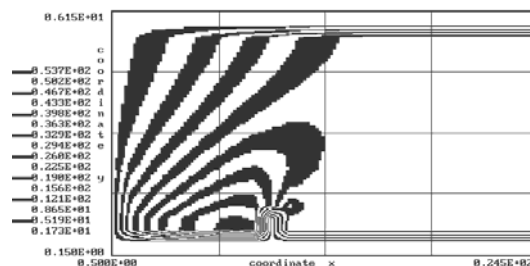


Рис. 3. Область загрязнения атмосферы над зоной испарения, скорость вдуваемой струи 35 м/с (есть обваловка зоны разлива), $t = 70 \text{ с}$

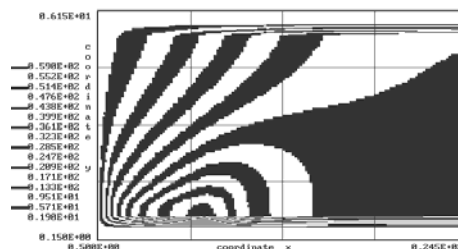


Рис. 4. Область загрязнения атмосферы над зоной испарения, скорость вдуваемой струи 50 м/с (нет обваловки зоны разлива), $t = 70 \text{ с}$

Видно, что применение обваловки зоны разлива (высота насыпи 0.6 м) приводит к изменению формы и размеров зоны загрязнения атмосферы. Из рис. 3 отчетливо виден «разворот», в этом случае, загрязненного потока воздуха возле насыпи вверх. Как видно из рис. 2 – 4, непосредственно над зоной разлива формируется область с большим градиентом концентрации примеси.

В табл. 1 представлена динамика процесса испарения для двух различных вариантов задачи: при отсутствии насыпи обваловки и при наличии насыпи (высота насыпи 0.6 м).

Таблица 1

Масса испарившегося вещества от зоны разлива

Время t , с	Масса испарившегося вещества, скорость вдува 35 м/с (нет обваловки зоны разлива), г	Масса испарившегося вещества, скорость вдува 50 м/с (нет обваловки зоны разлива), г	Масса испарившегося вещества, скорость вдува 35 м/с (есть обваловка зоны разлива), г
30	247	316	241
50	412	527	402
70	578	738	564

Как видно из табл. 1, при обваловке зоны разлива произошло незначительное уменьшение интенсификации процесса испарения, что вызвано влиянием насыпи на формирование поля скорости воздушного потока возле зоны разлива. При скорости вдува струи 50 м/с очевидна интенсификация процесса испарения.

В заключение отметим, что на расчет задачи требуется около 5 секунд компьютерного времени.

Выводы

Предложена эффективная численная модель процесса испарения вещества от зоны разлива

при обработке ее воздушной струей. Модель может быть реализована на компьютерах малой и средней мощности. Применяемый в модели метод маркирования расчетной области дает возможность формировать любую геометрическую форму насыпи обваловки. Дальнейшее совершенствование модели следует проводить в направлении ее адаптации к расчету трехмерного рассеивания газов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде [Текст] / М. З. Згуровский и др. – К.: Наук. думка, 1997. – 368 с.
2. Марчук, Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды [Текст] / Г. И. Марчук. – М.: Наука, 1982. – 316 с.
3. Заказнов, В. Ф. Методы ликвидации проливов жидкого аммиака [Текст] / В. Ф. Заказнов, Л. А. Куршева // Исследования и разработки по созданию магистральных аммиакопроводов и складов жидкого аммиака: Тр. ГИАП. – М., 1985. – С. 68-77.
4. Самарский, А. А. Теория разностных схем [Текст] / А. А. Самарский. – М.: Наука, 1983. – 616 с.
5. Мацак, В. Г. Гигиеническое значение скорости испарения и давления пара токсических веществ, применяемых в производстве [Текст] / В. Г. Мацак, Л. К. Хоцянов. – М.: Медгиз, 1959. – 231 с.

Поступила в редколлегию 18.03.2009.

Принята к печати 02.04.2009.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АКВАТОРИИ РЕКИ

На базі моделі потенціальної течії та моделі переносу домішки запропонована 2D чисельна модель для прогнозування забруднення річок. Наведені результати розрахунків на базі розробленої моделі.

На базе модели потенциального течения и модели переноса примеси предложена 2D численная модель для прогноза уровня загрязнения в реках. Представлены результаты численного моделирования.

The 2D numerical model to simulate the pollutant dispersion in rivers is offered. The model is based on the equation of potential flow and the transport model. The results of numerical experiment are presented.

Введение

Одной из важных задач в области экологической безопасности является прогноз загрязнения поверхностных вод (реки, водохранилища и т.д.) при аварийных сбросах различных загрязняющих веществ. Особо важным является такой прогноз для водоемов, которые служат источниками водоснабжения, например, река Днепр. Масштабное загрязнение Днепра может быть вызвано утечкой загрязненных вод из прудов-отстойников, которые располагаются в непосредственной близости от русла реки или даже непосредственно в акватории реки. Например, таким потенциальным источником загрязнения является пруд на острове Корчеватый. Сточные воды данного пруда содержат радиоактивные вещества. Поступление таких сточных вод в акваторию реки в случае той или иной аварийной ситуации способно привести к самым негативным последствиям. В этой связи одной из важных задач является прогнозирование последствий аварий на такого рода гидротехнических сооружениях с целью определения масштабов загрязнения акватории реки, динамики развития зоны загрязнения с целью разработки мероприятий по снижению негативных последствий аварий. Как известно, математическое моделирование является основным инструментом для решения задач данного класса [3, 4, 5, 7]. Применяемые в настоящее время математические модели можно разделить на балансовые модели, упрощенные инженерные методики, модели [4], основанные на применении уравнений гидродинамики для расчета поля скорости течения и уравнении переноса примеси (транспортная модель) [1, 5, 7]. Балансовые модели и упрощенные инженерные методики не могут быть применены для решения прогнозных задач данного класса, поскольку они совершенно не учитывают геометрическую

форму русла реки, наличие островов, притоков и других особенностей, которые оказывают серьезное влияние на процесс переноса примеси в реке. Применение гидродинамических моделей, основанных на уравнениях речной гидравлики, уравнениях Навье-Стокса требуют применения мелкой сетки, что приводит к значительным затратам компьютерного времени на получение результатов прогноза. В этой связи актуальной задачей является разработка математических моделей, которые позволили бы, с одной стороны, учитывать особенности русла (его форму, острова и т.д.), а с другой стороны, требовать небольших затрат времени при расчете, т.е. быть «промежуточными» моделями между гидродинамическими моделями и упрощенными инженерными и балансовыми. Целью данной работы является создание эффективной численной модели прогноза рассеивания загрязняющих веществ в водотоках с учетом их геометрической формы и применение этой модели для решения прогнозных задач о загрязнении водотока в случае аварийной утечки радиоактивных вод из хранилища, расположенного на острове.

Математическая модель

Будем рассматривать процесс распространения загрязнителя в русле реки в двухмерной постановке (плановая модель). Процесс расчета переноса загрязнителя в русле необходимо рассчитывать в два этапа. На первом этапе определяется поле скорости водного потока с учетом геометрической формы русла, островов, которые находятся в акватории реки, а на втором этапе следует решать транспортную задачу, т.е. задачу о переносе загрязнителя в реке. На первом этапе для расчета поля скорости потока используется уравнение для потенциала скорости [2]

$$\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} = 0. \quad (1)$$

Решение уравнения (1) проводится при таких граничных условиях [2]:

- на твердых стенках $\frac{\partial P}{\partial n} = 0$, где n – единичный вектор внешней нормали;
- на входной границе (границы втекания потока) $\frac{\partial P}{\partial n} = V_n$, где V_n – известное значение скорости втекания;
- на выходной границе $P = P^*(x = \text{const}, y) + \text{const}$ (условие Дирихле).

В рамках модели потенциального течения компоненты вектора скорости потока связаны с величиной потенциала скорости зависимостями

$$u = \frac{\partial P}{\partial x}; \quad v = \frac{\partial P}{\partial y}.$$

Определив компоненты вектора скорости водного потока на первом этапе вычислительного эксперимента, можно перейти к решению транспортной задачи. На этом этапе для расчета рассеивания загрязнителя в русле реки применяется уравнение переноса примеси, осреднённое по глубине реки [1, 2, 4]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \sigma C = \text{div}(\mu \text{ grad} C) + \sum_{i=1}^N Q_i(t) \delta(x - x_i) \delta(y - y_i),$$

где C – концентрация загрязнителя в русле реки; u, v – компоненты вектора скорости течения в русле; $\mu = (\mu_x, \mu_y)$ – коэффициенты турбулентной диффузии; Q – интенсивность выброса загрязнителя; $\delta(x - x_i) \delta(y - y_i)$ – дельта-функция Дирака; x_i, y_i – координаты источника выброса; σ – коэффициент, учитывающий радиоактивный распад загрязнителя; t – время.

В работах [2 – 4] рассмотрена постановка краевых условий для уравнения переноса.

Формирование вида расчетной области

Русла рек, водохранилищ имеют сложную геометрическую форму, внутри них располагаются острова, полуострова, приводящие к деформации поля скорости потока. Поэтому применение аналитических решений уравнения переноса примеси для рассматриваемых задач невозможно. Решение задачи может быть полу-

чено на базе методов численного моделирования (CFD модели), например, используя конечно-разностные методы. Для расчета течений в областях сложной геометрической формы в настоящее время используются такие подходы:

- применение процедуры коррекции граничных условий на границах;
- применение неортогональных разностных сеток;
- отображение сложной расчетной области на область более простой геометрической формы;
- применение метода МКЭ;
- применение метода маркирования.

В данной работе для решения задачи используются конечно-разностные методы в сочетании с методом маркирования расчетной области [2]. Расчет выполняется на прямоугольной разностной сетке, а положение твердых границ (острова и т.д.) задается с помощью маркеров. В расчетах применяется согласованная разностная сетка. С помощью такого подхода можно быстро изменять форму расчетной области, что дает возможность применять разработанный код для моделирования гидродинамического процесса переноса примеси для различных участков водотока, не внося изменений в код, а изменяя только файл исходных данных.

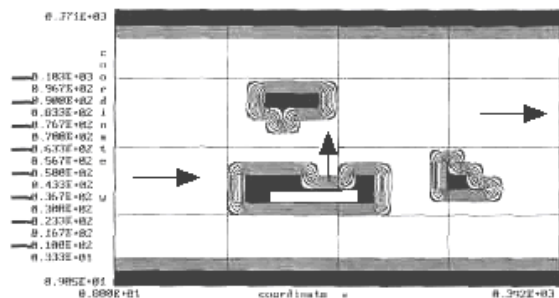


Рис. 1. Форма расчетной области

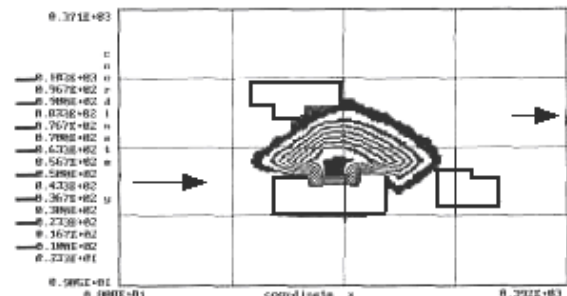


Рис. 2. Изолинии концентрации загрязнителя через 18 с после возникновения чрезвычайной ситуации

Применение метода маркирования позволяет формировать практически любую форму русла водоема.

Метод решения

Для численного интегрирования уравнения для потенциала скорости используется метод установления решения по времени. В этой связи интегрирование проводится для уравнения вида

$$\frac{\partial P}{\partial t} = \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2}, \quad (2)$$

где t – фиктивное время.

При $t \rightarrow \infty$ решение уравнения (2) будет стремиться к «установлению», т.е. к решению уравнения (1).

Для численного интегрирования уравнения (2) используется неявная схема условной аппроксимации [6]. В этом случае разностные уравнения на каждом дробном шаге имеют вид:

$$\frac{P_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} - P_{i,j}^n}{\Delta t} = \left[\frac{-P_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + P_{i-1,j}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta x^2} \right] + \left[\frac{-P_{i,j}^{n+\frac{1}{2}} + P_{i,j-1}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta y^2} \right];$$

$$\frac{P_{i,j}^{n+1} - P_{i,j}^{n+\frac{1}{2}}}{\Delta t} + \left[\frac{P_{i+1,j}^{n+1} - P_{i,j}^{n+1}}{\Delta x^2} \right] + \left[\frac{P_{i,j+1}^{n+1} - P_{i,j}^{n+1}}{\Delta y^2} \right].$$

Отметим, что схема является неявной, но расчет значения потенциала скорости $P_{i,j}$ в каждой разностной ячейке на каждом шаге расщепления осуществляется по явной формуле – методу бегущего счета [3]. Это позволяет создать эффективный алгоритм расчета в многосвязных областях и областях сложной геометрической формы, каковыми являются русла рек.

После расчета величины потенциала скорости компоненты вектора скорости рассчитываются по соотношениям:

$$u_{ij} = \frac{P_{i,j} - P_{i-1,j}}{\Delta x};$$

$$v_{ij} = \frac{P_{i,j} - P_{i,j-1}}{\Delta y}.$$

Для численного интегрирования уравнения переноса примеси используется попеременно-треугольная разностная схема [3]. При применении этой разностной схемы процесс решения уравнения переноса расщепляется на четыре шага. Разностные уравнения в операторном виде записываются так [3]:

- на первом шаге расщепления $k = n + \frac{1}{4}$:

$$\frac{C_{ij}^k - C_{ij}^n}{\Delta t} + \frac{1}{2}(L_x^+ C^k + L_y^+ C^k) + \frac{\sigma}{4} C_{ij}^k =$$

$$= \frac{1}{4}(M_{xx}^+ C^k + M_{xx}^- C^k + M_{yy}^+ C^n + M_{yy}^- C^n) + \sum_{l=1}^N \frac{\bar{q}_l}{4} \delta_l;$$

- на втором шаге расщепления $k = n + \frac{1}{2}$:

$$c = n + \frac{1}{4}:$$

$$\frac{C_{ij}^k - C_{ij}^c}{\Delta t} + \frac{1}{2}(L_x^- C^k + L_y^- C^k) + \frac{\sigma}{4} C_{ij}^k =$$

$$= \frac{1}{4}(M_{xx}^- C^k + M_{xx}^+ C^c + M_{yy}^- C^k + M_{yy}^+ C^c) + \sum_{l=1}^N \frac{\bar{q}_l}{4} \delta_l;$$

- на третьем шаге расщепления $k = n + \frac{3}{4}$:

$$c = n + \frac{1}{2}:$$

$$\frac{C_{ij}^k - C_{ij}^c}{\Delta t} + \frac{1}{2}(L_x^+ C^k + L_y^+ C^k) + \frac{\sigma}{4} C_{ij}^k =$$

$$= \frac{1}{4}(M_{xx}^- C^c + M_{xx}^+ C^k + M_{yy}^- C^c + M_{yy}^+ C^c) + \sum_{l=1}^N \frac{\bar{q}_l}{4} \delta_l;$$

- на четвертом шаге расщепления $k = n + 1$:

$$c = n + \frac{3}{4}:$$

$$\frac{C_{ij}^k - C_{ij}^c}{\Delta t} + \frac{1}{2}(L_x^- C^k + L_y^- C^k) + \frac{\sigma}{4} C_{ij}^k =$$

$$= \frac{1}{4}(M_{xx}^- C^k + M_{xx}^+ C^c + M_{yy}^- C^c + M_{yy}^+ C^k) + \sum_{l=1}^N \frac{\bar{q}_l}{4} \delta_l.$$

Пояснение к данным разностным операторам приведено в работе [2]. Из данных выражений можно получить явные формулы для определения неизвестного значения концентрации загрязнителя на каждом шаге расщепления.

Практическая реализация модели

На основе рассмотренной численной модели разработан алгоритм расчета переноса примеси в реке. Он состоит в следующем:

- задаётся форма русла реки, положение островов, притоков и т.д.;
- задаётся положение места выброса загрязнителя, интенсивность выброса;
- осуществляется расчет уравнения для потенциала скорости;
- рассчитывается поле скорости водного потока в русле;

- рассчитывается процесс рассеивания загрязнителя по руслу;
- на печать выводится информация о развитии зоны загрязнения.

На основе построенной численной модели разработан код «RIVER_2» на алгоритмическом языке FORTRAN. Разработанный код был применен для решения следующей модельной задачи. Рассматривается участок акватории реки, где расположены три острова. На самом большом острове имеется отстойник (рис. 4, зона А), где хранятся радиоактивные жидкие отходы, и на этом острове происходит утечка загрязненных сточных вод в акватории реки (рис. 1). Размеры расчетной области: длина – 400 м, ширина – 380 м. Скорость потока на входе в расчетную область – 0,2 м/с. Коэффициент диффузии по обоим координатным направлениям равен 0,7 м²/сек. Коэффициент σ равен нулю, т.к. рассматривается процесс загрязнения акватории реки за короткий промежуток времени после возникновения аварийной ситуации. Загрязненные сточные воды поступают с острова в реку со скоростью 7 м/с, концентрация загрязнителя в них равна 1 (в безразмерном виде).

Рассмотрим результаты вычислительного эксперимента. На рис. 1 – 3 показана динамика загрязнения акватории реки для различных моментов времени. Из данных рисунков видно, что в акватории формируется зона загрязнения, имеющая сложную геометрическую форму, что вызвано влиянием островов на процесс переноса примеси. Зона загрязнения увеличивается в размерах за счет диффузии и вытягивается в направлении течения реки. Отчетливо видна подзона с высокой концентрацией примеси непосредственно возле места аварийной утечки.

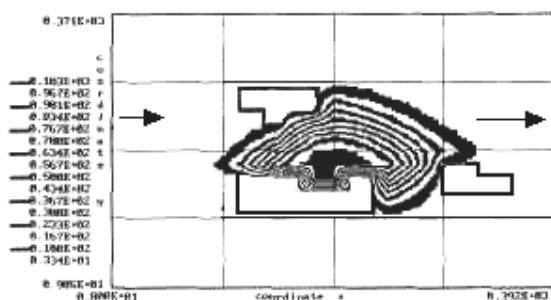


Рис. 3. Изолинии концентрации загрязнителя через 36 с после возникновения чрезвычайной ситуации

В заключение отметим, что для расчета задачи потребовалось около 15 с компьютерного времени.

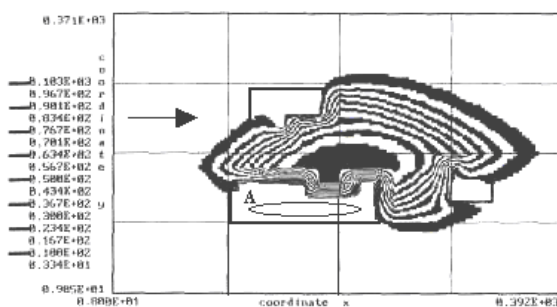


Рис. 4. Изолинии концентрации загрязнителя через 63 с после возникновения чрезвычайной ситуации

Выводы

В работе рассмотрена численная модель и алгоритм моделирования процесса загрязнения водотока при поступлении сточных вод из хранилища, расположенного на острове. Применяемый в модели метод маркирования расчетной области позволяет формировать любую геометрическую форму русла реки с учетом островов и других особенностей. Это дает возможность пользователю учитывать при проведении прогнозных расчетов ряд существенных факторов, влияющих на процесс переноса примеси по руслу. Дальнейшее совершенствование модели следует проводить в направлении ее разработки для расчета рассеивания загрязнителя в трехмерной постановке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Численное моделирование процессов загрязнения поверхностных и подземных вод [Текст] / Л. И. Антошкина и др. – Д.: Изд-во ЧП Свидлера А. Л., 2004. – 168 с.
2. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде [Текст] / М. З. Згуровский и др. – К.: Наук. думка, 1997. – 368 с.
3. Марчук, Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды [Текст] / Г. И. Марчук. – М.: Наука, 1982. – 316 с.
4. Основа прогнозирования качества поверхностных вод [Текст]. – М.: Наука, 1982. – 181 с.
5. Савенко, В. Я. Математическая модель механизма поперечной циркуляции в открытых потоках при неізотропних коефіцієнтах турбулентної вязкості [Текст] / В. Я. Савенко, Е. С. Славинская // Вестник ХГАДТУ. – Вып. 7. – Х., 1998. – С. 50-53.
6. Самарский, А. А. Теория разностных схем [Текст] / А. А. Самарский. – М.: Наука, 1983. – 616 с.
7. Шеренков, И. Л. Прикладные плановые задачи гидравлики спокойных потоков [Текст] / И. Л. Шеренков. – М.: Энергия, 1978. – 240 с.

Поступила в редколлегию 26.03.2009.

Принята к печати 03.04.2009.

ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ ПРИ АВАРИИ С ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫМ ГРУЗОМ

На базі розробленої тривимірної чисельної моделі виконано розрахунок процесу нейтралізації токсичної речовини в атмосфері. Модель базується на чисельному інтегруванні рівняння конвективно-дифузійного переносу домішки. Наводяться результати обчислювального експерименту щодо прогнозу рівня забруднення атмосфери.

На основе разработанной трехмерной численной модели рассчитан процесс нейтрализации токсичных веществ в атмосфере. Модель основывается на численном интегрировании уравнения конвективно-диффузионного переноса примеси. Приводятся результаты вычислительного эксперимента по прогнозу уровня загрязнения атмосферы.

The 3D CFD model to simulate the pollutant transfer and the process of neutralization of toxic gas after accidents was developed. The model is based on the transport gradient model. The results of numerical experiments are presented.

Введение

Аварии при транспортировке химически опасных грузов могут привести к значительной эмиссии опасных веществ, что приводит к масштабному загрязнению окружающей среды и создает угрозу поражения людей. При ликвидации последствий аварий с химически опасными грузами применяются различные мероприятия, в число которых входит подача нейтрализатора для локализации зоны загрязнения атмосферы [1, 5]. Очевидно, что подача нейтрализатора в зону загрязнения атмосферы может осуществляться с различных позиций, с различной интенсивностью и т.д., поэтому одним из важнейших вопросов при разработке плана организации защитных мероприятий является прогноз возможных масштабов загрязнения и количественная оценка эффективности различных средств защиты, которые могут применяться для локализации зон загрязнения, позволяющая выбрать наиболее рациональные параметры защитных установок и их размещение.

Целью работы явилось применение разработанной автором трехмерной численной модели (CFD model) для расчета процесса загрязнения атмосферы при аварийном разливе синильной кислоты и расчета процесса нейтрализации токсичного газа в атмосфере за счет подачи нейтрализующего средства. Особенностью разработанной модели является то, что она позволяет осуществлять трехмерное моделирование процессов рассеивания токсичного газа и его нейтрализации с учетом неравномерного про-

филя ветра, режима подачи нейтрализатора. Модель позволяет получить прогнозные результаты в течение нескольких секунд на ПК средней и малой мощности, что делает ее привлекательной для использования в повседневных расчетах.

Математическая модель

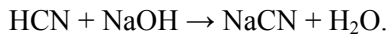
Рассматривается процесс загрязнения атмосферы при поступлении в нее HCN. Источником эмиссии является зона аварийного разлива, над которой формируется шлейф токсичного газа. Для расчета процесса загрязнения атмосферы при распространении токсичного газа, попавшего в воздушную среду вследствие аварии, используем трехмерное уравнение переноса примеси (модель градиентного типа) [2, 3]. Это же уравнение используется для моделирования рассеивания нейтрализатора (NaOH) в атмосфере, подаваемого для локализации зоны загрязнения:

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

где C – концентрация примеси (нейтрализатор, токсичный газ); u, v, w – компоненты вектора скорости воздушной среды; w_s – скорость осе-

дания примеси (нейтрализатор); $\mu = (\mu_x, \mu_y, \mu_z)$ – коэффициенты атмосферной диффузии; Q – интенсивность выброса токсичного газа (нейтрализатора); $\delta(r - r_i)$ – дельта-функция Дирака; $r_i = (x_i(t), y_i(t), z_i(t))$ – координаты источника эмиссии токсичного газа (нейтрализатора).

Место эмиссии токсичного газа и место подачи нейтрализатора моделируется с помощью дельта-функции Дирака. Интенсивность эмиссии токсичного вещества определяется опытным или расчетным путем [4]. Процесс взаимодействия токсичного газа и нейтрализатора рассчитывается на основе уравнения реакции



В разработанной численной модели используется неравномерный профиль скорости ветра и вертикального коэффициента диффузии:

$$u = u_1 \left(\frac{z}{z_1} \right)^n; \quad \mu_z = k_1 \left(\frac{z}{z_1} \right)^m,$$

где u_1 – скорость ветра на высоте z_1 ; $k_1 = 0,2$; $n = 0,16$; $m \approx 1$. Коэффициент μ_y принимается равным $\mu_y = \mu_x$ [3].

Постановка краевых условий для рассмотренного уравнения переноса примеси рассмотрена в работах [2, 3].

Метод решения

Численное интегрирование уравнения (1) проводится с использованием попеременно-треугольной разностной схемы расщепления [2] на прямоугольной разностной сетке. Разработанный код реализован на алгоритмическом языке FORTRAN.

Практическая реализация

На основе разработанного кода была решена следующая задача. Произошла авария, в результате которой образовалась зона разлива синильной кислоты, и в воздушную среду начал поступать токсичный газ – HCN – от зоны разлива. Для локализации зоны загрязнения атмосферы используется подача раствора щелочи NaOH. Исследуется эффективность процесса локализации зоны загрязнения атмосферы при различной высоте подачи нейтрализатора в эту зону и с различной интенсивностью.

Вычислительный эксперимент проводился при следующих параметрах: интенсивность

выброса HCN от зоны разлива составляет 1,2 кг/с; скорость ветра (на высоте 10 м) – 6,3 м/с; коэффициент диффузии $\mu_x = 3 \text{ м}^2/\text{с}$; скорость оседания капель нейтрализатора – 0,01 м/с; размеры расчетной области 120x120x24 м. Интенсивность подачи нейтрализатора – 1,3 кг/с (второй вариант – 2,6 кг/с). Координаты источника эмиссии NaOH: $x = 55 \text{ м}$; $y = 6,5 \text{ м}$; $z = 1 \text{ м}$. Высота подачи нейтрализатора z варьировалась: в первом сценарии она составляла 5 м, а во втором – 9 м над поверхностью земли.

При расчете полагалось, что подача нейтрализатора начинается в момент времени $t = 36 \text{ с}$. Моменту времени $t = 0$ соответствует начало эмиссии токсичного газа.

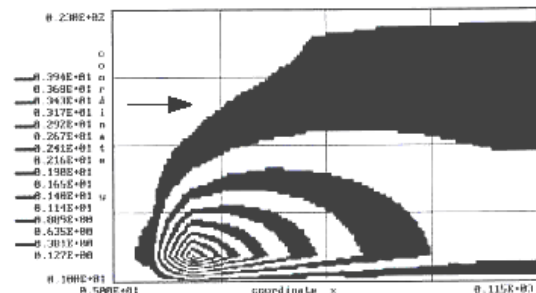


Рис. 1. Зона загрязнения атмосферы для момента времени $t = 36 \text{ с}$ (сечение $y = 55 \text{ м}$). Нет подачи нейтрализатора

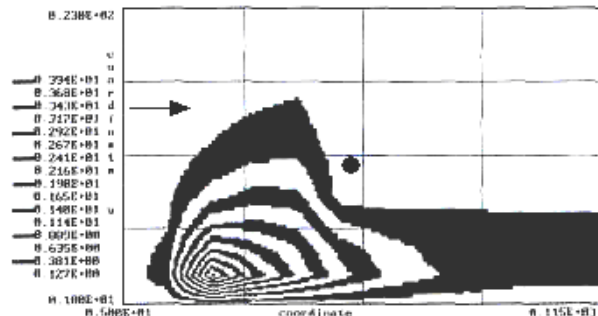


Рис. 2. Зона загрязнения атмосферы для момента времени $t = 56 \text{ с}$ (сечение $y = 55 \text{ м}$), подача нейтрализатора $Q = 1,3 \text{ кг/с}$, высота подачи $z = 9 \text{ м}$

Рассмотрим результаты расчета. В табл. 1 – 3 представлены данные по расчету количества нейтрализованного токсичного газа в зависимости от различной интенсивности подачи нейтрализатора и высоты подачи z над поверхностью земли. На основе этих данных можно количественно оценить эффективность метода нейтрализации.

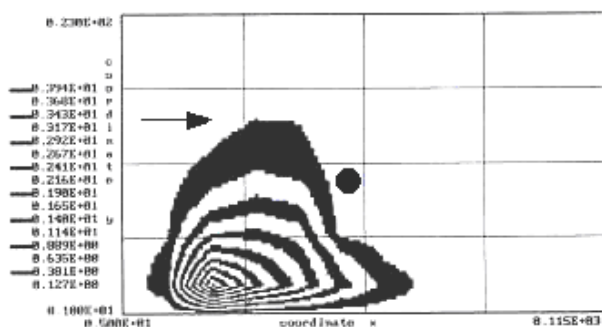


Рис. 3. Зона загрязнения атмосферы для момента времени $t = 56$ с (сечение $y = 55$ м), подача нейтрализатора $Q = 2,6$ кг/с, высота подачи $z = 9$ м

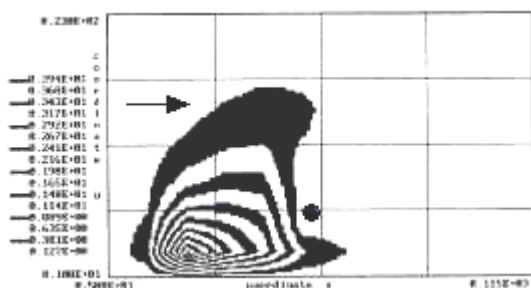


Рис. 4. Зона загрязнения атмосферы для момента времени $t = 56$ с (сечение $y = 55$ м), подача нейтрализатора $Q = 1,3$ кг/с, высота подачи $z = 5$ м

Таблица 1

Количество нейтрализованного токсичного газа, высота подачи нейтрализатора 5 м (подача нейтрализатора $Q = 1,3$ кг/с)

t, c	40	50	56
Масса, г	3308	11832	17001

Таблица 2

Количество нейтрализованного токсичного газа, высота подачи нейтрализатора 9 м (подача нейтрализатора $Q = 1,3$ кг/с)

t, c	40	50	56
Масса, г	3021	11388	16606

Таблица 3

Количество нейтрализованного токсичного газа, высота подачи нейтрализатора 9 м (подача нейтрализатора $Q = 2,6$ кг/с)

t, c	40	50	56
Масса, г	4978	18651	26384

Оценить эффективность метода нейтрализации по локализации зоны загрязнения в атмосфере можно на основе анализа представленных ри-

сунков. На рис. 1 показана зона загрязнения атмосферы перед началом процесса нейтрализации ($t = 36$ с). Хорошо видно, что возле зоны разлива сформировалась обширная область загрязнения. Видно, как шлейф токсичного газа сносится ветром. На рис. 2 – 4 представлена зона загрязнения атмосферы, но уже для различных вариантов подачи нейтрализатора. Хорошо видно, что при высоте подачи нейтрализатора $z = 9$ м над уровнем земли и при расходе нейтрализатора $1,3$ кг/с размеры зоны загрязнения атмосферы уменьшились незначительно по сравнению с ситуацией, когда нет подачи нейтрализатора (сравним рис. 2 и 1) и, в основном, это уменьшение наблюдается, начиная с высоты $z > 6$ м, где образовалась «чистая» подзона в виде «полочки». Т.е., это зона влияния источника подачи нейтрализатора. Достаточно обширная подзона загрязнения остается непосредственно над поверхностью земли (рис. 2). При уменьшении высоты подачи нейтрализатора, а также при увеличении интенсивности его подачи происходит значительное уменьшение размеров зоны загрязнения атмосферы и четкая ее локализация (рис. 3, 4). При этом исчезает зона загрязнения непосредственно над поверхностью земли.

Поскольку при авариях с химически опасными веществами поражающим фактором является концентрация загрязнителя, то практически важным вопросом является расчет ее величины в тех или иных зонах, например с целью выбора безопасного расположения людей, техники и т.п. В табл. 4 – 7 показано прогнозное значение концентрации токсичного газа на различном расстоянии от места эмиссии при отсутствии подачи нейтрализатора и при его подаче (сечение $y = 55$ м). Эти данные позволяют также оценить эффективность процесса нейтрализации по локализации зоны загрязнения.

Таблица 4

Концентрация токсичного газа на различном расстоянии от зоны разлива, уровень $z = 3$ м (нет подачи нейтрализатора)

x, m	30	40	50
Концентрация, $г/м^3$	1,12	0,907	0,753

С практической точки зрения представляет интерес прогноз динамики изменения концентрации токсичного газа на различном расстоянии от зоны разлива при подаче нейтрализатора. Такая информация позволяет определить время, когда будут образованы безопасные зо-

ны и их размеры. В табл. 8 представлены данные по расчету этой динамики для сценария: $z = 9$ м – высота подачи нейтрализатора, интенсивность подачи – 2.6 кг/с.

Таблица 5

Концентрация токсичного газа на различном расстоянии от зоны разлива, уровень $z = 3$ м (высота подачи нейтрализатора 5 м, подача нейтрализатора $Q = 1,3$ кг/с)

x , м	30	40	50
Концентрация, г/м ³	0,0	0,003	0,025

Таблица 6

Концентрация токсичного газа на различном расстоянии от зоны разлива, уровень $z = 3$ м (высота подачи нейтрализатора 9 м, подача нейтрализатора $Q = 1,3$ кг/с)

x , м	30	40	50
Концентрация, г/м ³	0,795	0,502	0,345

Таблица 7

Концентрация токсичного газа на различном расстоянии от зоны разлива, уровень $z = 3$ м (высота подачи нейтрализатора 9 м, подача нейтрализатора $Q = 2.6$ кг/с)

x , м	30	40	50
Концентрация, г/м ³	0,468	0,096	0,0

Таблица 8

Изменение с течением времени концентрации (г/м³) токсичного газа на различном расстоянии от зоны разлива, уровень $z = 3$ м, сечение $y = 55$ м (подача нейтрализатора $Q = 2.6$ кг/с, $z = 9$ м)

t	38 с	40 с	50 с	56 с
20 м	1,39	1,36	1,33	1,33
30 м	0,80	0,59	0,47	0,46
40 м	0,69	0,38	0,10	0,09
50 м	0,65	0,37	0,0	0,0

Принимая во внимание, что значение концентрации 1 г/м³ является смертельно опасной величиной при загрязнении воздуха HCN, мы

видим, что зона смертельного поражения находится примерно на расстоянии 25 м от источника эмиссии при подаче нейтрализатора.

В заключение отметим, что расчет с использованием построенной численной модели требует около 5...10 с для получения результатов с помощью разработанного кода.

Выводы

В работе на основе разработанной трехмерной численной модели и созданного на ее основе кода выполнен расчет процесса нейтрализации токсичного газа в атмосфере. Методом вычисленного эксперимента исследована эффективность процесса нейтрализации и локализации зоны загрязнения в атмосфере при различной интенсивности подачи нейтрализатора и места его подачи. Дальнейшее развитие данной модели должно быть направлено на создание численной модели для расчета рассеивания тяжелых газов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий [Текст] : учеб. пособие в 5-ти кн. / под ред. В. А. Котляревского и А. В. Забегаева). – М.: Изд-во АСВ, 2001. – 200 с.
2. Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде [Текст] / М. З. Згуровский и др. – К.: Наук. думка, 1997. – 368 с.
3. Марчук, Г. И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды [Текст] / Г. И. Марчук. – М.: Наука, 1982. – 320 с.
4. Мацак, В. Г. Гигиеническое значение скорости испарения и давления пара токсических веществ, применяемых в производстве [Текст] / В. Г. Мацак, Л. К. Хозянов. – М.: Медгиз, 1959. – 231 с.
5. Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті [Текст]. – К., 2001. – 33 с.
6. Самарский, А. А. Теория разностных схем [Текст] / А. А. Самарский. – М.: Наука, 1983. – 616 с.

Поступила в редколлегию 17.09.2009.

Принята к печати 23.09.2009.

РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В ГАЛУЗІ ЕКОЛОГІЧНОГО ТУРИЗМУ

В цій статті розглядається ресурсозбереження та деякі ресурсозберігаючі технології, використання яких в екотуристичній галузі принесе можливість розвитку зі зменшенням впливу на навколишнє середовище.

В данной статье рассматривается ресурсосбережение и некоторые ресурсосберегающие технологии, использование которых в экотуристической отрасли принесет возможность развития с уменьшением влияния на окружающую среду.

Saving of resources and some resources-saving technologies, the use of which in eco-touristic sphere will bring the possibility of development with the least pressure upon the environment, are considered in this article.

У багатьох країнах екологічний туризм стає супутником і невід'ємною частиною всіх видів туризму, інтегрує їх у загальний процес, а завдяки своєму максимально доступному просвітницькому та освітньому потенціалу є чи не єдиним регулятивним та формуючим поведінку важелем управління урбанізаційними процесами, раціонального природокористування та охорони природи. Він дозволяє пом'якшити удари, що завдає природі бездумне ставлення до неї людини, зберігає кутки незайманої природи і сприяє примноженню природних цінностей не тільки за допомогою екологічної просвіти, але і за рахунок коштів, що спрямовуються з прибутків від екотуризму на вирішення цих завдань. Тому розвиток екотуризму є досить важливим та нагальним питанням як для країни в цілому, так і для окремих її регіонів.

Потрібно цілеспрямовано формувати дбайливе ставлення до природи, виховувати в людях почуття вдячності до неї за те, що вона їм дає, за її роль у житті нинішнього й майбутніх поколінь. У наш час туризм посідає значне місце в житті світового суспільства. Це потужна індустрія, яка має свої закони розвитку, що потребують вивчення та професійного розгляду. На сьогоднішній день одним із пріоритетних напрямків туризму став екологічний туризм. Екологічний туризм з його величезними рекреаційними і пізнавальними можливостями покликаний сформулювати суспільну свідомість щодо охорони та раціонального використання природних багатств, донести до людей нагальність і важливість питань захисту навколишнього середовища [1].

Ресурсозбереження – це прогресивний напрям використання природно-ресурсного потенціалу, що забезпечує економію природних ре-

сурсів та зростання виробництва продукції за тієї самої кількості використаної сировини, палива, основних і допоміжних матеріалів. Основні стратегічні напрями ресурсозбереження можуть бути зведені до таких: комплексне використання мінерально-сировинних і паливних ресурсів; впровадження ресурсозберігаючої техніки і технології; стабілізація земельного фонду, відновлення родючості землі тощо.

Розвиток туристичної індустрії здійснює свій негативний вплив на оточуюче середовище. Найбільше навантаження створює транспорт, використання води і землі, створення відходів. Але однією з головних проблем є раціональне споживання енергії при організації туристичних послуг та перехід до альтернативних джерел енергії, які більшою мірою є екологічно чистими.

В сучасній науці проблеми екологічного туризму, методи його впровадження та організації розглядаються в роботах І. В. Зорина, А. В. Дроздова, І. Н. Панова, Н. С. Мироненко, О. О. Бейдик, В. І. Гетьмана, О. О. Любіцева та ін. В своїх роботах вони визначають пріоритети розвитку саме екологічного туризму, як екобезпечного туризму, який направлений на мінімізацію впливів на оточуюче середовище. Розглянуто проблеми впливу електростанцій на навколишнє середовище та основні дії, спрямовані на їх усунення.

Швидкий розвиток індустрії туризму включає в себе: сектор подорожей, житловий сектор та харчування; розважальні та відпочивальні об'єкти, необхідним є розроблення нових умов для відпочинку, а також визначення перспектив ресурсозбереження та використання нових джерел енергії з мінімальною шкодою для навколишнього середовища.

Прийшов час, коли проблема взаємодії енергетики і навколишнього середовища набула нових рис, поширюючи вплив на величезні території, більшість річок і озер, величезні об'єми атмосфери і гідросфери Землі. Ще значніші масштаби енергоспоживання в найближчому майбутньому зумовляють подальше інтенсивне збільшення різноманітних впливів на всі компоненти навколишнього середовища в глобальних масштабах. Використання альтернативних джерел енергії (сонячної енергії, низькопотенційної енергії Землі та ін.) в екологічному туризмі призведе до подальшої екологізації цієї галузі. Застосування енергоефективних і екологічно дружніх технологій, використання відновлюваних джерел енергії в будівництві і експлуатації житла дозволить усунути бар'єри для заощадження енергії і підвищення ефективності її використання. Енергоефективне екологічне житло, в якому використовуються ресурсозберігаючі технології, що скорочують споживання енергії і води, застосовуються системи сонячного обігріву та інші альтернативні джерела енергії, біотехнології пропонується як розвиток традиційного досвіду будівництва малоповерхового житла на базі сучасних науково-технічних знань в цілях зниження енергоспоживання, поліпшення екологічної обстановки в населених пунктах [2].

Все більш обговорюваними стають електростанції, що використовують відновлювальні джерела енергії – приливні, геотермальні, сонячні, космічні сонячні, вітрові і деякі інші. Але, на нашу думку, одними з оптимальних постачальників електроенергії є сонячні та вітрові. Розробляються їх нові проекти, споруджуються дослідні і перші промислові установки. Це викликано як економічними, так і екологічними чинниками. На «альтернативні» електростанції покладають великі надії з погляду зниження антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Європейський Союз, наприклад, планує збільшити в найближчі декілька років частку енергії, що виробляється такими електростанціями.

Всі фотоелектричні системи (ФЕС) можна розділити на два типи: автономні і сполучені з електричною мережею. Станції другого типу віддають надлишки енергії в мережу, яка слугуватиме резервом у разі виникнення внутрішнього дефіциту енергії.

Автономні комплекси в загальному випадку складаються з набору сонячних модулів (СМ), розміщених на опорній конструкції або на даху, акумуляторної батареї (АКБ), контролера заря-

ду акумулятора, сполучних кабелів. Якщо споживачу необхідно мати змінну напругу, то до цього комплексу додається інвертор-перетворювач постійної напруги в змінну.

Під розрахунком ФЕС розуміється визначення номінальної потужності модулів, їх кількості, схеми з'єднання; вибір типу, умов експлуатації і місткості АКБ; потужностей інвертування і контролера заряду-розряду; визначення параметрів сполучних кабелів.

Перш за все, треба визначити сумарну потужність всіх споживачів, що підключаються одночасно. Потужність кожного з них вимірюється у ваттах і вказана в паспортах виробів. На цьому етапі вже можна вибрати потужність інвертування, яка повинна бути не менше, ніж в 1,25 рази більше розрахункової. Слід мати на увазі, що такий хитрий прилад, як компресорний холодильник у момент запуску споживає потужність в 7 разів більше паспортної. Номінальний ряд інвертувань – 150, 300, 500, 800, 1500, 2500, 5000 Вт. Для могутніх станцій (більш як 1 кВт) напруга станції вибирається не менше 48 В, оскільки на великих потужностях інвертування краще працюють з вищих початкових напруг.

Наступний етап – це визначення місткості АКБ. Місткість АКБ вибирається із стандартного ряду ємностей з округленням у бік, більший за розрахункову. А розрахункова місткість виходить простим розподілом сумарної потужності споживачів на відтворення напруги АКБ на значення глибини розряду акумулятора в частках.

Наприклад, якщо сумарна потужність споживачів 1000 Вт·год. на добу, а допустима глибина розряду АКБ 12 В – 50 %, то розрахункова місткість складе:

$$1000 / (12 \cdot 0,5) = 167 \text{ А} \cdot \text{год.}$$

При розрахунку місткості АКБ в повністю автономному режимі необхідно брати до уваги і наявність у природі похмурих днів, в перебігу яких акумулятор повинен забезпечувати роботу споживачів.

Останній етап – це визначення сумарної потужності і кількості сонячних модулів. Для розрахунку потрібно значення сонячної радіації, яке береться в період роботи станції, коли сонячна радіація мінімальна. У разі річного використання – це грудень.

Узявши з таблиць значення сонячної радіації за період, що цікавить нас, і розділивши його на 1000, одержимо так звану кількість піко-

часів, тобто, умовний час, в перебігу якого сонце світить як би з інтенсивністю 1000 Вт/м^2 .

Модуль потужністю P_w в перебігу обраного періоду виробить наступну кількість енергії:

$$W = k \cdot P_w \cdot E / 1000,$$

де E – значення інсоляції за обраний період; k – коефіцієнт, рівний 0,5 влітку і 0,7 в зимовий період, який робить поправку на втрату потужності сонячних елементів при нагріві на сонці, а також враховує похиле падіння проміння на поверхню модулів у перебігу дня.

Різниця в значенні коефіцієнту рівняння взимку і влітку обумовлена меншим нагрівом елементів у зимовий період.

Виходячи із сумарної потужності споживаної енергії та наведеної вище формули легко розрахувати сумарну потужність модулів. А знаючи її, простим розподілом її на потужність одного модуля, одержимо кількість модулів.

При створенні ФЕС настійно рекомендується максимально понизити потужність споживачів. Наприклад, як освітлювачі використовувати (по можливості) тільки люмінесцентні лампи. Такі світильники, при в 5 разів меншому споживанні, забезпечують світловий потік, еквівалентний світловому потоку лампи розжарювання.

Для невеликих ФЕС доцільно встановлювати її модулі на поворотному кронштейні для оптимального розвороту відносно падаючого проміння. Це дозволить збільшити потужність станції на 20...30 %.

За достатньої кількості сонячних елементів можна створити сонячну батарею з практично будь-якою напругою і струмом, здатну забезпечити зарядку будь-якого типу акумуляторів. Вся справа тільки у вартості такої сонячної батареї. Звичайно, не слід забувати, що могутня сонячна батарея займатиме велику площу для своєї установки. Слід також відзначити, що якщо повноцінне сонячне освітлення батареї буває обмежений час діб, то бажано використовувати сонячну батарею, що забезпечує прискорений зарядний струм, величина якого знаходиться в межах 0,15...0,3 від місткості акумуляторів [4].

Якщо ж сонячна батарея забезпечує струм, менший ніж номінальний зарядний струм, менше 0,08 від місткості акумуляторів, то в даному випадку може йтися не про зарядку, а тільки про заряджання акумуляторів. Це означає, що в світлий період часу сонячна батарея повинна

бути постійно підключена до акумулятора, весь цей час постійно заряджаючи його.

Для зарядки акумуляторів можна застосувати сонячну батарею, яка має максимальний струм, що генерується, приблизно рівний струму зарядки акумуляторів. В цьому випадку сонячна батарея автоматично вироблятиме зарядку акумуляторів необхідним зарядним струмом при своєму освітленні. Батарею необхідно підключати до акумуляторів через діод або через контролер заряду. Це необхідно тому, що за несприятливого сонячного освітлення напруга на сонячній батареї може впасти нижче, ніж напруга на заряджаючих акумуляторах. В цьому випадку акумулятори замість свого заряду, розрядяться через внутрішній опір сонячної батареї. Буферний конденсатор C_1 необхідний, якщо акумулятори використовуватимуться для роботи під час свого заряджання.

Необхідно звернути увагу, що в деяких випадках сонячна батарея може зробити перезаряд акумуляторної батареї. А це приведе до зміни полюсів елементів акумуляторної батареї і до виходу її з ладу. При використанні контролера заряду ця проблема усувається. Відразу можна сказати, що при використанні 18-вольтової сонячної батареї можна не побоюватися перезаряду акумуляторної батареї на 12 В, оскільки сонячна батарея на напругу 18 В зможе забезпечити тільки дозарядку акумуляторної батареї на рівні 20 % від її номінальної потужності.

Зовсім інший випадок буде при використанні сонячної батареї на напругу 21 В. Ця батарея здатна забезпечити зарядний струм навіть після повного заряду акумуляторів.

Для того, щоб не зіпсувати акумуляторну батарею, необхідно вести облік часу її роботи. Після цього проводити дозарядку відданої місткості. Ось приклад такого розрахунку. Візьмемо найпростіший випадок. Акумуляторна батарея, складена з елементів має зарядний струм 200 міліампер, живить прилад із струмом споживання, рівним 200 міліампер. Припустимо, цей прилад пропрацював увечері 4 год. Отже, втрачена місткість акумулятора рівна $800 \text{ мА/год. } (200 \cdot 4 = 800)$. Для відновлення втраченої місткості акумуляторної батареї вона повинна одержати заряд, на 150 % перевищуючий втрачений. Отже, для відновлення заряду ця акумуляторна батарея вдень повинна знаходитися під зарядним струмом 200 міліампер протягом 6 год. $(800 / 200 = 4; 4 \cdot 1,5 = 6)$.

Якщо систему електропостачання на сонячних батареях доповнити вітрогенератором, то

значно підвищується її надійність. Енергія вітру – це ще одне значне джерело отримання електроенергії. А в деяких випадках за допомогою вітрогенератору можна одержати більше електроенергії, ніж від сонячних батарей. Існує ряд моделей вітроелектростанцій потужністю від 0,25 кВт до 1,0 кВт. В даному варіанті пропонується енергосистема, яка поєднує вітроустановку (0,25 кВт) і 6 сонячних модулів (по 65 Вт) [5].

Пропонована енергосистема забезпечує використання освітлювальних приладів, електроінструментів, побутових електроприладів, теле- і радіоапаратури загальною споживаною потужністю до 0,7 кВт.

Розповсюдженню «альтернативних» електростанцій перешкоджають різноманітні технічні та технологічні труднощі. Не позбавлені ці електростанції і екологічних недоліків.

Таблиця 1

Технічні характеристики енергосистеми

Вітрогенератор	У комплект енергосистеми входять: - вітрогенератор з поворотним пристроєм (0,25 кВт.); - вітроколесо; - інвертування (1 кВт); - сонячні модулі (6/65 Вт); - акумуляторна батарея (190 А/год.); - щогла (5 м); - сполучні кабелі	
Технічні можливості вітроустановок, Вт:	ВУ-250	ВУ-900
Потужність на затисках акумуляторної батареї при швидкості вітру 6 м/с, Вт	200	900
Максимальна потужність при швидкості вітру 12 м/с, Вт	250	1300
Початкова робоча швидкість вітру, м/с	3,5	
Швидкість бурі вітру, м/с	40	
Діаметр ротора, м	1,3	2,3
Кількість лопатей	3	
Напруга акумуляторної батареї, В	12	24
Маса без монтажної штанги, кг	15	30
Висота монтажної штанги, м	5	
Термін служби, роки	10	
Температурний діапазон, °С	-40... +60	

Так, вітрові електростанції є джерелами шумового забруднення, сонячні електростанції достатніх потужностей займають великі площі,

що псує ландшафт і вилючає землі з сільськогосподарського обігу. Дія космічних сонячних електростанцій (у проекті) пов'язана з передачею енергії на Землю за допомогою висококонцентрованого пучка мікрохвильового випромінювання. Його можлива дія не вивчена і характеризується як імовірно негативна. Окремо стоять геотермальні електростанції. Їх вплив на атмосферу характеризується можливими викидами миш'яку, ртуті, з'єднань сірки, бору, силікатів, аміаку та інших речовин, розчинених в підземних водах. У атмосферу викидаються також водяні пари, що пов'язано зі зміною вологості повітря, виділенням тепла, шумовими ефектами. Дія геоТЕС на гідросферу виявляється в порушенні балансів підземних вод, кругообігу речовин, пов'язаного з підземними водами. Дія на літосферу пов'язана зі зміною геології пластів, забрудненням і ерозією ґрунту. Можливі зміни сейсмічності районів інтенсивного використання геотермальних джерел [6].

Отже, ресурсозбереження – це процес поліпшення використання ресурсів на всіх етапах і рівнях виробничо-господарської діяльності на основі науково-технічного прогресу, який супроводжується вивільненням і економією ресурсів, зменшенням витрат виробництва, зниженням рівня собівартості продукції, зростанням норми прибутку, поліпшенням навколишнього середовища та умов життя.

Ресурсозбереження в розвитку екологічного туризму сприяло намаганням справляти якнайменший вплив на природні об'єкти, які можна розглядати як туристичні та рекреаційні ресурси, звести до мінімуму негативні втручання, виключити забруднення згаданих територій.

Визначна риса екотуризму – свідома політика використання рекреаційних територій у режимі, що не виснажує природні ресурси і не забруднює довкілля, дозволяє зберегти біологічне різноманіття природних екологічних систем і гарантує стійкий розвиток туристичної діяльності. Іншими словами, експлуатація природних ресурсів туристичною індустрією не повинна призводити до їх деградації; рекреаційні території не повинні втрачати привабливості для майбутніх поколінь [3].

Держава повинна сприяти реалізації стратегії раціонального ресурсовикористання і ресурсозбереження, використовуючи наступні системи регулювання:

- нормативно-правове забезпечення охоронного природокористування і ресурсозбереження;
- фінансова підтримка;

- інформаційне забезпечення;
- інфраструктурне забезпечення;
- страхування від надзвичайних подій і стихійних лих: землетрусів, паводків, ураганів і т.д.;

- наукове забезпечення розробками і реалізацією програм раціонального ресурсовикористання.

Ресурсозбереження, як фактор підвищення ефективності виробництва, повинне функціонувати в рамках справедливого законодавства, закони повинні чітко формулювати співвідношення між природними ресурсами і фізичними та юридичними особами. Особи, задіяні у виробництві з використанням ресурсів, запаси яких на межі або скоро будуть на межі, повинні стимулюватись з боку держави за новітні пропозиції щодо економії ресурсів за рахунок нових технологій, заміни одних ресурсів іншими в нормах балансу реального співвідношення одних ресурсів до інших. Треба наголосити, що такі міжнародні іноземні фонди, як Європейський Банк Реконструкції та Розвитку зацікавлені в проектах наших підприємств, спрямованих на підвищення виробництва завдяки новим технологіям, які також відповідають міжнародним екологічним стандартам, і під перспективні біз-

нес-проекти на тендерній основі пропонують довгострокові кредити під невисокі відсотки.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Кузьменко, О. Екологічний туризм: поняття і особливості організації [Текст] / О. Кузьменко // Схід. – 2004. – № 2. – С. 13-17.
2. Гетьман, В. І. Екотуризм: теорія і реальність [Текст] / В. І. Гетьман // Рідна природа. – 2002. – № 3. – С. 24-29.
3. Дроздов, А. В. Основы экологического туризма [Текст] : учебн. Пособие / А. В. Дроздов. – М.: Гардарики, 2005. – 271 с.
4. Дмитрук, О. Ю. Урбанізація та екотуризм: теорія і практика конструктивно-географічних досліджень [Текст] / О. Ю. Дмитрук / Київський ін.-т ім. Т. Г. Шевченка. – К., 2002. – 76 с.
5. Бейдик, О. О. Рекреаційно-туристські ресурси України: методологія та методика аналізу, термінологія, районування [Текст] : монографія / О. О. Бейдик. – К.: ВПЦ «Київський ун-т», 2001. – 395 с.
6. Ісаєнко, В. М. Використання відновлювальних ресурсозберігаючих технологій в екотуристичній галузі [Текст] / В. М. Ісаєнко, К. Д. Ніколаєв, К. О. Бабікова // Вісник Нац. авіаційного ун-ту. – К.: НАУ, 2008. – № 3 (36). – С. 131-134.

Надійшла до редколегії 18.03.2009.

Прийнята до друку 31.03.2009.

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ УПРУГОГО ПОЛУПРОСТРАНСТВА, НАГРУЖЕННОГО РАВНОМЕРНО РАСПРЕДЕЛЕННОЙ НАГРУЗКОЙ ПО ПЛОЩАДИ ПРЯМОУГОЛЬНИКА И ПО БЕСКОНЕЧНОЙ ПОЛОСЕ

У статті наведено результат рішення задач про напружено-деформований стан пружного напівпростору від дії навантаження, рівномірно розподіленого по стрічці постійної ширини кінцевої і нескінченної довжини, з використанням нетрадиційної лінійної залежності деформацій від напруженого стану, відмінної від узагальненого Закону Гука.

В статье приведен результат решения задач о напряженно-деформированном состоянии упругого полупространства от действия нагрузки, равномерно распределенной по полосе постоянной ширины конечной и бесконечной длины, с использованием нетрадиционной линейной зависимости деформаций от напряженного состояния, отличной от обобщенного Закона Гука.

The article shows the result of solving the problem on the stressed-and-strained state of an elastic semi-space because of the load action, which is uniformly distributed over the strip of constantly width and final or infinite length, with the use of non-traditional linear dependence of strains on the stressed state that differs from the generalized Hooke's law.

В [1, 2] автором изложены основные принципы определения напряженно-деформированного состояния упругой среды в нетрадиционной постановке, суть которой состоит в том, что относительные деформации в упругой среде делятся на два тензора: тензор деформаций чистого сдвига и тензор объемных деформаций. Полный же тензор деформаций представляет алгебраическую сумму этих двух тензоров:

$$\varepsilon_x = \varepsilon_x^c + \varepsilon_x^0; \quad (1)$$

$$\varepsilon_y = \varepsilon_y^c + \varepsilon_y^0; \quad (2)$$

$$\varepsilon_z = \varepsilon_z^c + \varepsilon_z^0; \quad (3)$$

$$\gamma_{xy} = \gamma_{xy}^c + \gamma_{xy}^0; \quad (4)$$

$$\gamma_{yz} = \gamma_{yz}^c + \gamma_{yz}^0; \quad (5)$$

$$\gamma_{zx} = \gamma_{zx}^c + \gamma_{zx}^0. \quad (6)$$

Компоненты перемещений точек среды вдоль координат также определяются отдельно для сдвиговых и объемных деформаций, а полные проекции перемещений представляют алгебраическую сумму таких перемещений соответственно координатным осям x, y, z :

$$U = U^c + U^0; \quad (7)$$

$$V = V^c + V^0; \quad (8)$$

$$W = W^c + W^0. \quad (9)$$

Оба тензора деформации вызваны действием одного и того же напряженного состояния, но различными сторонами его проявления: сдвиговые смещения вызваны разностью давлений в различных точках среды, а объемные относительные деформации вызваны его величиной. При этом напряженное состояние полностью характеризует потенциальная, гармоническая функция давления, представляющая собой одну треть первого инварианта напряженного состояния:

$$\sigma = \frac{1}{3}(\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z), \quad (10)$$

где σ_x , σ_y и σ_z – нормальные напряжения по трем ортогональным площадкам для данной точки.

Таким образом, для решения любой задачи по определению напряженно-деформированного состояния следует задаться граничными условиями для гармонической функции давления и определить её. Дальнейшие операции не представляют особых сложностей.

В решаемой задаче граничными условиями для функции давления (рис. 1) будут: на поверхности, под нагрузкой, $\sigma = p$; за её преде-

лами – $\sigma = 0$; функция должна монотонно убывать с удалением от площадки загрузки. Такая функция совпадает с функцией для мгновенных напоров в водонасыщенном грунте при быстром нагружении и получена Мачеретом [3] в виде:

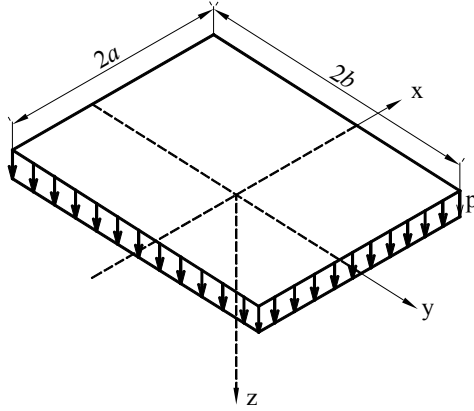


Рис. 1. Схема нагружения полупространства равномерной нагрузкой по площади прямоугольника

$$\sigma_z = \frac{p}{2\pi} \left[-\operatorname{arctg} \frac{z \left[(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}{(x+a)(y+b)} + \operatorname{arctg} \frac{z \left[(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}{(x+a)(y-b)} + \operatorname{arctg} \frac{z \left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}{(x-a)(y+b)} - \operatorname{arctg} \frac{z \left[(x-a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}{(x-a)(y-b)} \right]. \quad (11)$$

Эту же функцию можно получить путем интегрирования функции давления для сосредоточенной силы, полученной в [2]:

$$\begin{aligned} \sigma_z &= \frac{p}{2\pi} \int_{-a}^a \int_{-b}^b \frac{z \cdot d\xi d\eta}{\left[(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2 + z^2 \right]^{3/2}} = \\ &= \frac{p \cdot z}{2\pi} \int_{-b}^b \frac{(x-\xi) z d\xi}{\left[(y-\eta)^2 + z^2 \right] \left[(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2 + z^2 \right]^{1/2}} \Big|_{-a}^a = \\ &= \frac{p}{2\pi} \operatorname{arctg} \frac{(x-\xi)(y-\eta)}{z \left[(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2 + z^2 \right]} \Big|_{-a}^a \Big|_{-b}^b, \quad (12) \end{aligned}$$

а после подстановки пределов интегрирования получаем:

$$\begin{aligned} \sigma_z &= \frac{p}{2\pi} \left[\operatorname{arctg} \frac{(x-a) + (y-b)}{z \left[(x-a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} - \right. \\ &\quad - \operatorname{arctg} \frac{(x+a)(y-b)}{z \left[(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} - \\ &\quad - \operatorname{arctg} \frac{(x-a)(y+b)}{z \left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} - \\ &\quad \left. - \operatorname{arctg} \frac{(x+a)(y+b)}{z \left[(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} \right]. \quad (13) \end{aligned}$$

Здесь и в дальнейшем для сокращения записей функцию давления при действии нагрузки, равномерно распределенной на поверхности полупространства по площади прямоугольника, будем обозначать σ_z . Путем несложных преобразований можно показать, что функции (13) и (11) тождественны.

Для определения компонентов напряжений в этой задаче есть два пути.

1. Можно воспользоваться соотношениями В. А. Флорина [4] для пространственных задач с плоской поверхностью при действии на них нормальной нагрузки:

$$\sigma_x = -z \int \frac{\partial^2 \sigma_z}{\partial x^2} dz + \sigma_z; \quad (14)$$

$$\sigma_y = -z \int \frac{\partial^2 \sigma_z}{\partial y^2} dz + \sigma_z; \quad (15)$$

$$\sigma_z = -z \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + \sigma_z; \quad (16)$$

$$\tau_{xy} = -z \int \frac{\partial^2 \sigma_z}{\partial x \partial y} dz; \quad (17)$$

$$\tau_{yz} = -z \frac{\partial \sigma_z}{\partial y}; \quad (18)$$

$$\tau_{zx} = -z \frac{\partial \sigma_z}{\partial x}. \quad (19)$$

2. Можно интегрировать компоненты напряжений, полученные для полупространства при действии сосредоточенной силы, направленной по нормали к его поверхности [2].

Однако поскольку в традиционной постановке эта задача была решена [5], то воспользуемся этим решением для определения напряженного состояния среды в рассматриваемой задаче, приняв в нем коэффициент бокового расширения $\mu = 0,5$. В результате получим:

$$\begin{aligned} \sigma_x = \frac{p}{2\pi} & \left[\frac{(x+a)(y-b) \cdot z}{\left[(x+a)^2 + z^2 \right] \left[(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} - \right. \\ & - \frac{(x-a)(y-b) \cdot z}{\left[(x-a)^2 + z^2 \right] \left[(x-a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} - \\ & - \frac{(x+a)(y+b) \cdot z}{\left[(x+a)^2 + z^2 \right] \left[(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} + \\ & + \frac{(x-a)(y+b) \cdot z}{\left[(x-a)^2 + z^2 \right] \left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} - \\ & - \operatorname{arctg} \frac{z \left[(x-a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}{(x-a)(y-b)} + \\ & + \operatorname{arctg} \frac{z \left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}{(x-a)(y+b)} - \\ & - \operatorname{arctg} \frac{z \left[(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}{(x+a)(y+b)} + ; \\ & \left. + \operatorname{arctg} \frac{z \left[(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}{(x+a)(y-b)} \right]; \quad (20) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_y = \frac{p}{2\pi} & \left[\frac{(x+a)(y-b) \cdot z}{\left[(y-b)^2 + z^2 \right] \left[(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} - \right. \\ & - \frac{(x+a)(y+b) \cdot z}{\left[(y+b)^2 + z^2 \right] \left[(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} - \\ & - \frac{(x-a)(y-b) \cdot z}{\left[(y-b)^2 + z^2 \right] \left[(x-a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & + \frac{(x-a)(y+b) \cdot z}{\left[(y+b)^2 + z^2 \right] \left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} - \\ & - \operatorname{arctg} \frac{z \left[(x-a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}{(x-a)(y-b)} + \\ & + \operatorname{arctg} \frac{z \left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}{(x-a)(y+b)} - \\ & - \operatorname{arctg} \frac{z \left[(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}{(x+a)(y+b)} + \\ & + \operatorname{arctg} \frac{z \left[(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}{(x+a)(y-b)} \left. \right]; \quad (21) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_z = \frac{p}{2\pi} & \left[\frac{z(x-a)(y-b)}{\left[(x-a)^2 + z^2 \right] \left[(y-b)^2 + z^2 \right]} \times \right. \\ & \times \frac{\left[(x-a)^2 + (y-b)^2 + 2z^2 \right]}{\left[(x-a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} - \\ & - \frac{z(x-a)(y+b)}{\left[(x-a)^2 + z^2 \right] \left[(y+b)^2 + z^2 \right]} \times \\ & \times \frac{\left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + 2z^2 \right]}{\left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} - \\ & - \frac{z(x+a)(y-b)}{\left[(x+a)^2 + z^2 \right] \left[(y-b)^2 + z^2 \right]} \times \\ & \times \frac{\left[(x+a)^2 + (y-b)^2 + 2z^2 \right]}{\left[(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} + \\ & + \frac{z(x+a)(y+b)}{\left[(x+a)^2 + z^2 \right] \left[(y+b)^2 + z^2 \right]} \times \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \times \frac{\left[(x+a)^2 + (y+b)^2 + 2z^2 \right]}{\left[(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} - \\
& - \operatorname{arctg} \frac{z \left[(x-a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}{(x-a)(y-b)} + \\
& + \operatorname{arctg} \frac{z \left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}{(x-a)(y+b)} + \\
& + \operatorname{arctg} \frac{z \left[(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}{(x+a)(y-b)} - \\
& - \operatorname{arctg} \frac{z \left[(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}{(x+a)(y+b)} \Bigg]; \quad (22)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\tau_{xy} = \frac{p}{2\pi} & \left[\frac{z}{\left[(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} - \right. \\
& - \frac{z}{\left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} - \\
& - \frac{z}{\left[(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} + \\
& \left. + \frac{z}{\left[(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} \right]; \quad (23)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\tau_{yz} = \frac{pz^2}{2\pi} & \left[\frac{(x+a)}{\left[(y-b)^2 + z^2 \right]} \times \right. \\
& \times \frac{1}{\left[(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} - \frac{(x-a)}{\left[(y-b)^2 + z^2 \right]} \times \\
& \times \frac{1}{\left[(x-a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} - \frac{(x+a)}{\left[(y+b)^2 + z^2 \right]} \times \\
& \times \frac{1}{\left[(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} + \frac{(x-a)}{\left[(y+b)^2 + z^2 \right]} \times \\
& \times \frac{1}{\left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} \Bigg]; \quad (24)
\end{aligned}$$

$$\tau_{zx} = \frac{pz^2}{2\pi} \left[\frac{(y+b)}{\left[(x-a)^2 + z^2 \right]} \times \right.$$

$$\begin{aligned}
& \times \frac{1}{\left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} - \frac{(y-b)}{\left[(x+a)^2 + z^2 \right]} \times \\
& \times \frac{1}{\left[(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} - \\
& - \frac{(y+b)}{\left[(x+a)^2 + z^2 \right] \left[(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} + \\
& - \frac{(y-b)}{\left[(x+a)^2 + z^2 \right] \left[(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} \Bigg]. \quad (25)
\end{aligned}$$

Для определения компонентов перемещений, вызванных чистым сдвигом в упругой среде, определяются частные производные функции давления (13). В результате имеем:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial \sigma_{\square}}{\partial x} = \frac{p}{2\pi} & \left[\frac{(y+b)^2 z \left[(y+b)^2 + z^2 \right]}{\left[(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} \times \right. \\
& \times \frac{1}{\left\{ (x+a)^2 \cdot (y+b)^2 + z^2 \left[(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right] \right\}} - \\
& - \frac{(y-b)^2 z \left[(y-b)^2 + z^2 \right]}{\left[(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} \times \\
& \times \frac{1}{\left\{ (x+a)^2 \cdot (y-b)^2 + z^2 \left[(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right] \right\}} - \\
& - \frac{(y+b) z \left[(y+b)^2 + z^2 \right]}{\left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} \times \\
& \times \frac{1}{\left\{ (x-a)^2 \cdot (y+b)^2 + z^2 \left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right] \right\}} + \\
& + \frac{1}{\left\{ (x-a)^2 \cdot (y-b)^2 + z^2 \left[(x-a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right] \right\}} \times \\
& \times \frac{(y-b) z \left[(y-b)^2 + z^2 \right]}{\left[(x-a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} \Bigg]; \quad (26)
\end{aligned}$$

$$\frac{\partial \sigma_{\square}}{\partial y} = \frac{p}{2\pi} \left[\frac{(x+a) \cdot z \cdot \left[(x+a)^2 + z^2 \right]}{\left[(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} \times \right.$$

$$\times \frac{1}{\left\{ (x+a)^2 \cdot (y+b)^2 + z^2 \left[(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right] \right\}} - \frac{(x+a) \cdot z \cdot \left[(x+a)^2 + z^2 \right]}{\left[(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} \times$$

$$- \frac{1}{\left\{ (x-a)^2 \cdot (y-b)^2 + z^2 \left[(x-a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right] \right\}} \times \frac{(x-a)(y-b) \left[(x-a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]}{\left[(x-a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}. \quad (28)$$

$$\times \frac{1}{\left\{ (x+a)^2 \cdot (y-b)^2 + z^2 \left[(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right] \right\}} - \frac{(x-a) \cdot z \cdot \left[(x-a)^2 + z^2 \right]}{\left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} \times$$

$$\times \frac{1}{\left\{ (x-a)^2 \cdot (y+b)^2 + z^2 \left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right] \right\}} +$$

$$- \frac{1}{\left\{ (x-a)^2 \cdot (y-b)^2 + z^2 \left[(x-a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right] \right\}} \times$$

$$\times \frac{(x-a) \cdot z \cdot \left[(x-a)^2 + z^2 \right]}{\left[(x-a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}; \quad (27)$$

$$\frac{\partial \sigma_{\square}}{\partial z} = \frac{p}{2\pi} \left[\frac{(x+a)(y+b) \left[(x+a)^2 + (y+b)^2 + 2z^2 \right]}{\left[(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} \times \right.$$

$$\times \frac{1}{\left\{ (x+a)^2 \cdot (y+b)^2 + z^2 \left[(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right] \right\}} +$$

$$+ \frac{(x+a)(y-b) \left[(x+a)^2 + (y-b)^2 + 2z^2 \right]}{\left[(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} \times$$

$$\times \frac{1}{\left\{ (x+a)^2 \cdot (y-b)^2 + z^2 \left[(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right] \right\}} +$$

$$+ \frac{(x-a)(y+b) \left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + 2z^2 \right]}{\left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} \times$$

$$\times \frac{1}{\left\{ (x-a)^2 \cdot (y+b)^2 + z^2 \left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right] \right\}} -$$

Теперь перемещения точек среды, вызванные чистым сдвигом (в сокращенной форме записи), будут:

$$U^c = -\kappa^c \cdot \frac{\partial \sigma_{\square}}{\partial x}; \quad (29)$$

$$V^c = -\kappa^c \cdot \frac{\partial \sigma_{\square}}{\partial y}; \quad (30)$$

$$W^c = -\kappa^c \cdot \frac{\partial \sigma_{\square}}{\partial z}. \quad (31)$$

В формулах (29) – (31) κ^c (м⁴/н) – модуль деформации чистого сдвига, т.е. коэффициент пропорциональности между градиентом давления и смещением точки в результате чистого сдвига.

Перемещения точек, вызванные изменением плотности среды, согласно [1, 2], будут протекать только по вертикали, т.е.

$$U^0 = V^0 = 0; \quad (32)$$

$$\varepsilon_z^0 = \kappa^0 \cdot \sigma_{\square}; \quad (33)$$

$$W^0 = \int_{-\infty}^z \kappa^0 \cdot \varepsilon_z dz = \kappa^0 \cdot \int_{-\infty}^z \sigma_{\square} \cdot dz. \quad (34)$$

В формулах (33) и (34) κ^0 (м²/н) – модуль объемной деформации, т.е. коэффициент пропорциональности между давлением и относительной объемной деформацией.

Интегрирование функции (13) соответственно (34) в полных записях довольно трудоемкое, поэтому мы будем интегрировать один член этой формулы, записав его сокращенно:

$$F = \int \operatorname{arctg} \frac{z(x^2 + y^2 + z^2)}{x \cdot y} dz, \quad (35)$$

а затем запишем результат в развернутом виде.

Интегрирование (35) выполняется по частям:

$$u = \operatorname{arctg} \frac{1}{x \cdot y} \left[z^2 (x^2 + y^2 + z^2) \right];$$

$$du = \frac{1}{1 + \frac{z^2(x^2 + y^2 + z^2)}{x^2 y^2}} \times \frac{1}{x \cdot y} \times$$

$$\times \frac{2z(x^2 + y^2) + 4z^3}{2[z^2(x^2 + y^2 + z^2)]^{1/2}} dz;$$

$$du = \frac{xy(x^2 + y^2 + 2z^2)}{[x^2 y^2 + z^2(x^2 + y^2 + z^2)](x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}} dz;$$

$$dv = dz; v = z;$$

$$F = u \cdot v - \int v du = z \cdot \operatorname{arctg} \frac{z(x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}}{x \cdot y} -$$

$$- \int z \frac{x \cdot y(x^2 + y^2 + 2z^2)}{[x^2 y^2 + z^2(x^2 + y^2 + z^2)](x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}} dz.$$

Вводится новый аргумент:

$$t^2 = (x^2 + y^2 + z^2),$$

при этом $2tdt = 2zdz$; $tdt = zdz$, тогда:

$$\int z \frac{x \cdot y(x^2 + y^2 + 2z^2)}{[x^2 y^2 + z^2(x^2 + y^2 + z^2)](x^2 + y^2 + z^2)} dz =$$

$$= \int \frac{x \cdot y(2t^2 - x^2 - y^2)tdt}{[x^2 y^2 + t^2(t^2 - x^2 - y^2)t^2]t} =$$

$$= \int \frac{x \cdot y(2t^2 - x^2 - y^2)}{t^4 - t^2(x^2 + y^2) + x^2 y^2} dt =$$

$$= x \cdot y \int \frac{(t^2 - x^2) + (t^2 - y^2)}{(t^2 - x^2) \cdot (t^2 - y^2)} dt = x \cdot y \times$$

$$\times \left[\int \frac{(t^2 - x^2)}{(t^2 - x^2) \cdot (t^2 - y^2)} dt + \int \frac{(t^2 - y^2)}{(t^2 - x^2) \cdot (t^2 - y^2)} dt \right] =$$

$$= x \cdot y \int \frac{dt}{(t^2 - y^2)} + x \cdot y \int \frac{dt}{(t^2 - x^2)} =$$

$$= -\frac{x \cdot y}{y^2} \int \frac{dt}{\left(1 + \frac{t^2}{y^2}\right)} - \frac{x \cdot y}{x^2} \int \frac{dt}{\left(1 - \frac{t^2}{x^2}\right)} =$$

$$= x \cdot \frac{1}{2} \ln \left| \frac{\left(1 + \frac{t}{y}\right)}{\left(1 - \frac{t}{y}\right)} \right| - y \frac{1}{2} \ln \left| \frac{\left(1 + \frac{t}{x}\right)}{\left(1 - \frac{t}{x}\right)} \right| =$$

$$= -\frac{x}{2} \ln \left| \frac{(y+t)}{(y-t)} \right| - \frac{y}{2} \ln \left| \frac{(x+t)}{(x-t)} \right|.$$

Возвращаясь к аргументу z , окончательно имеем:

$$F = z \cdot \operatorname{arctg} \frac{z(x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}}{x \cdot y} +$$

$$+ \frac{x}{2} \ln \left| \frac{y + (x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}}{y - (x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}} \right| +$$

$$+ \frac{y}{2} \ln \left| \frac{x + (x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}}{x - (x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}} \right|. \quad (36)$$

Теперь запишем результат интегрирования (34) в развернутом виде:

$$W^0 = \frac{p}{2\pi} \left[-z \cdot \operatorname{arctg} \frac{z[(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2]^{1/2}}{(x+a)(y+b)} - \right.$$

$$- \frac{(x+a)}{2} \ln \left| \frac{(y+b) + [(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2]^{1/2}}{(y+b) - [(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2]^{1/2}} \right| -$$

$$- \frac{(y+b)}{2} \ln \left| \frac{(x+a) + [(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2]^{1/2}}{(x+a) - [(x+a)^2 + (y+b)^2 + z^2]^{1/2}} \right| +$$

$$+ z \cdot \operatorname{arctg} \frac{z[(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2]^{1/2}}{(x+a)(y-b)} +$$

$$+ \frac{(x+a)}{2} \ln \left| \frac{(y-b) + [(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2]^{1/2}}{(y-b) - [(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2]^{1/2}} \right| +$$

$$+ \frac{(y-b)}{2} \ln \left| \frac{(x+a) + [(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2]^{1/2}}{(x+a) - [(x+a)^2 + (y-b)^2 + z^2]^{1/2}} \right| +$$

$$+ z \cdot \operatorname{arctg} \frac{z[(x-a)^2 + (y+b)^2 + z^2]^{1/2}}{(x-a)(y+b)} +$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{(x-a)}{2} \ln \left| \frac{(y+b) + \left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}{(y+b) - \left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} \right| + \\
& - \frac{(y+b)}{2} \ln \left| \frac{(x-a) + \left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}{(x-a) - \left[(x-a)^2 + (y+b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} \right| - \\
& - z \cdot \operatorname{arctg} \frac{z \left[(x-a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}{(x-a)(y-b)} - \frac{(x-a)}{2} - \\
& - \ln \left| \frac{(y-b) + \left[(x-a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}{(y-b) - \left[(x-a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} \right| - \frac{(y-b)}{2} - \\
& - \ln \left| \frac{(x-a) + \left[(x-a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}}{(x-a) - \left[(x-a)^2 + (y-b)^2 + z^2 \right]^{1/2}} \right|. \quad (37)
\end{aligned}$$

Предельный переход из (13) путем $-\infty b + \infty$ даёт функцию давления для задачи плоского деформирования полупространства равномерно распределенной нагрузкой интенсивностью p (н/м²) по бесконечной полосе шириной $2a$ (рис. 2):

$$\sigma = \frac{p}{\pi} \left[\operatorname{arctg} \frac{x+a}{z} - \operatorname{arctg} \frac{x-a}{z} \right]. \quad (38)$$

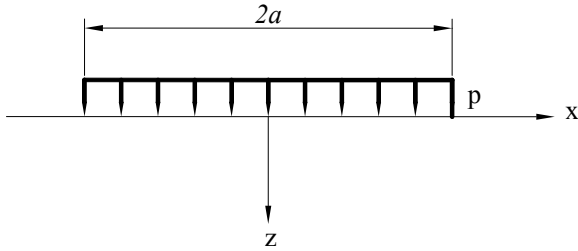


Рис. 2. Схема полупространства, равномерно нагруженного полосовой нагрузкой

Как показано В. А. Флориным [4], при плоском деформировании полупространства нормальной к его поверхности нагрузкой компоненты напряжений в плоскости деформации могут быть получены с использованием функции давления:

$$\sigma_x = \sigma + z \frac{\partial \sigma}{\partial z}; \quad (39)$$

$$\sigma_z = \sigma - z \frac{\partial \sigma}{\partial z}; \quad (40)$$

$$\tau_{xy} = -z \frac{\partial \sigma}{\partial x}, \quad (41)$$

при этом третья компонента нормального напряжения будет равна функции давления (38).

Производные (38) будут:

$$\begin{aligned}
\frac{d}{dx} \frac{p}{\pi} \left[\operatorname{arctg} \frac{x+a}{z} - \operatorname{arctg} \frac{x-a}{z} \right] = \\
= -\frac{p}{\pi} \frac{4axz}{\left[(x^2 + z^2 - a^2)^2 + 4a^2 z^2 \right]}; \quad (42)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\frac{d}{dz} \frac{p}{\pi} \left[\operatorname{arctg} \frac{x+a}{z} - \operatorname{arctg} \frac{x-a}{z} \right] = \\
= -\frac{p}{\pi} \frac{2a(x^2 - a^2 - z^2)}{\left[(x^2 + z^2 - a^2)^2 + 4a^2 z^2 \right]}. \quad (43)
\end{aligned}$$

Окончательно компоненты напряженного состояния при плоском деформировании полупространства равномерно распределенной нагрузкой по бесконечной полосе шириной $2a$ будут иметь вид:

$$\begin{aligned}
\sigma_x = \frac{p}{\pi} \left\{ \left[\operatorname{arctg} \frac{x+a}{z} - \operatorname{arctg} \frac{x-a}{z} \right] - \right. \\
\left. - \frac{2a(x^2 - a^2 - z^2)}{\left[(x^2 + z^2 - a^2)^2 + 4a^2 z^2 \right]} \right\}; \quad (44)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\sigma_z = \frac{p}{\pi} \left\{ \left[\operatorname{arctg} \frac{x+a}{z} - \operatorname{arctg} \frac{x-a}{z} \right] + \right. \\
\left. + \frac{2a(x^2 - a^2 - z^2)}{\left[(x^2 + z^2 - a^2)^2 + 4a^2 z^2 \right]} \right\}; \quad (45)
\end{aligned}$$

$$\sigma_y = \frac{p}{\pi} \left[\operatorname{arctg} \frac{x+a}{z} - \operatorname{arctg} \frac{x-a}{z} \right]; \quad (46)$$

$$\tau_{xz} = \frac{p}{\pi} \frac{4axz^2}{\left[(x^2 + z^2 - a^2)^2 + 4a^2 z^2 \right]}. \quad (47)$$

Компоненты сдвиговых смещений, согласно [1, 2], будут:

$$U^c = -\kappa^c \frac{\partial \sigma}{\partial x} = \kappa^c \frac{p}{\pi} \left[\frac{4axz}{(x^2 + z^2 - a^2)^2 + 4a^2z^2} \right]; \quad (48)$$

$$W^c = -\kappa^c \frac{\partial \sigma}{\partial z} = \kappa^c \frac{p}{\pi} \left[\frac{2a(x^2 - a^2 - z^2)}{(x^2 + z^2 - a^2)^2 + 4a^2z^2} \right]. \quad (49)$$

Компонента перемещения, вызванная объёмным деформированием, определяется интегрированием выражения:

$$W^0 = \kappa^0 \int_{-\infty}^z \varepsilon_z^0 dz. \quad (50)$$

$$\begin{aligned} W^0 &= \kappa^0 \frac{p}{\pi} \left[\int_{z_1}^z \arctg \frac{x+a}{z} dz - \int_{z_1}^z \arctg \frac{x-a}{z} dz \right] = \\ &= \kappa^0 \frac{p}{\pi} \left[\int_{z_1}^z \operatorname{arccctg} \frac{z}{x+a} dz - \int_{z_1}^z \operatorname{arccctg} \frac{z}{x-a} dz \right]; \\ W^0 &= \kappa^0 \frac{p}{\pi} \left[z \cdot \operatorname{arccctg} \frac{z}{x+a} + \frac{x+a}{2} \ln \left[(x+a)^2 + z^2 \right] - \right. \\ &\left. - z \cdot \operatorname{arccctg} \frac{z}{x-a} - \frac{x-a}{2} \ln \left[(x-a)^2 + z^2 \right] \right] \Big|_{z_1}^z. \quad (51) \end{aligned}$$

В выражении (51) нижний предел $z \rightarrow \infty$ брать не следует, поскольку осадка от изменения плотности среды будет неограниченно возрастать, поэтому следует определять величину сжатия конкретного упругого слоя.

Выводы

Представлено полное решение задач о напряженно-деформированном состоянии упругого полупространства при его нагружении равномерно распределенной нагрузкой по полосе постоянной ширины конечной и бесконечной длины. В полученных решениях напряженное состояние любого элемента упругой среды удовлетворяет системе дифференциальных уравнений равновесия, а компоненты от-

носительных деформаций и перемещений – условиям сплошности, поэтому оно является строгим и единственным. Характерной особенностью решения задач теории упругости с разделением деформаций по их происхождению на чисто сдвиговые и объёмные является то, что эти деформации определяются не от отдельных компонентов напряжений, а от обобщенной интегральной характеристики напряженного состояния упругой среды – давления в точке, которая представляет собой гармоническую потенциальную функцию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бадалаха, И. К. Постановка и решение задач теории упругости с использованием потенциала [Текст] / И. К. Бадалаха // Дніпропетр. держ. техн. ун-т заліз. трансп. Зб. наук. пр. Будівництво. – Вип. 6. – Д., 1999. – С. 173-184.
2. Бадалаха, И. К. Определение напряженно-деформированного состояния упругих массивов путем выделения объёмных и сдвиговых деформаций [Текст] / И. К. Бадалаха // Ин-т геотехнической механики НАН Украины, межведомственный сб. науч. тр. – Вип. 18. – Д.: Поліграфіст, 2000. – С. 119-127.
3. Мачерет, Я. А. Распределение мгновенных напоров и давлений в грунтовой массе, вызванных мгновенной нагрузкой [Текст] / Я. А. Мачерет // Тр. ВООС. Основания и фундаменты. Сб.
4. Флорин, В. А. Основы механики грунтов [Текст]. – т. I / В. А. Флорин. – Л.-М.: Госиздательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1959. – 359 с.
5. Короткин, В. Г. Объёмная задача для упруго-изотропного полупространства [Текст] / В. Г. Короткин / НКТП СССР, Главгидроэнергострой. Гос. всесоюз. трест по изысканиям и проектированию гидроэлектростанций и гидроэнергоузлов, Гидроэнергопроект, Ленинград. отделение. – 1938. – Сб. № 4, изыскательский вып. – С. 52-85.

Поступила в редколлегию 24.06.2009.

Принята к печати 01.07.2009.

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЗАЛІЗОБЕТОННОГО ЗГІНАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТА, АРМОВАНОГО ЗВИЧАЙНОЮ АРМАТУРОЮ, З УРАХУВАННЯМ ЗМІН № 1 ДО СНиП 2.03.01-84*

У статті наведено результати експериментально-теоретичного дослідження напружено-деформованого стану залізобетонного згинального елемента, армованого звичайною арматурою, з урахуванням Змін № 1 до СНиП 2.03.01-84*. Бетонні та залізобетонні конструкції.

В статті представлені результати експериментально-теоретичного дослідження напружено-деформованого стану залізобетонного згинального елемента, армованого звичайною арматурою, з урахуванням Змін № 1 до СНиП 2.03.01-84*. Бетонні та залізобетонні конструкції.

This article presents the results of experimental-and-theoretical research of stressed-and-strained state of flexible ferro-concrete structural member provided with the conventional steel reinforcement and subjected to bending as per Modification № 1 to SNiP (construction regulations) 2.03.01-84*. Concrete and ferro-concrete structural members.

Вступ

Найбільш поширеними елементами залізобетонних конструкцій є згинальні елементи, напружено-деформований стан яких є об'єктом постійної уваги наукових досліджень.

За наказом Держкоммістобудівництва України від 31 жовтня 1995 р. № 211 з 1 січня 1996 р. на території України введені в дію Зміни № 1 до СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции» (вид. 1989 р.), які передбачають зміни розрахунку бетонних та залізобетонних конструкцій за другою групою граничних станів.

В ряді випадків розрахунок залізобетонних конструкцій за другою групою граничних станів є домінуючим. Із впровадженням змін виник інтерес до реалізації розрахунків з урахуванням СНиП 2.03.01-84*.

Мета досліджень

Порівняння результатів визначення напружено-деформованого стану за СНиП 2.03.01-84* до прийняття Змін № 1 і після прийняття Змін № 1 однопрогонового згинального елемента (балки), який вільно опирається на дві опори, від дії короточасних силових та деформаційних навантажень з результатами експериментальних досліджень зразків, виготовлених з бетонів різних класів, які мають однакові проценти та схеми армування.

Результати досліджень

Для досягнення поставленої мети було проведено аналіз літературних джерел, використано матеріали наукових досліджень та проведено експеримент.

Експериментальні зразки являли собою згинальні елементи, які вільно опираються на дві опори за схемою, що показана на рис. 1.

Для проведення досліджень був прийнятий згинальний елемент розмірами 150x75x1300 мм.

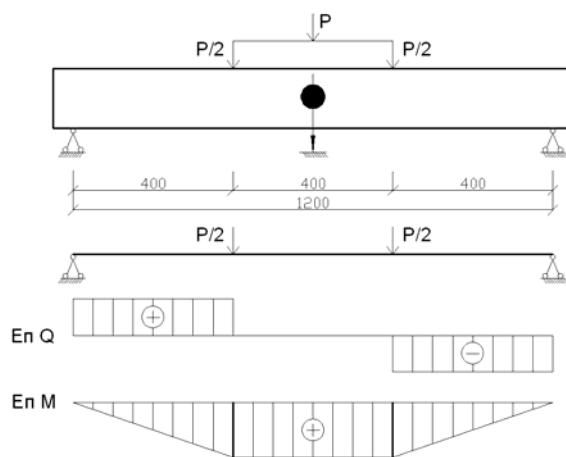


Рис. 1. Схема експериментального дослідження згинального елемента

Експериментальний згинальний елемент був запроектований за конструкційними вимогами і армований каркасом Кр-1, який показаний на рис. 2.

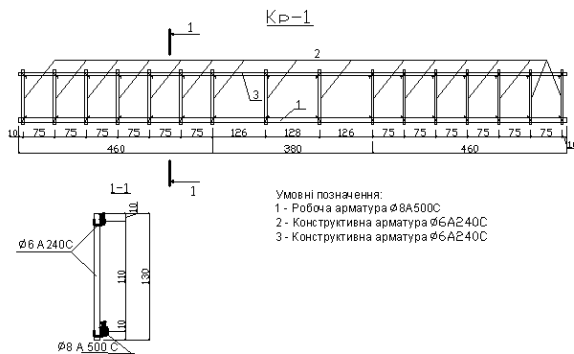


Рис. 2. Схема каркасу Кр-1 для армування експериментального згинального елемента

Для підвищення коректності виконання експериментально-теоретичних досліджень було визначено основні фізико-механічні характеристики вихідних матеріалів:

- як в'яжуче для виготовлення експериментальних зразків було використано портландцемент марки М400 виробництва Криворізького цементного заводу. Для якого лабораторним шляхом було визначено активність цементу;

- пісок для виготовлення експериментальних зразків було використано звичайний річковий, для якого було визначено наступні характеристики: середня густина піску, насипна густина піску, зерновий склад і модуль крупності піску;

- щебінь для проведення досліджень використано гранітний, для якого було визначено наступні характеристики: середня густина щебеню, насипна густина щебеню і його зерновий склад. Найбільшою фракцією щебеню була фракція 20 мм, а найбільший залишок спостерігався на ситі з діаметром отворів 10 мм, що склав 72 % від загальної кількості щебеню на ситах;

- арматура для проведення експериментальних досліджень використана наступна: Ø8 A500C – як робоча арматура розтягнутої зони і Ø6 A240C – як конструктивна і поперечна арматура. Для коректності проведення експериментально-теоретичних досліджень було визначено характеристики арматури, за стандартною методикою на розривній машині УГ20/2;

- для виготовлення експериментальних зразків було використано бетони різних класів. Зразки були поділені на три серії: зразки серії Б1, Б2 та Б3. Для кожної серії виготовлялися наступні зразки: бетонні куби (для контролю міцності бетону); бетонні призми (для визначення модулю пружності і деформацій усадки бетону) і безпосередньо сам згинальний елемент. Зразки однієї серії від зразків іншої серії відрізнялися складом бетону, а саме його В/Ц, але при цьому мали однакову рухливість ОК рівну 10 см. Склади бетонів було визначено відповідно ГОСТ 27006-86. «Бетони. Правила

підбора состава».

За основний склад бетону був прийнятий розрахунковий склад для бетону В20, склад якого був визначений за допомогою методу абсолютних об'ємів. Згідно розрахунку цей бетон мав В/Ц = 0,637 і показник ОК = 10 см. Цей бетон був прийнятий для експериментального зразка серії Б1.

Для зразків серій Б2 та Б3 було прийнято бетони із зменшеним В/Ц, але для забезпечення необхідної легкоукладальності, тобто ОК, до складу бетонів було додано пластифікуючу добавку ПЛКП-С. Для бетону серії Б2 було прийнято кількість добавки ПЛКП-С у розмірі 1 % від кількості цементу в бетонній суміші. Для бетону серії Б3 було прийнято кількість добавки у розмірі 1,5 % від кількості цементу в бетонній суміші. Склади бетонів були визначені експериментально з використанням методу поступових наближень.

Експериментальне випробування зразків було здійснено на механічному пресі, як показано на рис. 3.

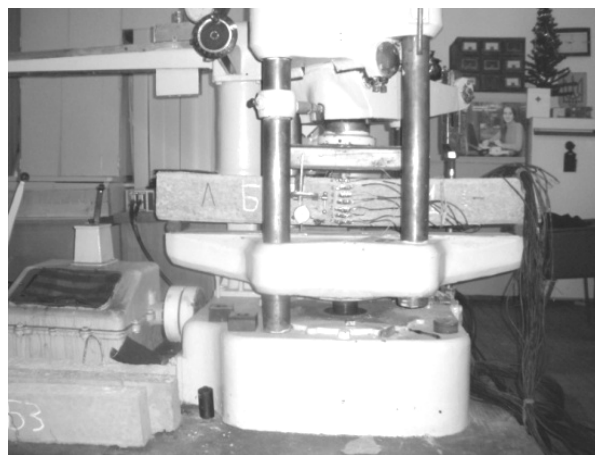


Рис. 3. Випробування експериментального згинального елемента

Випробування згинальних зразків проводилося за стандартною методикою. Елемент був вільно опертий на дві опори і симетрично завантажений двома силами. Для визначення деформацій прогину згинального елемента від навантаження в зоні чистого згину на бокових гранях експериментального зразка було розміщено індикатори годинникового типу (місури).

Навантаження експериментальних зразків згинальних елементів здійснювали ступеневу, збільшуючи навантаження на 1,5 кН. Після кожного ступеня навантаження брався відлік деформацій прогину балки, які були занесені в табл. 1 (випробування згинального зразка серії Б1), табл. 2 (випробування згинального зразка серії Б2) і табл. 3 (випробування згинального зразка серії Б3).

Таблиця 1

Таблиця значень прогину балки Б1 від прикладеного до неї навантаження

Навантаження на балку, кН	Відлік деформацій прогину		
	Значення прогину за першим деформометром, мм	Значення прогину за другим деформометром, мм	Середнє значення прогину, мм
0	0	0	0
1,50	0,26	0,23	0,245
3,00	0,56	0,61	0,585
4,50	0,89	0,82	0,855
6,00	1,31	1,22	1,265
7,50	1,69	1,58	1,635
9,00	2,13	1,97	2,05
10,50	2,61	2,42	2,515
12,00	2,89	2,67	2,78
13,50	3,14	2,88	3,01
15,00	3,77	3,41	3,59
16,50	4,50	4,0	4,25
18,00	5,23	4,59	4,91
19,50	5,99	5,25	5,62

Таблиця 2

Таблиця значень прогину балки Б2 від прикладеного до неї навантаження

Навантаження на балку, кН	Відлік деформацій прогину		
	Значення прогину за першим деформометром, мм	Значення прогину за другим деформометром, мм	Середнє значення прогину, мм
0	0	0	0
1,50	0,51	0,51	0,51
3,00	0,79	0,81	0,80
4,50	1,07	1,11	1,09
6,00	1,38	1,45	1,415
7,50	1,67	1,77	1,72
9,00	1,92	2,05	1,985
10,50	2,17	2,31	2,24
12,00	2,40	2,58	2,49
13,50	2,68	2,86	2,77
15,00	3,01	3,19	3,10
16,50	3,33	3,53	3,43
18,00	3,77	4,01	3,89
19,50	4,20	4,45	4,325

Таблиця значень прогину балки БЗ від прикладеного до неї навантаження

Навантаження на балку, кН	Відлік деформацій прогину		
	Значення прогину за першим деформометром, мм	Значення прогину за другим деформометром, мм	Середнє значення прогину, мм
0	0	0	0
1,50	0,30	0,36	0,33
3,00	0,67	0,80	0,735
4,50	0,93	1,11	1,02
6,00	1,22	1,48	1,35
7,50	1,67	1,90	1,785
9,00	2,11	2,31	2,21
10,50	2,50	2,72	2,61
12,00	2,82	3,05	2,92
13,50	3,24	3,45	3,345
15,00	3,73	3,95	3,84
16,50	4,05	4,27	4,16
18,00	4,28	4,50	4,39
19,50	4,53	4,72	4,625

Після визначення прогину експериментальних зразків було побудовано діаграми залежності прогину зразків від прикладеного до них навантаження (рис. 4, 5 і 6).

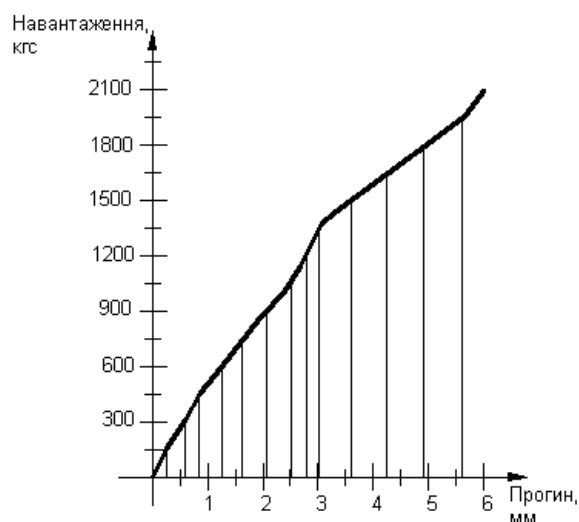


Рис. 4. Діаграма залежності прогину згинального елемента серії Б1 від прикладеного до неї навантаження

З усіх трьох діаграм видно, що руйнування експериментальних зразків відбулося на проміжку навантаження від 19,5 до 21 кН, це підтверджено аналітичним розрахунком, який бу-

ло виконано згідно СНиП 2.03.01-84* за міцністю згинальних зразків.

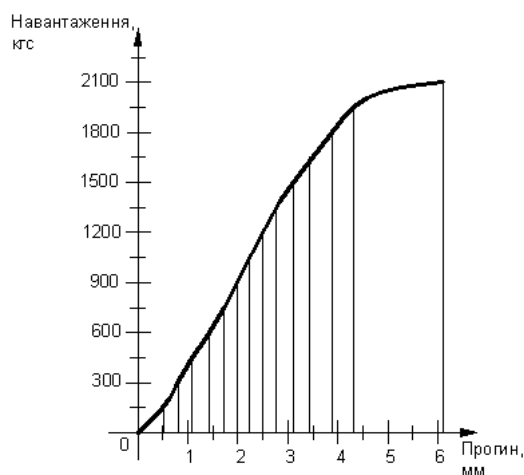


Рис. 5. Діаграма залежності прогину згинального елемента серії Б2 від прикладеного до неї навантаження

Аналітичні розрахунки балок за граничними станами другої групи, а саме з визначення прогину, були виконані з урахування Змін № 1 до СНиП 2.03.01-84* і без урахування Змін, з наступним порівнянням результатів.

Розрахункова формула для визначення кривизни експериментального згинального елемента з

урахуванням Змін № 1 до СНиП 2.03.01-84*:

$$\frac{1}{r_1} = \frac{M \cdot \psi_s}{z \cdot A_s \cdot E_s \cdot (h_0 - x)}, \quad (1)$$

де M – розрахунковий згинальний момент;

ψ_s – коефіцієнт, що враховує роботу бетону на ділянках з тріщинами (визначається за СНиП);

z – відстань від центру ваги арматури A_s (робочої арматури) до точки прикладення рівнодіючої зусиль у стиснутій зоні перерізу над тріщиною;

A_s – площа робочої арматури;

E_s – модуль пружності арматури;

x – висота стиснутої зони.

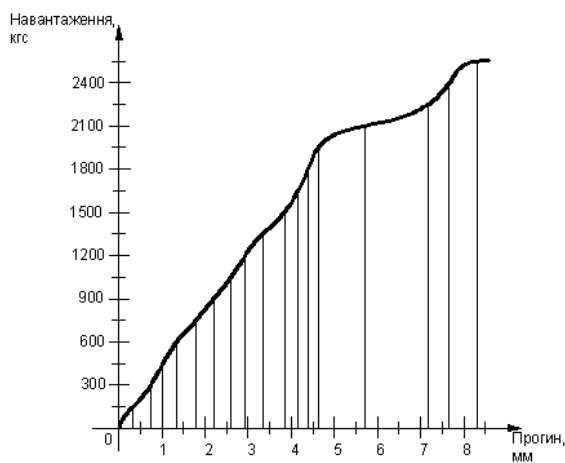


Рис. 6. Діаграма залежності прогину згинального елемента серії БЗ від прикладеного до неї навантаження

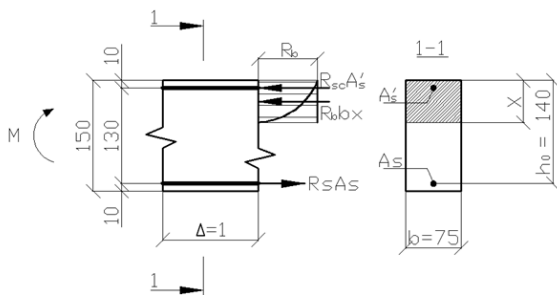


Рис. 7. Схема напружено-деформованого стану згинального елемента

Розрахункова формула для визначення кривизни експериментального згинального елемента без урахування Змін № 1 до СНиП 2.03.01-84*:

$$\frac{1}{r_1} = \frac{M}{h_0 \cdot z} \left[\frac{\psi_s}{E_s \cdot A_s} + \frac{\psi_b}{(\varphi_f + \xi) \cdot b \cdot h_0 \cdot E_b \cdot v} \right], \quad (2)$$

де M – розрахунковий згинальний момент;

ψ_s – коефіцієнт, що враховує роботу розтягнутого бетону на ділянках з тріщинами (визначається за СНиП);

ψ_b – коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу деформацій крайнього стиснутого волокна, по довжині ділянки з тріщинами (визначається за СНиП);

φ_f – коефіцієнт для таврового перерізу (в даному випадку = 0);

ξ – відносна висота стиснутої зони бетону;

h_0 – робоча висота перерізу;

z – відстань від центру ваги арматури A_s (робочої арматури розтягнутої зони) до точки прикладення рівнодіючої зусиль у стиснутій зоні перерізу над тріщинами;

E_b – модуль пружності бетону;

E_s – модуль пружності арматури;

b – ширина перерізу;

A_s – площа робочої арматури;

v – коефіцієнт, що характеризує пружно-пластичний стан бетону стиснутої зони (визначається за СНиП).

За методом, наведеним у роботах професора Я. Д. Лівшиця, були визначені деформації прогину балки від впливу усадки бетону.

Результати, отримані під час експериментально-теоретичних досліджень, занесені в таблицю порівняння результатів (табл. 4).

Загальні висновки статті

Аналіз і співставлення отриманих результатів підтверджують необхідність здійснювати розрахунки згинальних елементів за граничними станами другої групи тільки з урахуванням Змін № 1 до СНиП 2.03.01-84*. Крім того, результати експериментально-теоретичних досліджень даної роботи вказують на те, що при проектуванні залізобетонних конструкцій урахування впливу деформацій усадки має бути обов'язковим.

1. Результати розрахунку експериментальних зразків за граничними станами першої групи (за міцністю) практично співпали з результатами експерименту.

2. Розрахунок згинальних елементів за граничними станами другої групи (визначення деформацій прогину), що наведений в Зміні № 1 до СНиП 2.03.01-84*, забезпечує зменшення деформацій, порівняно з розрахунками за СНиП 2.03.01-84*, що переконливо доведено в даній статті.

Порівняльна таблиця основних результатів експериментально-теоретичних досліджень

Серія зразків	Найменування характеристик						
	Середня кубічна міцність бетону, кН	Міцність згинального елемента, кН		Прогин згинального елемента, мм			
		Теоретична	Експериментальна (проміжок навантаження, під час якого відбулося руйнування згинального елемента)	Теоретичний			Експериментальний
				З урахуванням змін	Від усадки бетону	Без урахування змін до СНиП	
Б1, В/Ц = 0,637; ОК = 10 см	19,248	20,594	19,5-21,0	3,84	0,076	5,31	5,62
Б2, В/Ц = 0,55 + 1 % ПЛКП-С; ОК = 10 см	33,261	21,118	19,5-21,0	3,77	0,049	5,24	4,33
Б3, В/Ц = 0,51 + 1,5% ПЛКП-С; ОК = 10 см	36,934	21,186	19,5-21,0	3,65	0,036	5,05	4,625

3. При однакових схемах і процентах армування експериментальних зразків на їх несучу здатність несуттєво впливає міцність бетону у визначених межах.

4. Високий рівень тріщиностійкості показали балки, виготовлені з бетону із низьким показником В/Ц відношення, при використанні добавки ПЛКП-С.

Розрахунок згинальних елементів за граничними станами другої групи з урахуванням Змін № 1 дозволяє отримати більш економічні конструкції за рахунок зменшення площі робочої арматури і площі перерізу залізобетонного елемента.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Зміна № 1 до СНиП 2.03.01-84* [Текст]. – К.: Будівництво України. – 1995. – № 6; 1996. – № 1; 1996. – № 3.
2. СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции [Текст]. – М., 1989.
3. ДСТУ 3760:2006. Прокат арматури для залізобетонних конструкцій [Текст]. – К.: Держспоживстандарт, 2007.
4. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування [Текст]. – К.: Мінбуд України, 2006.

5. ГОСТ 10180-90. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам [Текст]. – М.: ЦИТП, 1990.
6. ГОСТ 8735-88. Песок для строительных работ. Методы испытаний [Текст]. – М., 1989.
7. ДСТУ Б В.2.7-71-98. Щебень і гравій з щільних гірських порід і відходів промислового виробництва для будівельних робіт. Методи фізико-механічних випробувань [Текст]. – К., 1999.
8. Поправка до ДСТУ Б В.2.7-71-98 [Текст]. – К., Держбуд України, 2004.
9. Улицкий, И. И. Железобетонные конструкции (расчет и конструирование) [Текст]. – 3-е изд., перераб. и доп. / под. ред. И. И. Улицкого. – К.: Будівельник, 1972.
10. Клімов, Ю. А. Сучасні методи розрахунку залізобетонних конструкцій за граничними станами другої групи [Текст] : навч. посібник / Ю. А. Клімов. – К.: Редакційно-видавничий відділ КНУБА, 2001.
11. Дворкін, Л. Й. Бетони і будівельні розчини [Текст] : підручник / Л. Й. Дворкін, О. Л. Дворкін. – К.: Основа, 2008.
12. Лившиц, Я. Д. Расчет железобетонных конструкций с учетом влияния усадки и ползучести бетона [Текст] / Я. Д. Лившиц. – К.: Вища шк., 1976.

Надійшла до редакції 18.03.2009.

Прийнята до друку 26.03.2009.

А. П. ПРИХОДЬКО, Е. С. ХАРЧЕНКО (ПГАСА, Днепропетровск),
А. В. КРАСНЮК (ДИИТ)

МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ РЕМОНТНЫХ СОСТАВОВ

Проведено модифікацію полімерної композиції, яка містить діанову епоксидну смолу, отверджувач амінний, спиртно-ацетоновий розчинник, наповнювач – пил газоочистки переробки ферросилицію. На підставі аналізу результатів експериментів було вибрано оптимальні склади за показниками міцності полімерного каменя, при цьому враховувалися технологічні характеристики полімерної суміші і вартість складів.

Проведена модификация полимерной композиции, которая содержит диановую эпоксидную смолу, аминный отвердитель, спиртово-ацетоновый растворитель, наполнитель – пыль газоочистки переработки ферросилиция. На основании анализа результатов экспериментов были выбраны оптимальные составы по прочностным показателям полимерного камня, при этом учитывались технологические характеристики полимерной смеси и стоимость составов.

The modification of polymer composition containing epoxide resin, amine hardener, alcohol-and-acetone solvent, and filler – dust of gas cleaning of ferrosilicium treatment – was performed. On the basis of analysis of experimental results the optimum compositions were chosen on the strength indices of polymer stone, in doing so the technological features of polymer mixture and cost of compositions were taken into account.

Актуальность

Эпоксидные смолы издавна находят широкое применение для получения коррозионно-стойких, износостойких покрытий, обладающих высокой механической прочностью и хорошей устойчивостью к химическим воздействиям. На практике высокая твердость и высокая прочность аминотвержденных эпоксидных смол не всегда являются необходимыми, в то же время желательно наличие эластичности и уменьшение хрупкости.

Расширение требований, предъявляемых к растворам для восстановления эксплуатационных характеристик сооружений и их архитектурных элементов, в частности, к эпоксидным полимерным адгезивам, приводит к тому, что, несмотря на многообразие клеящих композиций, затрудняется выбор полимерных материалов, полностью удовлетворяющих всему комплексу защитных свойств. По этой причине возникает необходимость создания новых полимерных композиций, обладающих заданными конструкционными, технологическими и другими свойствами. Такие задачи не могут быть решены в полном объеме за счет синтеза новых видов связующих или модификаторов, т.к. это связано с большими затратами. В связи с этим возникает необходимость поиска более экономичных путей оптимизации свойств известных видов полимерных композитов.

Постановка задачи и ее решение

Одним из путей решения, является создание полимерных материалов второго поколения, т.е. материалов с улучшенными свойствами, получаемых на основе имеющихся общедоступных связующих, модификаторов, наполнителей за счет оптимизации составов полимерных композиций. Учитывая специфические условия эксплуатации элементов сооружений, к основным требованиям, которым должен удовлетворять материал конструкций, следует отнести водонепроницаемость, морозостойкость, высокую химическую стойкость, стойкость к механическим воздействиям и т.д. Применяемые в настоящее время для ремонта и восстановления элементов сооружений полимерные материалы по тем или иным причинам не отвечают необходимым требованиям.

При выборе полимерных связующих для проведения ремонтных работ следует учитывать щелочной характер основного материала специальных сооружений – бетона. Для расширения возможности использования полимеров для работ такого рода необходим поиск материалов, позволяющих осуществить замену дорогостоящих химических продуктов другими, экономически эффективными и равноценными по эксплуатационным характеристикам.

Для проведения экспериментов была выбрана полимерная композиция, содержащая

© Приходько А. П., Харченко Е. С., Краснюк А. В., 2009

диановую эпоксидную смолу (ЭД-22), аминный отвердитель (ПЭПА), спиртово-ацетоновый растворитель, наполнитель – пыль газоочистки переработки ферросилиция (ПГПФ).

Использование наполнителя ПГПФ способствует снижению усадки и рассеиванию теплоты, выделяющейся при реакции отверждения.

При создании таких материалов важная роль принадлежит процессам структурообразования полимерного композита, которые во многом определяются как свойствами самого материала, так и долговечностью полимерного раствора.

Структура наполненных композитов формируется при совмещении полимера и наполнителя и зависит от явлений, протекающих в контакте между вяжущим и наполнителем.

Формирование полимерного композиционного материала как сложной системы – это кинетический процесс, сопровождаемый переходом из одного состояния в другое, вызываемое многократным изменением (трансформацией) пространственно-временных структур.

В результате межфазного взаимодействия между наполнителем и полимером происходит формирование модифицированного слоя полимера на поверхности наполнителя. Свойства этого слоя существенно отличаются от свойств полимера в объеме и определяют свойства полимерного композита в целом.

До недавнего времени считалось, что эпоксидными материалами можно одинаково успешно защищать от коррозии как металлические, так и бетонные поверхности. Однако работами лабораторий по коррозии доказано, что эпоксидные покрытия обладают недостаточной трещиностойкостью, т.е. способностью растягиваться над трещиной в бетоне без изменения защитных свойств. Так, эпоксидные покрытия обладают трещиностойкостью, равной 0,001...0,042 мм., в то время как допустимые раскрытия для бетонных и железобетонных изделий составляет величину 0,2...0,3 мм. Эпоксидные композиции после затверждения представляют собой жесткие и хрупкие материалы, для повышения их эластичности в композиции вводятся модифицирующие добавки.

Энергетическая концепция упрочнения наполненных композитов предложена Ленгом, он объясняет это взаимодействием развивающейся трещины с частицами наполнителя, приводящими к ее торможению. В соответствии с теоретическим анализом и расчетами, общая энергия, затрачиваемая на разрушение композита, возрастает за счет необходимых энергетиче-

ских затрат на образование новых поверхностей трещины, ее ветвления и удлинения общего фронта растущей трещины. С этой позиции, рост степени наполнения полимерной матрицы приводит к росту препятствий для свободного развития трещин, изменению условий перенапряжений на краях трещин, релаксации общих напряжений и перераспределению их на большее число центров с образованием микротрещин. Вследствие этого увеличивается уровень среднего напряжения, приводящего к общему разрушению композита, и соответственно повышаются его прочностные параметры. При дальнейшем повышении степени заполнения композита нарастает дефицит полимерного связующего, необходимого для образования полимерного чехла вокруг каждой дисперсной частицы наполнителя. В этих условиях начинается дробление пленочной структуры полимера, агрегатирование несвязанного наполнителя в сухом виде и интенсивное порообразование, что сопровождается общим снижением прочности композита.

Известно, что при быстрых переходах от положительных температур к отрицательным и наоборот в покрытиях и заливочных компаундах, применяемых для герметизации и влагозащиты деталей узлов, образуются трещины. Образование трещин происходит вследствие возникновения в полимерном материале концентраций внутренних напряжений, превышающих его прочность. Это связано со значительной разницей коэффициентов линейного расширения полимерного материала и защищаемого материала изделий.

Использован один из методов повышения термоударостойкости полимерных материалов, он заключается в повышении эластичности полимерного материала (эффективен при герметизации малогабаритных деталей и при небольшой толщине покрытий).

Однако введение большого количества наполнителя резко повышает вязкость полимерных композиций, что затрудняет равномерное взаимное распределение компонентов композиции.

Важнейшим свойством эпоксидных смол является их совмещаемость с другими полимерными смолами. Модификация эпоксидных смол приводит к созданию новых противокоррозионных материалов, свойства которых включают в себя характерные особенности смол. Целью модификации является создание противокоррозионного материала с определенными ранее заданными свойствами.

Целью модификации разработанной полимерной композиции является повышение эластичности смеси и снижение проницаемости покрытия, снижение стоимости полимерной композиции. Применение комплексного модификатора эпоксидных смол приводит к снижению стоимости материала, т.к. совмещаемые смолы (каменноугольная и фенолоформальдегидная) дешевле эпоксидных. Выбор полимерных материалов, предназначенных для защиты от коррозии, определяется условиями их эксплуатации и агрессивностью сред. При этом должны учитываться следующие факторы: химическая стойкость материала в агрессивной среде, термостабильность полимера при температурах эксплуатации, адгезия покрытия к защищаемой поверхности. В качестве модификатора для разработанного эпоксидной полимерной композиции использовались каменноугольная и фенолоформальдегидная смола. От функциональности исходного сырья, природы компонента, соотношения составляющих зависят свойства полимерной композиции.

Следует отметить, что практически все полимерные материалы не являются гомогенными, и определенная степень гетерогенности необходима для достижения высоких эксплуатационных показателей полимерных композиций. Олигомеры также не являются однородными веществами и различаются молекулярно-массовым распределением, а также числом функциональных реакционно-способных групп. При этом олигомеры с одинаковой молекулярной массой могут существенно различаться по реакционной способности, вязкости, прочности, адгезии. В некоторых случаях при смешивании различных олигомеров вследствие их несовместимости может происходить разделение на независимые микрофазы с образованием неоднородных сеток.

В связи с этим представляют интерес смеси олигомеров с различными свойствами и молекулярной массой, т.к. при этом создаются условия для увеличения микрогетерогенности матрицы, и появляется возможность получения материалов с улучшенными свойствами не путем синтеза новых видов полимерного связующего, а за счет направленной комбинации олигомеров и оптимизации их количественных соотношений. Такой эффект объясняется формированием пространственной сетки, содержащей короткие и длинные участки цепи, что способствует увеличению сегментальной подвижности сетки и снижению концентрации напряжений в полимерных композитах.

Полимерная матрица, составляющая основу полимерного композита, включает целый ряд рецептурных компонентов, основными из которых являются полимер, отверждающий реагент и модификатор. Состав полимерной матрицы и ее структура во многом определяют свойства наполненного композита. Основными требованиями к полимерной матрице для антикоррозионных растворов являются повышение подвижности (эластичности) смеси и снижение проницаемости покрытия (повышение физико-механических свойств композиции) высокая адгезионная и когезионная прочность в сочетании с достаточной релаксационной способностью. В качестве модификаторов разрабатываемой полимерной композиции использованы каменноугольная и фенолоформальдегидная смолы.

При использовании расчетного метода наибольшей прочностью обладает образец со следующим составом компонентов (комплексный модификатор 9...12 %, что составляет 4,7...6,3 % фенолоформальдегидной и 2,4...3,2 % каменноугольной смолы). Дальнейшее увеличение количества комплексного модификатора более 40 % (19,54 % фенолоформальдегидной и 12 % каменноугольной смолы) в системе приводит к снижению прочностных характеристик.

В практических условиях расчетное количество модификатора часто не является оптимальным для эпоксидных олигомеров сразу по всем заданным параметрам. В силу этих причин при оптимизации рецептур полимерных композиций требуется производить экспериментальное подтверждение.

Результаты практических исследований по влиянию типа модификатора и его концентрации на прочность при сжатии разрабатываемой полимерной композиции представлены на рис. 1.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что увеличение содержания в полимерной матрице модификаторов более 15 % приводит к снижению прочностных характеристик.

Таким образом, исходя из результатов расчетных и экспериментальных исследований можно сделать выводы о том, что оптимальное содержание модификатора в полимерном связующем находится в пределах 5...8 % фенолоформальдегидной смолы и 3...5 % каменноугольной смолы. При этом установлено, что введение в систему модификаторов в количестве, превышающем оптимальное, может привес-

ти к разрыхлению пространственной сетки полимера, ослаблению сил межмолекулярного взаимодействия, а также снижению эксплуатационных характеристик раствора. Прочность при сжатии характеризует структурно-механические свойства материала и в значительной степени зависит от концентрации смолы в растворе, с повышением которой прочность возрастает, составляя 60...80 МПа. Разработанная композиция обладает хорошими адгезионными свойствами.

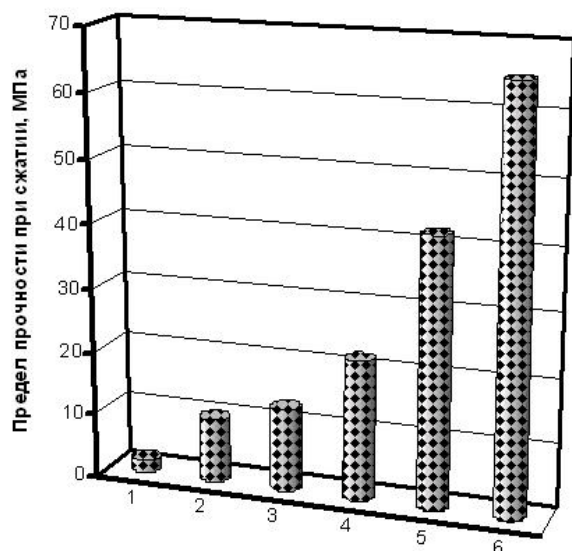


Рис. 1. Влияние типа модификатора и его количества на прочность при сжатии полимерной композиции:

- 1 – каменноугольная смола (40% от массы смолы);
- 2 – фенолоформальдегидная и каменноугольная смолы (50 % от массы смолы);
- 3 – фенолоформальдегидная смола (40 % от массы смолы);
- 4 – фенолоформальдегидная и каменноугольная смолы (40 % от массы смолы);
- 5 – фенолоформальдегидная и каменноугольная смолы (30 % от массы смолы);
- 6 – фенолоформальдегидная и каменноугольная смолы (30 % от массы смолы)

Выводы

Результаты исследований позволяют заключить, что оптимальное содержание модификатора в полимерном связующем находится в

пределах 9...12 % от массы смолы, из них содержание фенолоформальдегидной смолы составляет 3,6...4,8 %, а содержание каменноугольной – 2,4...3,3 %. При этом установлено, что введение в систему модификаторов в количестве, превышающем оптимальное, может привести к разрыхлению пространственной сетки полимера, ослаблению сил межмолекулярного взаимодействия, а также снижению эксплуатационных характеристик раствора.

На основании анализа результатов экспериментов были выбраны оптимальные составы по прочностным показателям полимерного камня, при этом учитывались технологические характеристики полимерной смеси и стоимость составов. Полимерная композиция содержит диановую эпоксидную смолу, аминный отвердитель, фенолоформальдегидную смолу, каменноугольную смолу, спиртово-ацетоновый растворитель при соотношении частиц спирта и ацетона 1 : 1, а также наполнитель ПГПФ (пыль газоочистки производства ферросилиция).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пахаренко, В. А. Переработка полимерных композиционных материалов [Текст] / В. А. Пахаренко, Р. А. Яковлева, А. В. Пахаренко. – К.: Воля, 2006. – 552 с.
2. Рекомендации по применению новых типов защитно-конструкционных полимеррастворов для реставрации и консервации памятников и исторических зданий из камня и бетона [Текст] / НИЛЭП ОИСИ. – Ч. 2. – М.: Стройиздат, 1987. – 107 с.
3. ДБН Д.2.2-13-99. Захист будівельних конструкцій та устаткування від корозії [Текст]. – Введ. 01.02.2000. – К.: Держбуд України, 2000. – 88 с.
4. Ли, Х. Справочное руководство по эпоксидным смолам [Текст] / Х. Ли, К. Невилл. – М.: Энергия, 1973. – С. 73.
5. Липатов, Ю. М. Структура, свойства наполненных полимерных систем и методы их оценки [Текст] / Ю. М. Липатов // Пластические массы. – 1976. – № 11. – С. 6-1.

Поступила в редколлегию 20.07.2009.
Принята к печати 23.07.2009.

А. Н. ПШИНЬКО (ДИИТ), Н. В. САВИЦКИЙ (ПГАСА, Днепропетровск),
А. А. ГОНЧАРЕНКО (ДИИТ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАВ НА СВОЙСТВА ТЕПЛО-ИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА, СТАБИЛИЗИРОВАННОГО ШЛАКОМ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО МАРГАНЦА

У статті викладено концептуальний підхід до організації виробництва та технології отримання теплоізоляційного матеріалу. Розглядаються переваги отриманого матеріалу порівняно з існуючими матеріалами.

В статье изложен концептуальный подход к организации производства и технологии получения тепло-изоляционного материала. Рассматриваются преимущества полученного материала по сравнению с существующими применяемыми материалами.

In this article the conceptual approach to the organization of production and the technology of obtaining a thermo-isolative material is presented. Advantages of the new thermo-isolative material as compared to other existing ones are considered too.

Создание теплоизоляционного материала низкой плотности требует применения для поризации формовочной массы низкоплотных стойких пен, которые позволяют сохранить достаточную степень поризации формовочной массы при транспортировке, перегрузке и укладке. Важным требованием к составу пенообразователя является снижение замедляющего действия ПАВ на кинетику структурообразования вяжущих веществ.

Эти требования к пенообразователю находятся в сложной зависимости друг с другом. Так, повышение стойкости пены за счет увеличения концентрации ПАВ в пенообразователе приводит к отрицательному влиянию последнего на кинетику твердения вяжущего. При низкой стойкости пены и в дальнейшем ее развитии ПАВ переходят с межфазной поверхности «газ – жидкость» в жидкую фазу вяжущего, оказывая тормозящее влияние на физико-химические процессы структурообразования.

Состав пенообразователя должен учитывать комплекс различных требований и включать различные компоненты, каждый из которых призван выполнять определенные функции: поризацию, стабилизацию, повышение стойкости пены к механическим воздействиям и регулирование кинетики структурообразования пеноматериала. Выбор поверхностно-активных веществ представляет собой сложную проблему, обусловленную как довольно широким ассортиментом ПАВ, так и отсутствием единой систематизации свойств технических пен, получаемых из них.

Согласно классификации ПАВ П. А. Ребиндером по их физико-химическому механизму воздействия на поверхность раздела фаз, они делятся на четыре группы [1].

Первая группа – это ПАВ, активные только на границе раздела «вода – воздух».

Ко второй группе относятся ПАВ, активные на границе раздела конденсированных фаз и являющиеся диспергаторами.

К третьей группе относятся природные и синтетические ПАВ сложного строения с большим числом полярных групп, образующие относительно устойчивые пены.

Четвертую группу образуют ПАВ, обладающие моющим действием.

Классификация ПАВ по химической природе разделены на пять групп: алкилсульфаты (додецил сульфат натрия, прогресс, сульфирол, оксанол); алкилбензосульфونات (сульфанол 40, перизтанолы, пеностром); производные карбоновых кислот (миристионат натрия, пальмитот натрия, стеарат натрия, олеат натрия), производные смоляных кислот (СДО, абиеат натрия), олигопептиды и гидролизаты белков (неопор, ГК, инипор, ПО-6).

Для получения технических пен, согласно классификации П. А. Ребиндера, могут использоваться только вещества первой и третьей группы.

На основании вышеизложенного, нами в качестве воздухововлекающих добавок были исследованы СДО, сульфол, ПО-6, относящиеся к первому типу ПАВ по П. А. Ребиндеру.

Из вышеприведенных ПАВ приготавливали водные растворы различной концентрации для

определения поверхностного натяжения. Поверхностное натяжение водных растворов ПАВ определяли по методике, изложенной в [2] ме-

тодом отрыва кольца. Результаты приведенных исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние концентрации ПАВ в водных растворах на их поверхностное натяжение

№ п/п	Водный раствор ПАВ	Поверхностное натяжение в н/м 10^{-3} при концентрации ПАВ в %			
		0,1	0,5	1,0	2,0
1	Сульфонол	30,6	30,8	31,1	30,8
2	ПО-6	25,3	25,4	25,3	25,1
3	СДО	45,0	42,8	40,9	36,8

Приведенные результаты (табл. 1) свидетельствует о высокой активности поверхностно-активных веществ, следствием чего являются малые значения поверхностного натяжения. Поризацию суспензии шлака металлического марганца проводили при $B/T = 10$. Степень поризации дисперсной системы определяли по изменению плотности поризованной сырьевой смеси. Зависимость коэффициента поризации смеси от количества вводимого ПАВ приведена на рис. 1 Проведенными исследованиями выявлено, что при достижении определенной концентрации ПАВ степень поризации смеси для всех реагентов стабилизируется или понижается. Это объясняется тем, что количество поверхностно-активного вещества на границе раздела фаз «воздух – вода» стремится к неко-

торому пределу критической концентрации мицеллообразования, при котором на границе образуется насыщенный мономолекулярный слой из ПАВ. Увеличение концентрации приводит в последующем к образованию мицелл, что обуславливает снижение скорости диффузии молекул поверхностно-активного вещества в поверхностный слой, а следовательно и воздухоовлекающей способности [3 – 7].

Результаты исследований по определению зависимости степени дегазации системы, состоящей из пенообразователя, молотого шлака металлического марганца и воды, свидетельствуют, что наименьшая дегазация поризованной системы наблюдается при использовании СДО (рис. 2).

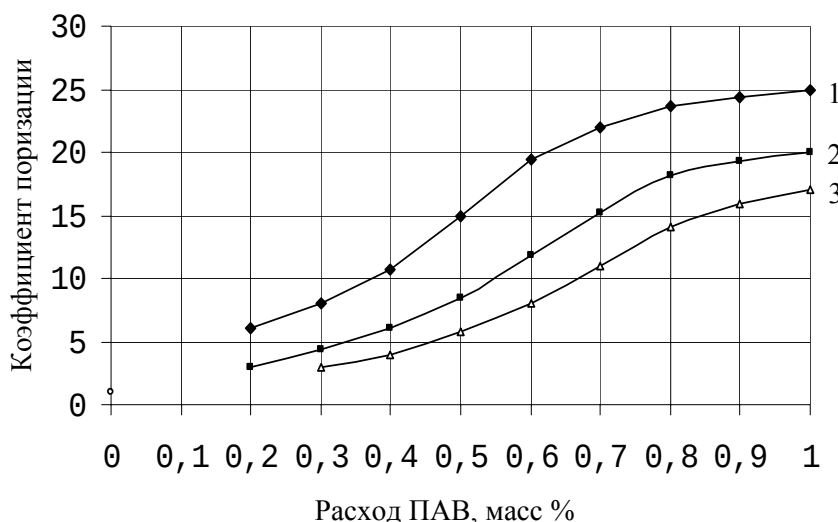


Рис. 1. Влияние расхода ПАВ на степень поризации концентрированной суспензии шлака металлического марганца: 1 – сульфонол; 2 – ПО-6; 3 – СДО

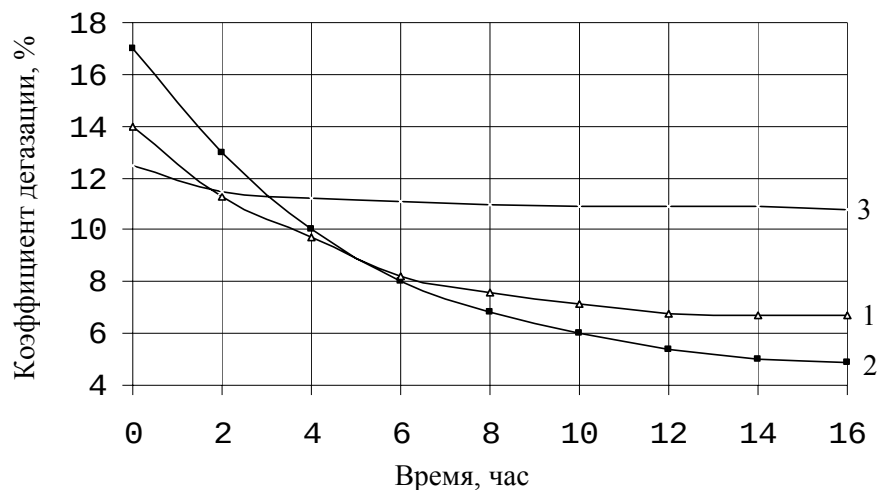


Рис. 2. Дегазация поризованной силикат-кальцевой суспензии: 1 – сульфонол; 2 – ПО-6; 3 – СДО

СДО в основном представлена жирными смолами, омыленными едким натром с формулой типа RCOONa (R – углеводородный радикал C_nH_m).

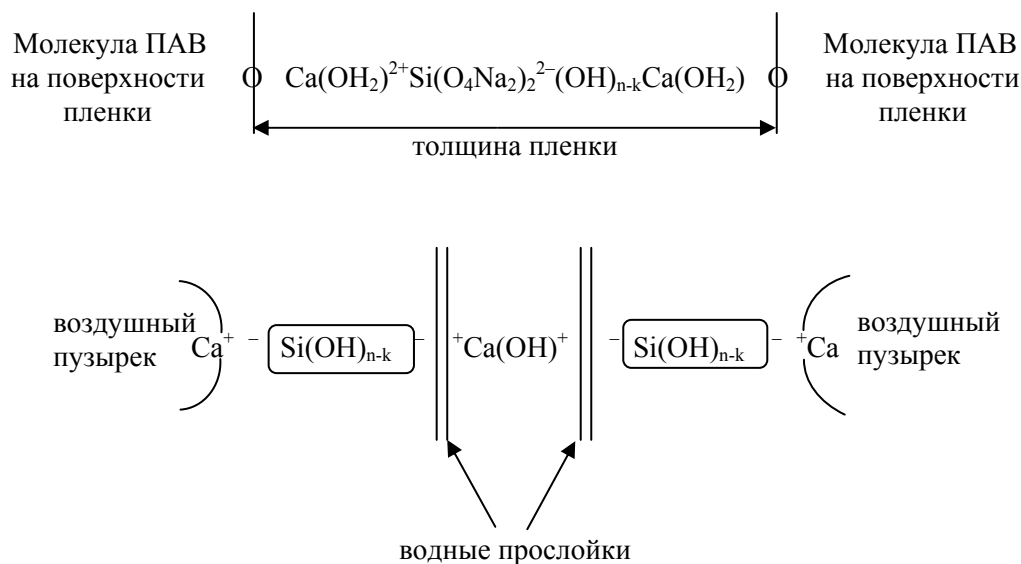
В водных растворах СДО диссоциирует с образованием ионов по схеме



При применении в качестве стабилизатора пены шлака металлического марганца, состоящего из силикатов кальция и марганца, происходит ее структурирование.

В водном растворе поверхность дисперсных частиц шлака диспергируются с переходом в жидкую фазу заряженных аквакомплексов $\text{Ca}(\text{OH}_2)_n^{2+}$, $\text{Ca}(\text{OH})(\text{OH}_2)^+$, $\text{SiOH}^-(\text{OH}_2)_m$, $\text{Si}(\text{O}_4\text{H}_2)^{2-}(\text{OH}_2)$, а также дисперсных частиц с заряженной поверхностью.

В результате электростатического взаимодействия происходит структурирование пленок между воздушными пузырьками, представленное следующими схемами:



Образование достаточно прочной электростатической связи между модифицированной пленкой СДО компонентами суспензии, а также электростатических и Ван-дер-ваальсовых связей между компонентами суспензии приводит к образованию достаточно жесткой и в то

же время обладающей некоторой гибкостью системы поризованной массы и практически полному сохранению степени поризации в течение длительного времени. Причем оптимальный расход СДО составляет 0,8...0,9 % от массы сухих компонентов. Значительная потеря

степени поризации формовочной массы при использовании ПАВ типа сульфонол, ПО-6 связана с образованием непрочной связи между пленками этих ПАВ, обрамляющими воздушные пузырьки и компоненты стабилизирующего вещества.

Т.к. вода входит в аквакомплексы, то ее истечение в полости структуры пены значительно сокращается.

Шлак металлического марганца является вяжущим гидратационного твердения и поэто-

му введение приводит к увеличению прочности материала за счет гидроксидов кальция [8, 9].

Проведенные нами исследования В/Т на степень поризации и стойкость технической пены показали, что с увеличением В/Т с 5 до 15 степень поризации возрастает. При увеличении В/Т с 5 до 10 степень поризации возрастает наиболее значительно и стабилизируется при дальнейшем повышении В/Т. Стойкость пены увеличивается понижением В/Т (рис. 3, 4).

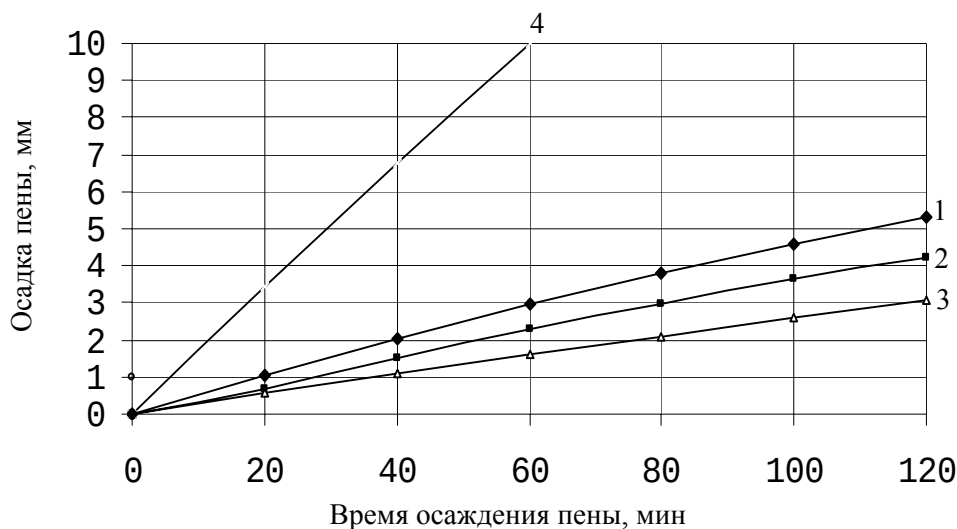


Рис. 3. Влияние В/Т на степень статической стойкости технической пены из СДО и суспензии ШММ (расход СДО 0,9 %): 1 – В/Т-15; 2 – В/Т-10; 3 – В/Т-5; 4 – граничное значение удовлетворительной стойкости пены

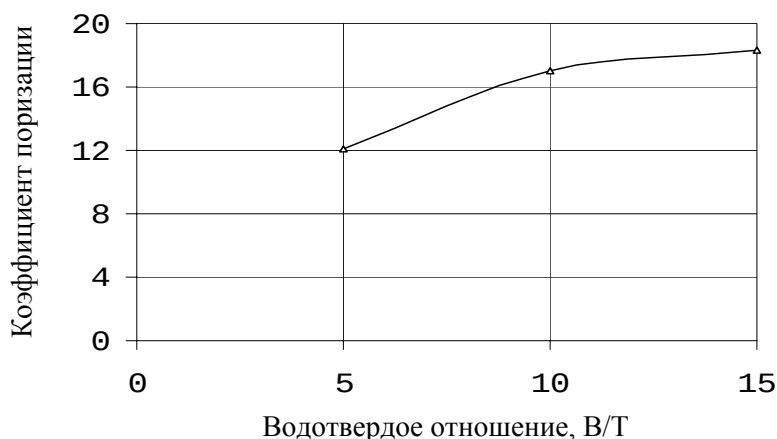


Рис. 4. Влияние В/Т на степень поризации технической пены из СДО и суспензии ШММ (расход СДО 0,9)

Результаты проведенных исследований, приведенных на рис. 3 и 4, свидетельствуют о том, что оптимальным водотвердым отношением при приготовлении технической пены из СДО и ШММ является В/Т = 10, которое и принято для дальнейших исследований.

С целью получения низкоплотного материала растворную составляющую теплоизолиру-

ющего материала из молотого стеклобоя, ПГПФ и воды подвергали аэрации. Для этого в растворную смесь вводили СДО в количестве 0,9 % от массы твердых компонентов и подвергали аэрации в роторном смесителе. Водотвердое отношение при этом варьировали от 0,8 до 1,6.

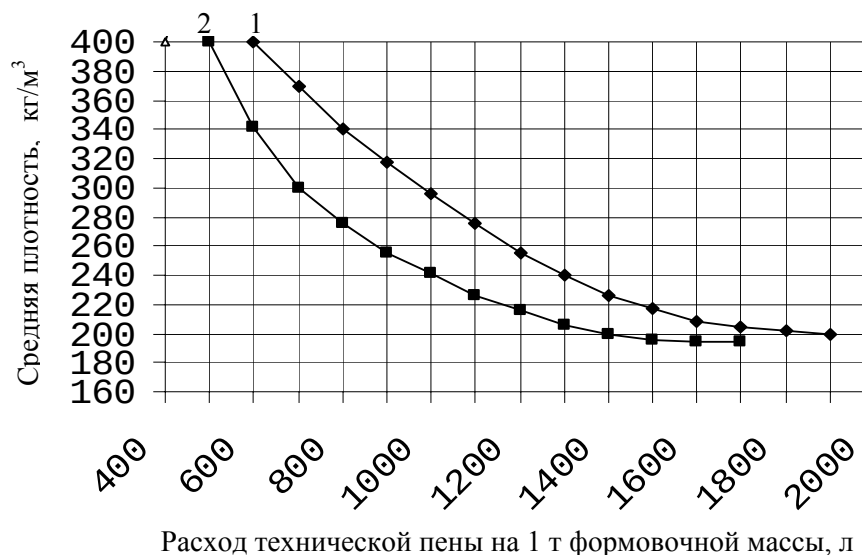


Рис. 5. Зависимость средней плотности материала от расхода технической пены на одну тонну формовочной массы: 1 – $V/T = 0,8$; 2 – $V/T = 1,6$

Проведенные исследования показали, что на среднюю плотность при его двойной поризации оказывает влияние как водотвердое отношение растворной составляющей, так и расход пены на одну тонну формовочной массы (рис. 5). Так, для получения материала плотностью 200 кг/м^3 при $V/T = 0,8$ расход пены составил 1900 литров на 1 тонну формовочной массы, а при $V/T = 1,6$ – 1400 литров, а для материала плотностью 250 кг/м^3 , соответственно 1400 и 1000 литров на 1 тонну формовочной массы (рис. 5).

Для материала плотностью 300 кг/м^3 расход пены при $V/T = 0,8$ составил 1050 литров на 1 тонну формовочной массы, а при $V/T = 1,6$ – 750 литров.

Исходя из результатов, представленных на рис. 5, для дальнейших исследований V/T растворной составляющей было принято 1,2. Расход пены соответственно принят для материала плотностью 200 кг/м^3 – 1600 литров, 250 кг/м^3 – 1150 литров, 300 кг/м^3 – 950 литров на 1 тонну формовочной массы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ребиндер, П. А. Физико-механическая механика [Текст] / П. А. Ребиндер. – М.: Знание, 1958. – С. 59.
2. Некоторые вопросы устойчивости двухсторонних пленок и пен, полученных различными методами [Текст]. – В кн.: Силикатные материалы из минерального сырья / К. В. Зотова и др. – Л.: Наука, 1983. – С. 86-92.
3. Berraetal, M. Proprietadi miscele cementi zie cotlnenti di silico condensato [Текст] / M. Ber-

raetal // Cemento. – 1986. – Vol. 83, № 5. – P. 361-374.

4. Кудряшев, И. Т. Заводы по производству изделий из ячеистого бетона [Текст] / И. Т. Кудряшев, Б. И. Кауфман, М. Я. Кривицкий. – М.: Госстройиздат, 1951. – 212 с.
5. Казаков, М. В. Методы оценки качества пенообразователей в лабораторных условиях [Текст] / М. В. Казаков. – М.: ВНИИПО, 1970. – 30 с.
6. Фролов, Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы [Текст] / Ю. Г. Фролов. – М.: Химия, 1988. – 464 с.
7. Зотова, К. В. Исследование физико-химических свойств некоторых видов пенообразователей для получения легких бетонов [Текст]. – В кн.: Силикатные материалы из минерального сырья / К. В. Зотова и др. – Л.: Наука, 1983. – С. 92-99.
8. Пшинько, А. Н. Влияние силикатных вяжущих веществ на свойства пенобетона [Текст] / А. Н. Пшинько, Н. В. Савицкий, А. А. Гончаренко // Сб. науч. тр. «Строительство. Материаловедение. Машиностроение». – Вып. 43. – Д.: ПГАСиА, 2007. – С. 398-405.
9. Пшинько, А. Н. Исследование влияния шлака металлического марганца на физико-механические свойства вяжущего на основе КВСС при нагревании [Текст] / А. Н. Пшинько, Н. В. Савицкий, А. А. Гончаренко // Сб. науч. тр. «Строительство. Материаловедение. Машиностроение». – Вып. 50. – Д.: ПГАСиА, 2009. – С. 431-437.

Поступила в редколлегию 17.09.2009.

Принята к печати 21.09.2009.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ФОРМ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ СЖАТОГО ТОНКОСТЕННОГО ШВЕЛЛЕРА ПРИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОМ МЕСТНОМ ВЫПУЧИВАНИИ

Розглядається зв'язана втрата стійкості тонкостінних стержнів з попереднім локальним випучуванням при врахуванні загальної початкової недосконалості форми, ексцентриситету прикладення стискаючої сили і взаємного впливу загальної і локальної форм випучування.

Рассматривается связанная потеря устойчивости тонкостенных стержней с предварительным местным выпучиванием, с учетом общего начального несовершенства формы, эксцентриситета приложения сжимающей силы и взаимного влияния общей и местной форм выпучивания.

The coupled instability of thin-walled columns with a preliminary local buckling is considered taking into account the overall initial imperfection, eccentricity of the compression force application and interaction of overall and local buckling modes.

Основная идея теории связанного выпучивания тонкостенных стержней состоит в учёте взаимодействия форм потери устойчивости – общих (для которых контур поперечного сечения можно считать недеформируемым) и местных (для которых линии контакта отдельных пластин, образующих стержень, остаются неподвижными). Это взаимодействие является существенно нелинейным, поскольку в линейной теории все собственные формы (общие и местные) независимы.

В данной работе рассматривается задача о связанной потере устойчивости тонкостенных стержней швеллерного профиля с предварительным местным выпучиванием при учете общего начального несовершенства формы (искривления оси стержня), эксцентриситета приложения сжимающей силы и взаимного влияния общего изгиба и местной формы. Решение задачи включает: расчет общего докритического изгиба, расчет местной устойчивости с учетом общего изгиба, расчет равновесной ветви общего изгиба с «редуцированной» жесткостью поперечного сечения, определение предельной нагрузки.

1. Постановка задачи устойчивости

1.1. Нагрузка местного выпучивания с учетом докритического общего прогиба

Рассматривается тонкостенный швеллер длиной L , шарнирно опертый на краях и нагруженный сжимающей силой P , приложенной с эксцентриситетом e (рис. 1, а).

Наличие эксцентриситета приложения нагрузки и/или начальной погиби w_{m0} (искривления оси стержня), приводит к перераспределению напряжений по сечению в докритическом

состоянии. Выражения для определения докритического прогиба внецентренно сжатого стержня (и максимального прогиба w_m при $x = L/2$) получены в работе [1]:

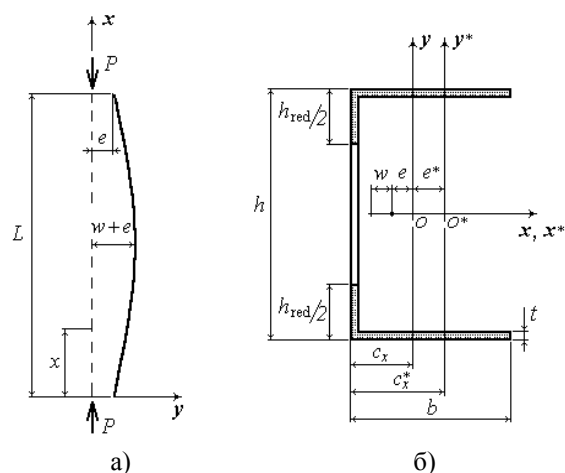


Рис. 1. Схема нагружения (а) и профиль редуцированного сечения швеллера при общем изгибе с догрузкой стенки (б)

$$w_m = \frac{4e/\pi + w_{m0}}{P_3/P - 1}, \quad (1)$$

(P_3 – критическая эйлерова нагрузка).

Расчет местной формы для совокупного поперечного сечения как соединения тонких пластин с разбиением элементов профиля на продольные полосы (см., напр., [2]) позволяет рассчитывать напряжения в срединной поверхности профиля с учетом докритического прогиба.

Влияние докритического прогиба на критическую нагрузку местной потери устойчивости внецентренно сжатого стержня при двух направлениях общего изгиба иллюстрирует

рис. 2. Рассматривались стержни швеллерного профиля различной длины с параметрами сечения $b/h=0,4$, $t/h=0,0125$ при эксцентриситете приложения сжимающей силы $e_x=0,1b$ и несовершенстве по общей форме $w_0=L/750$. Эксцентриситет и погибь принимались одного знака, причем, в случае $e_x < 0$, $w_0 < 0$ догружалась стенка швеллера (рис. 2,а), при $e_x > 0$, $w_0 > 0$ догружались полки (рис. 2,б).

Снижение критической нагрузки местной потери устойчивости $P_{M(w)}$ вследствие докритического общего прогиба становится особенно заметным при большой гибкости стержня (P_M – нагрузка местного выпучивания без учета докритического прогиба). Для равноустойчивого стержня по общей и местной формам выпучивания это снижение критической нагрузки составляет около 30 %.

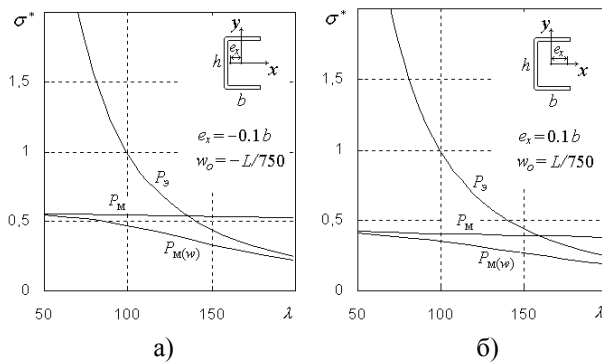


Рис. 2. Критические напряжения общего и местного выпучивания внецентренно сжатого швеллера

1.2. Устойчивость тонкостенного стержня с редуцированным поперечным сечением

Редуцирование поперечного сечения при местной потере устойчивости выполняется путем выключения из работы части сжатых элементов профиля с дальнейшим использованием в расчете «эффективного» сечения.

Известны различные способы учета изменения жесткостных характеристик пластин при местной потере устойчивости. Одна из первых формул для определения коэффициента редуцирования площади сжатого тонкостенного элемента предложена Т. Карманом [3]:

$$\eta = \sqrt{\frac{\sigma_{кр}}{\sigma_{max}}}, \quad (2)$$

где $\sigma_{кр}$ – напряжение в сжатом элементе при местной потере устойчивости; σ_{max} – максимальные напряжения в сжатом элементе.

Накопленный экспериментальный материал по исследованию закритического поведения тонкостенных конструкций позволил уточнить выражение (2). Дж. Винтер в работе [4]) предложил формулу

$$\eta = \sqrt{\frac{\sigma_{кр}}{\sigma_{max}}} \left(1 - 0,22 \sqrt{\frac{\sigma_{кр}}{\sigma_{max}}} \right). \quad (3)$$

При использовании формул Кармана и Винтера равновесная ветвь $P = f(w)$ имеет два участка. На первом участке редуцирование не выполняется, т.е. $\eta = 1$. На втором участке – жесткость редуцируется по (2) или (3). Условие начала редуцирования получаются из (2) и (3) при $\eta = 1$. Редуцирование поперечного сечения по формуле Кармана начинается при уровне напряжений в догружаемом элементе, соответствующем напряжениям местного выпучивания $\sigma_{max} = \sigma_{кр}$. Редуцирование при использовании формулы Винтера начинается при напряжениях в догружаемом элементе $\sigma_{max} = 0,453 \sigma_{кр}$.

Для определения редуциционного коэффициента В. Койтером [5] предложена формула

$$\eta = 1 - (g^2)^2 / g^4, \quad (4)$$

где $g(y)$ – поперечный профиль местной формы, а черта сверху обозначает среднее значение соответствующей величины.

Данный способ определения редуциционного коэффициента является весьма приближенным, во-первых, в связи с использованием в выражении (4) оценок снизу [5] и, во-вторых, вследствие того, что изменение профиля местной формы $g(y)$ с ростом нагрузки не учитывается.

Кроме того, формулы Кармана (2) и Винтера (3) дают непрерывное изменение коэффициента редуцирования (с ростом нагрузки). По Койтеру (4) коэффициент η изменяется в момент местной потери устойчивости резко, скачкообразно (рис. 3).

Важным моментом является распределение «эффективной» площади по сечению сжатых элементов тонкостенных стержней при различных условиях опирания пластин на ненагруженных краях, а также в зависимости от направления общего изгиба стержня.

Наиболее обоснованным представляется подход, предложенный в работе [6]. В элементах профиля, опертых по двум продольным краям (стенках), эффективное сечение получается «удалением» средней части (рис. 4,а). В элементах со свободным краем (полках) выбор способа редуцирования зависит от ориентации относительно направления общего изгиба. В

полках, параллельных плоскости общего изгиба, «удаляется» часть пластины на свободном крае (рис. 4, б). Если полка расположена перпендикулярно плоскости общего изгиба, эффективное сечение получается «уменьшением» толщины, начиная со свободного края (рис. 4, в). Когда значение коэффициента редуцирования $\eta \leq 0,5$ – «уменьшается» толщина полки в месте соединения со смежным элементом (рис. 4, з).

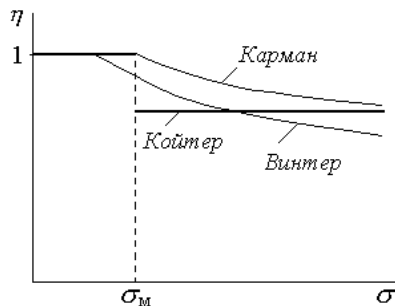


Рис. 3. Характер изменения коэффициента редуцирования при расчете по различным формулам

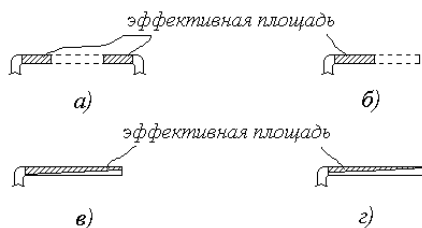


Рис. 4. Распределение «эффективной» площади по сечению

Следует учитывать также, что редуцирование элементов профиля приводит к изменению положения эффективного центра жесткости и жесткостных характеристик сечения стержня, что, в свою очередь, сказывается на общей устойчивости стержня в закритической области.

Для внецентренно сжатого стержня (рис. 1, а) принимаем прогиб w и общую погибь w_o в виде:

$$w = w_m \sin \frac{\pi x}{L}; \quad w_o = w_{mo} \sin \frac{\pi x}{L}, \quad (5)$$

(w_m , w_{mo} – амплитуды общего прогиба и начального несовершенства).

Дифференциальное уравнение изогнутой оси стержня при общем изгибе

$$EI_* w_{,xx} = -P(w + e + w_o + e^*), \quad (6)$$

где $I_* = f(\eta)$, $e^* = f(\eta)$ – «редуцированный» момент инерции сечения и смещение эффективного центра жесткости.

Используя метод Бубнова-Галеркина, получим выражение для максимального прогиба в средней части по длине стержня

$$w_m = \frac{1}{P_*/P - 1} \left[w_{mo} + 4/\pi(e + e^*) \right], \quad (7)$$

где $P_* = \pi^2 EI_*/L^2$ – «редуцированная» эйлера нагрузка.

Выражение для максимального прогиба (7) имеет такой же вид, как и у А. С. Вольмира [7], но, в отличие от [7], здесь, кроме начальной погиби, учитывается эксцентриситет приложения силы и смещение эффективного центра жесткости. Напряжения в стержне с редуцированной площадью A_* определяется с учетом смещения эффективного центра жесткости e^* .

1.3. Определение предельной нагрузки

Для тонкостенных стержней при центральном сжатии (со случайным эксцентриситетом), а также при внецентренном сжатии, когда догружаемый элемент испытывает равномерные напряжения по ширине (например, изгиб швеллера в плоскости симметрии с догрузением стенки), представляется оправданным определение предельной силы по началу текучести. В случае, когда напряжения в догружаемом элементе переменные по ширине (в полках внецентренно сжатого швеллера), такой способ определения предельной нагрузки будет давать значения силы «в запас». Кроме того, в случае моносимметричного профиля большое значение имеет направление общего изгиба. В этом можно убедиться, в частности, на примере внецентренного сжатия стержня швеллерного профиля (см. рис. 2).

2. Численный анализ решения и сравнение с экспериментами

На рис. 5 показаны равновесные ветви $P^* = f(w)$, построенные по (7) с использованием формул (2) – (4) для определения коэффициента редуцирования поперечного сечения, и уровень нагрузки, соответствующей местному выпучиванию P_{kp}^* для упругого центрально сжатого швеллера с параметрами: $L/h = 6,67$, $b/h = 0,4$, $h/t = 50$. Значение общей погиби – $w_o = L/750$. При общем изгибе догружается стенка (сжимающая сила приведена к безразмерному виду $P^* = \frac{P}{E \cdot L^2} 10^6$).

При редуцировании по формуле Койтера изменение «эффективной» жесткости стержня

происходит в момент местного выпучивания, и прогиб нарастает скачкообразно (рис. 5,а). При использовании формул Кармана (рис. 5,б) и Винтера (рис. 5,в) прогиб увеличивается плавно.

Выполнено сравнение расчетов по изложенному подходу с результатами испытаний стержней швеллерного сечения, которые приведены в работе Н. J. R. Rasmussen, G. J. Hancock [8]. Испытывались шарнирно опертые сварные швеллеры из стали с высоким пределом текучести (R_y более 350 МПа), на центральное сжатие (со случайным эксцентриситетом), а также на внецентренное сжатие. Было испытано несколько серий стержней, отличавшихся шириной полки и стенки (длина варьировалась внутри каждой серии). Серия 1 включала стержни с параметрами: $h = 250$ мм, $b = 110$ мм, $t = 5$ мм; серия 2: $h = 360$ мм, $b = 160$ мм, $t = 5$ мм.

На рис. 6 показаны значения предельных (средних по сечению) напряжений отнесенных к расчетному сопротивлению ($\sigma_{пр}^{ср}/R_y$) для экспериментальных образцов (обозначены маркерами), а также, рассчитанные по данному подходу с использованием формулы Винтера (3). Несовершенства общей формы приняты: $w_o = L/750$. Направление (знак) погиби принято таким, чтобы при общем изгибе догружались полки швеллера.

Прерывистой линией обозначены напряжения, соответствующие началу пластического деформирования в полках швеллера (на докритическом участке равновесной ветви). Как видно, редуцирование сечения по формуле Винтера дает надежный результат для всех серий образцов (при значительном запасе по силе). Формулы Кармана и Койтера не используются (то есть редуцирование не выполняется), т.к. пластические деформации начинаются до местной потери устойчивости.

Представленные на рис. 6 расчетные данные соответствуют общему изгибу стержней с догрузением полок швеллера. В случае противоположного направления общего изгиба несущая способность будет существенно выше.

В. Young, K. J. R. Rasmussen [9] испытывали центрально сжатые стальные стержни швеллерного профиля различной длины с параметрами поперечного сечения $b = 36$ мм, $h = 96$ мм, $t = 1,5$ мм и жесткой заделкой нагруженных краев. Расчетное сопротивление материала $R_y = 450$ МПа.

На рис. 7 показаны отношения предельной сжимающей нагрузки к нагрузке местного выпучивания, полученные в эксперименте,

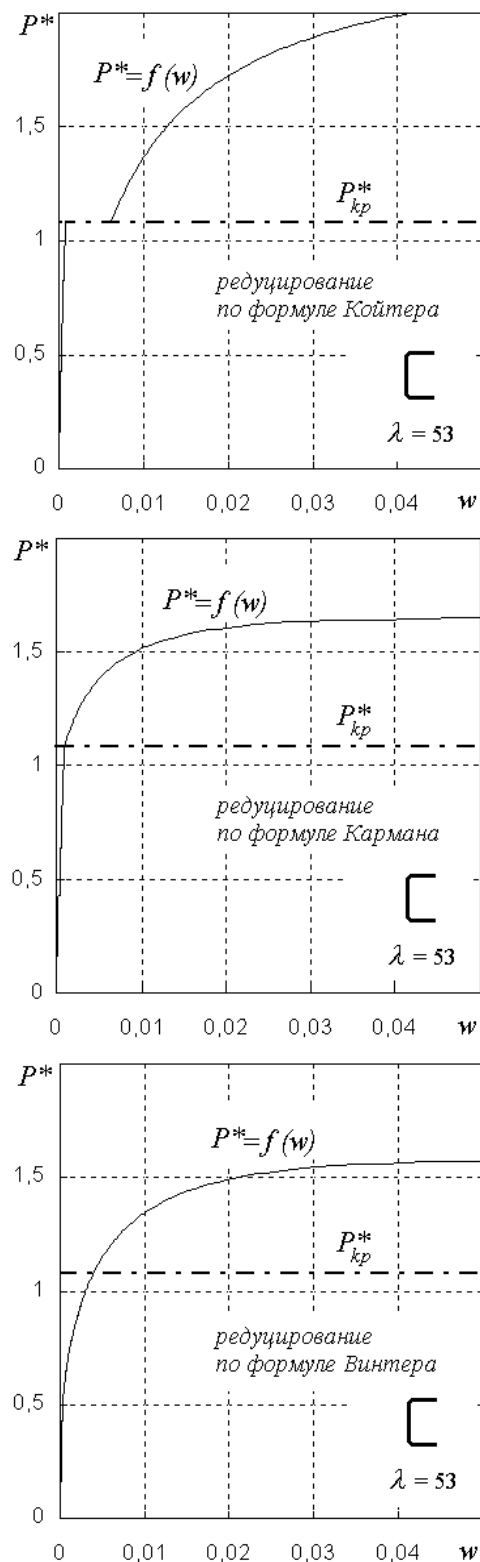


Рис. 5. Равновесные ветви для центрально сжатого швеллера при редуцировании сечения по различным формулам

результаты расчетов при редуцировании поперечного сечения по формуле Винтера (3) при общей погиби $w_o = L/750$, а также результаты расчетов, приведенные в [9] (пунктирная линия). В расчетах принималось, что при общем

изгибе догружается стенка швеллера. Расчет с использованием формулы Винтера хорошо описывает экспериментальные точки во всем диапазоне длин испытанных стержней.

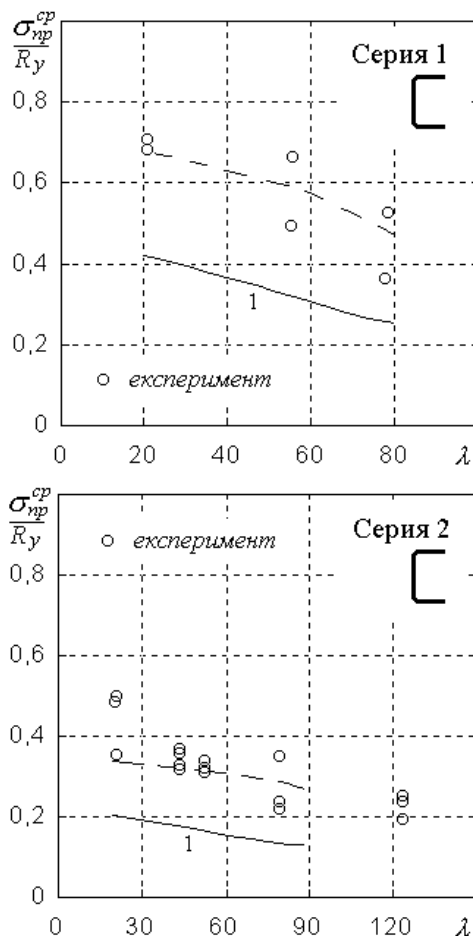


Рис. 6. Расчетные относительные предельные напряжения и экспериментальные данные [8]: 1 – редуцирование по Винтеру; (○) – эксперимент

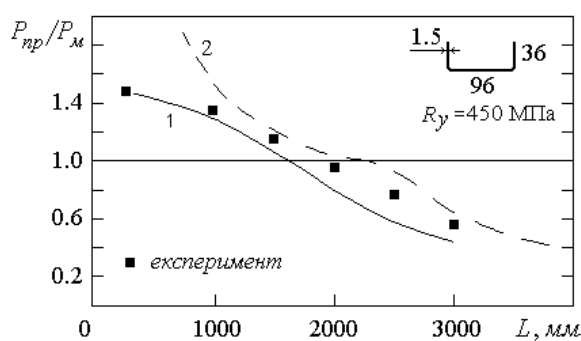


Рис. 7. Сравнение результатов расчета сжатого швеллера с экспериментальными данными [9]: 1 – редуцирование по Винтеру

Таким образом, можно сформулировать следующие выводы:

- использование концепции «эффективной» площади позволяет исследовать послекри-

тическое поведение тонкостенных стержней с предварительным местным выпучиванием;

- применение формулы Винтера сечения позволяет получить значения предельной нагрузки, которые хорошо описывают экспериментальные данные;

- при определении несущей способности моносимметричных профилей с предварительным местным выпучиванием большое значение имеет направление общего изгиба.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Маневич, А. И. Связанная потеря устойчивости тонкостенных стоек прямоугольного сечения при внецентренном сжатии [Текст] / А. И. Маневич, С. В. Ракша // Изв. вузов. Строительство. – 1995. – № 1. – С. 21-27.
2. Маневич, А. И. Местное и связанное выпучивание тонкостенных стержней при сжатии и изгибе в двух плоскостях [Текст] / А. И. Маневич, С. В. Ракша // Polish-Ukrainian Transaction. – 4, v. 1, Part 2. – Warsaw-Dniepropetrovsk, 1996. – С. 270-275.
3. Karman, Th. H. The strength of thin plates in compression [Текст] / Th. Karman, E. E. Sechler, L. H. Donnell // Transactions, ASME. – 1932. – 54. – P. 53-57.
4. Winter, G. Strength of thin steel compression flanges [Текст] / G. Winter // Transactions. – 1947. – V. 112, Paper № 2305. – P. 527-554.
5. Koiter, W. T. A general theory for the interaction between local and overall buckling of stiffened panels [Текст] / W. T. Koiter, M. Pignataro // WTHD. – 1976. – № 83. – 49 p.
6. DeWolf, J. T. Local and overall buckling of cold-formed members [Текст] / J. T. DeWolf, T. Peokoz, G. Winter // J. Struct. Div. – 1974. – ST 10. – P. 2017-2036.
7. Вольмир, А. С. Устойчивость упругих систем [Текст] / А. С. Вольмир. – М.: ГИФМЛ, 1963. – 879 с.
8. Rasmussen, H. J. R. Compression tests of welded channel section columns [Текст] / H. J. R. Rasmussen, G. J. Hancock // J. Struct. Engng. ASCE. – 1988. – 115, № 4. – P. 789-808.
9. Young, B. Inelastic bifurcation of locally buckled channel columns [Текст] / B. Young, K. J. R. Rasmussen // Thin-walled structures. Research and development (Proc. of the Second Int'l Conf. on Thin-Walled Structures), Singapore, 1998. – P. 409-416.

Поступила в редколлегию 17.06.2009.

Принята к печати 23.06.2009.

СТРУКТУРА ЧАСТОТНЫХ УРАВНЕНИЙ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Використовуються графові та автоматні моделі для складання частотних рівнянь просторових коливань стержневих систем з розподіленими параметрами. Наведено приклад розрахунку коливань бірегулярної балки з різноманітними характеристиками перерізів.

Используются графовые и автоматные модели для составления частотных уравнений пространственных колебаний стержневых систем с распределенными параметрами. Приведен пример расчета колебаний бигеулярной балки с различными характеристиками сечений.

The graph and finite-state machine models for forming spatial vibration frequency equations with continuous parameters are used. The example of calculation of vibrations of bi-regular beam with different section characteristics is presented.

В работе [1] представлены различные топологические модели оригинального стержня, проведена структурная оптимизация графа системы, показаны возможные пути его преобразования. Рассмотрены вопросы декомпозиции графов на компоненты, соответствующие непересекающимся связным подграфам системы и определенным видам колебаний. Установлена логическая связь между компонентами графа GR и граничными параметрами оригинального стержня. В данной статье более детально исследуется структура частотных уравнений для общего случая пространственных колебаний.

Рассмотрим участок прямого стержня, ограниченного сечениями $k-1$, k , длиной l . В общем случае сечение характеризуется компонентами линейного и углового перемещений и компонентами внутренних усилий и моментов, которые образуют вектор перемещений $\tilde{u}$ и вектор усилий $\tilde{q}$. Вектор состояния $\tilde{S}(x)$ в любом сечении x ($x_{k-1} < x < x_k$) имеет порядок n и может быть записан в виде

$$\tilde{S}(x) = \begin{Bmatrix} \tilde{u}(x) \\ \tilde{q}(x) \end{Bmatrix}. \quad (1)$$

В предположении малости перемещений и идеальной упругости материала продольные,

$$\left. \begin{aligned} u_x(x) &= u_x(0) \cos \frac{\lambda_x x}{l} + \frac{u'_x(0)}{\alpha \lambda_x} \sin \frac{\lambda_x x}{l}; & \varphi_x(x) &= \varphi_x(0) \cos \frac{\lambda_\varphi x}{l} + \frac{\varphi'_x(0)}{\beta \lambda_\varphi} \sin \frac{\lambda_\varphi x}{l}; \\ u_y(x) &= u_y(0) S_y \left(\frac{\lambda_y x}{l} \right) + u'_y(0) \frac{l}{\lambda_y} T_y \left(\frac{\lambda_y x}{l} \right) + u''_y(0) \frac{l^2}{EJ_z \lambda_y^2} U_y \left(\frac{\lambda_y x}{l} \right) + u'''_y(0) \frac{l^3}{EJ_z \lambda_y^3} V_y \left(\frac{\lambda_y x}{l} \right); \\ u_z(x) &= u_z(0) S_z \left(\frac{\lambda_z x}{l} \right) + u'_z(0) \frac{l}{\lambda_z} T_z \left(\frac{\lambda_z x}{l} \right) + u''_z(0) \frac{l^2}{EJ_y \lambda_z^2} U_z \left(\frac{\lambda_z x}{l} \right) + u'''_z(0) \frac{l^3}{EJ_y \lambda_z^3} V_z \left(\frac{\lambda_z x}{l} \right), \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

изгибные (в двух плоскостях) и крутильные колебания будут не связаны между собой, могут быть описаны независимыми уравнениями и на основе принципа суперпозиции объединены в одно матричное уравнение [2]. Для свободных колебаний стержня после разделения переменных уравнения с частными производными сводятся к обыкновенным однородным дифференциальным уравнениям, выражающим равновесие стержня в амплитудном состоянии [2, 3]

$$\left. \begin{aligned} u''_x(x) + \frac{\lambda_x^2}{l^2} u_x(x) &= 0; & \varphi''_x(x) + \frac{\lambda_\varphi^2}{l^2} \varphi_x(x) &= 0; \\ u''_{iy}(x) - \frac{\lambda_y^4}{l^4} u_y(x) &= 0; & u''_{iz}(x) - \frac{\lambda_z^4}{l^4} u_z(x) &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

В приведенных уравнениях не учтены поперечные сдвиги и инерция поворота сечений, которыми также пренебрегают в обычной технической теории колебаний [8].

Общие интегралы уравнений (2), как известно, содержат две произвольных постоянных для продольных (крутильных) и четыре — для изгибных колебаний, которые можно выразить через начальные параметры стержня

$$\text{где } \lambda_y^4 = \frac{\mu \omega^2 l^4}{EJ_z}, \quad \lambda_z^4 = \frac{\mu \omega^2 l^4}{EJ_y}, \quad \lambda_x^2 = \frac{\mu \omega^2 l^2}{EF},$$

$$\lambda_\phi^2 = \frac{J_x \omega^2 l^2}{GJ_k} - \text{частотные параметры, соответ-}$$

ственно, для изгибных (в плоскостях xu и xz), продольных и крутильных колебаний; $\alpha = EF/l$, $\beta = GJ_k/l$, l – длина стержня; μ –

$$\left. \begin{aligned} EFu'_x(0) &= q_x(0); \quad GJ_k\phi'_x(0) = m_x(0); \quad u'_y(0) = \phi_z(0); \\ EJ_z u''_y(0) &= m_z(0); \quad EJ_z u'''_y(0) = q_y(0); \quad u'_z(0) = \phi_y(0); \\ EJ_y u''_z(0) &= m_y(0); \quad EJ_y u'''_z(0) = q_z(0); \\ S'_r &= \frac{\lambda_r}{l} V_r; \quad V'_r = \frac{\lambda_r}{l} U_r; \quad U'_r = \frac{\lambda_r}{l} T_r; \quad T'_r = \frac{\lambda_r}{l} S_r; \quad r = y, z, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

представим решение задачи Коши в матричной форме

$$\tilde{S}(x) = B(x) \tilde{S}(0), \quad (5)$$

где $\tilde{S}(x)$ – вектор состояния стержня в точке x ; $\tilde{S}(0)$ – вектор начальных параметров; $B(x)$ – матрица фундаментальных ортогональных функций [2] или матрица влияния, начальных параметров, переходная (передаточная) матрица [4].

Структура уравнений (5) аналогична структуре представления уравнений типа Вольтерра 2-го рода [2], а также ортогональных уравнений [5].

Далее составление частотных уравнений для простых видов колебаний, как правило, осуществляется по двум путям. Первый из них, традиционный, основан на составлении формул перехода метода начальных параметров от сечения к сечению с последовательным перемножением матриц для каждого характерного участка, промежуточной опоры, сосредоточенной массы и т.д. и последующем приравнении нулю определителя всей системы, который получается в зависимости от краевых условий. Второй путь, предложенный авторами [2], позволяет на основе метода граничных элементов свести краевую задачу к решению системы линейных алгебраических уравнений относительно начальных и конечных параметров всех стержней. При этом матрица B преобразуется к квазидиагональному виду, а уравнение частот получается приравнением нулю соответствующего определителя системы.

В данном случае предлагается иной подход, позволяющий объединить теорию ассоциированных матриц с возможностями комбинатор-

погонная масса; EJ_y , EJ_z , EF , GJ_k – жесткости при изгибе, растяжении-сжатии, кручении; J_x – погонный момент инерции массы стержня относительно его продольной оси; ω – круговая частота колебаний.

Принимая во внимание дифференциальные зависимости

ной топологии (теории цепей) и на этой основе избежать составление и раскрытие частотных определителей.

Для формирования ассоциированной матрицы M_{xyz} представим матрицу $B(x)$ в транспонированной форме $B_t(x)$ и соответствующие ей вектора $\tilde{S}_t(x) = S(x)$, $\tilde{S}_t(0) = S(0)$. Тогда, при граничном значении переменной $x=l$ соотношение между параметрами в сечениях $(k-1)$ и k примет вид

$$S_k = S_{k-1} B_{tk}, \quad (6)$$

где $S_{k-1,k} = \|u \mid q\|_{k-1,k}$;

$$u_{k-1,k} = \|u_x, \phi_x, u_y, \phi_z, u_z, \phi_y\|_{k-1,k};$$

$$q_{k-1,k} = \|m_y, q_z, m_z, q_y, m_x, q_x\|_{k-1,k}.$$

Такое расположение параметров соответствует расположению элементов в матрице достижимости M_{GR} графа GR [1]. Поэтому матрицу B_{tk} можно выразить в виде прямой суммы [6] ее компонент, характеризующих отдельные виды колебаний стержня

$$B_{tk} = B_x \oplus B_\phi \oplus B_y \oplus B_z. \quad (7)$$

Определители миноров этой матрицы формируют все выходные последовательности автомата, представляющего данную систему, а также элементы ассоциированных матриц, соответствующих определенному виду колебаний и располагаемых в порядке логического следования кодов начальных и конечных граничных параметров стержня [1]. В результате прямого (кронекевского) произведения таких матриц образуется ассоциированная матрица для обще-

го случая пространственных колебаний

$$M_{xyz} = M_x \otimes M_\varphi \otimes M_y \otimes M_z. \quad (8)$$

Каждое изменение состояния автомата A соответствует определенной стадии преобразования системы в каждый тактовый момент времени. При этом в графе GR каждому ребру между вершинами НП и КП соответствует скалярная величина f_z . Для множества состояний автомата из этих величин образуется матрица или, если следовать теории электрических цепей, тензор связи. В общем случае в графе GR каждый тензор связи соответствует ассоциированной матрице.

Матрица M_{xyz} содержит совокупность значений всех выходов автомата A и характеризует все возможные состояния системы S в зависимости от ее граничных параметров. Коды этих параметров являются также составными элементами топологического кода графа G , который, в свою очередь, дает возможность непосредственного определения характеристических функций f_z и f_s автомата A .

Рассмотрим топологическую модель неразрезной балки в виде конечного нетривиального автомата A и взаимно связанных подавтоматов

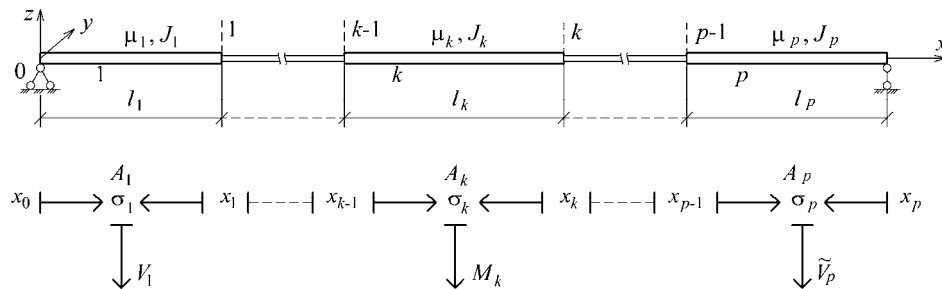


Рис. 1. Топологическая модель неразрезной балки

В соответствии с классификацией, принятой в работе [2], будем различать три группы граничных параметров: зависимые, независимые и нулевые, которые определяются заданными условиями опирания (краевыми условиями).

Пары векторов состояний переменных в разделяющих участках сечениях являются двойственными: если x_k является воздействием для автомата A_{k+1} , то x_{k+1} является воздействием для A_k и т.д.

Следующим шагом является определение соотношений между состояниями зависимых граничных параметров в месте сопряжения стержней. Нетрудно заметить, что для однопролетного стержня, который имеет длину, стремящуюся к нулю ($B(l) = E$), выполнение

$A_1, A_2, \dots, A_p$, моделирующих отдельные кусочно-непрерывные участки – стержни $1, 2, \dots, p$ (рис. 1). Все стержни имеют локальную систему координат, совпадающую по направлениям с глобальной, расположенную в начале каждого стержня, а также последовательную, сквозную для всей конструкции нумерацию, начиная с единицы. По существу, в результате декомпозиции сложной последовательностной системы A получено множество ее более простых частей (подсистем) $A_1, A_2, \dots, A_p$, действующих одновременно (синхронно) [7].

В этом случае множество состояний автомата A зависит также от промежуточных переменных $x_m^{(i)}$, $m=1, 2, \dots, p-1$ и состоит из множества состояний каждой из подсистем. Совокупность значений всех выходов автомата определяется выходами подавтоматов $A_1, A_2, \dots, A_p$, представленными ассоциированными матрицами $V_1, M_2, \dots, M_{p-1}, \tilde{V}_p$ каждого из p участков системы.

любого из условий (2) возможно лишь тогда, когда состояния НП и КП стержня будут прямо противоположны. К примеру, для изгибных колебаний, если код НП составляет 0101, то код КП будет равен 1010, если НП – 0011, то КП – 1100 и т.д. Это обстоятельство позволяет записать условие ортогональности векторов состояний НП, КП стержня при $x=l$ в следующем виде:

$$\tilde{S}_l(l)B(l)\tilde{S}(0)=0. \quad (9)$$

Согласно методу начальных параметров для балки с несколькими участками [4], выражение (5) примет вид

$$\tilde{S}_p = B_p B_{p-1} \dots B_1 \tilde{S}_0, \quad (10)$$

или с учетом (9) при $\tilde{S}_{tp} = S_p$

$$S_p B_p B_{p-1} \dots B_1 \tilde{S}_0 = 0. \quad (11)$$

Однако, более удобным представляется использование транспонированной формы (6), которая позволяет записать

$$S_p = S_0 B_{t1} B_{t2} \dots B_{tp}, \quad (12)$$

или, при $S_{tp} = \tilde{S}_p$

$$S_0 \prod_{k=1}^p B_{tk} \tilde{S}_p = 0. \quad (13)$$

Таким образом, возможные состояния зависимых граничных параметров слева S_{k-1}^{kn} и справа S_k^{hn} от сечения $(k-1)$ будут связаны следующими соотношениями

$$S_{k-1}^{kn} + S_k^{hn} = E; \quad S_{k-1}^{kn} \cdot S_{tk}^{hn} = 0. \quad (14)$$

В теории графов [6] это свойство связано с операциями сложения и умножения по модулю 2 (mod 2), характерными для поля Галуа $GF(2)$.

Отмеченные зависимости позволяют сделать вывод, что булевы функции X , выражающие состояния граничных параметров стержней в разделяющих участках сечений, обладают свойством ортогональности. Это означает, что

$$\sum_{i=1}^n X_{k-1}^{(i)} X_k^{(i)} = 0. \quad (15)$$

Если следовать аналогии ортогональности собственных форм колебаний [8], то условие ортогональности (15) для каждого из состояний системы выражает факт равенства нулю работы всех внутренних сил на возможных перемещениях в разделяющих систему сечениях. Это подтверждается также исследованиями Г. Крона относительно инвариантности (неизменности) упругой энергии, которая означает, что накопленная упругая энергия в примитивной системе равна упругой энергии и в соединенной системе [5]. Кроме этого, автомат A с учетом соотношений (15) позволяет получить зависимости между переменными, которые связаны определенными логическими условиями в каждом сечении системы, отображают ее структурные свойства и могут служить основой для построения уравнений сечений или топологических уравнений [6].

Согласно [4, 9], если матрицу B можно представить в виде произведения некоторых матриц B_k , то и ассоциированная матрица M , составленная для B , равна произведению соответствующих ассоциированных матриц M_k , составленных для B_k . Поэтому уравнение частот в форме (13) можно выразить в виде последовательного произведения ассоциированных матриц [10] каждого из p участков системы

$$V_1 \prod_{k=2}^{p-1} M_k \tilde{V}_p = 0, \quad (16)$$

где V_1 и $\tilde{V}_p$ – матрица-строка и матрица-столбец 1-го и p -го участков.

Как и в предыдущем случае, уравнение (16) выражает условие ортогональности векторов с характеристиками участков и, очевидно, имеет энергетический смысл, как и условие ортогональности собственных форм колебаний стержня. Соотношения характеристических функций f_s и f_z в конечном автомате аналогичны уравнениям равновесия, а начальное состояние автомата в момент времени t_1 аналогично начальному распределению энергии в системе [11].

Если в результате разбиения множества состояний автомата A на p частей получено набор подмножеств состояний π , характеризуемых матрицами выходов $V_1, M_2, \dots, M_{p-1}, \tilde{V}_p$, то уравнение (16) будет выражать основную теорему декомпозиции [7]

$$\prod_{k=1}^p \pi_k = 0. \quad (17)$$

В другой форме [10, 11] уравнение (16) можно представить как сумму произведений выходов f_{zk} каждого подавтомата A_k при каждом возможном состоянии s_v в момент времени t_v , т.е.

$$\sum_{v=1}^s \left(\prod_{k=1}^p f_{zk} \right) = 0. \quad (18)$$

Множество входов автомата A определяется возможными входами подавтоматов $A_1, A_2, \dots, A_p$. Объединение множества состояний $A_1, A_2, \dots, A_p$ образует множество состояний S автомата A . Кодирование внутренних состояний имеет свои особенности, т.к. входы

k -й подсистемы связаны с входами $(k-1)$ -й и $(k+1)$ -й подсистем.

Для регулярных и квазирегулярных стержневых систем уравнения (13), (16) преобразуются к виду

$$S_0 B_{ik}^p \tilde{S}_p = 0; \quad V_1 M_k^{p-2} \tilde{V}_p = 0. \quad (19)$$

Этот случай представляет значительный практический интерес, т.к. такие конструкции получают все большее распространение в инженерной практике. В частности, квазирегулярные системы более технологичны в изготовлении, чем полностью нерегулярные и более экономичны по расходу материала по сравнению с регулярными [12].

Для описания колебаний таких систем следует использовать эквивалентные автоматы, имеющие одинаковые таблицы переходов, а также их свойства рефлексивности, симметричности и транзитивности [6, 11]. Очень часто встречаются почти регулярные конструкции с

периодической или кратной регулярностью (частично нерегулярные, бирегулярные и т.д.), для которых также могут использоваться эквивалентные автоматы и их минимальные формы.

К примеру, для продольных и поперечных колебаний составной бирегулярной балки [12], состоящей из последовательно соединенных длинных и коротких балок с различными характеристиками сечений на рис. 2 представлены графики изменения частотных параметров λ_{x1} , λ_{z1} первой зоны сгущения в зависимости от величины отношения номера формы колебаний i , количества пролетов p и значений ко-

эффициентов $c_x = \frac{\mu_1 l_1^2 F_2}{\mu_2 l_2^2 F_1}$, $c_z = \frac{\mu_1 l_1^4 J_{y2}}{\mu_2 l_2^4 J_{y1}}$. В пер-

вом случае продольных колебаний граничные условия для неразрезной балки приняты в виде заделки, во втором – в виде шарнирного опирания.

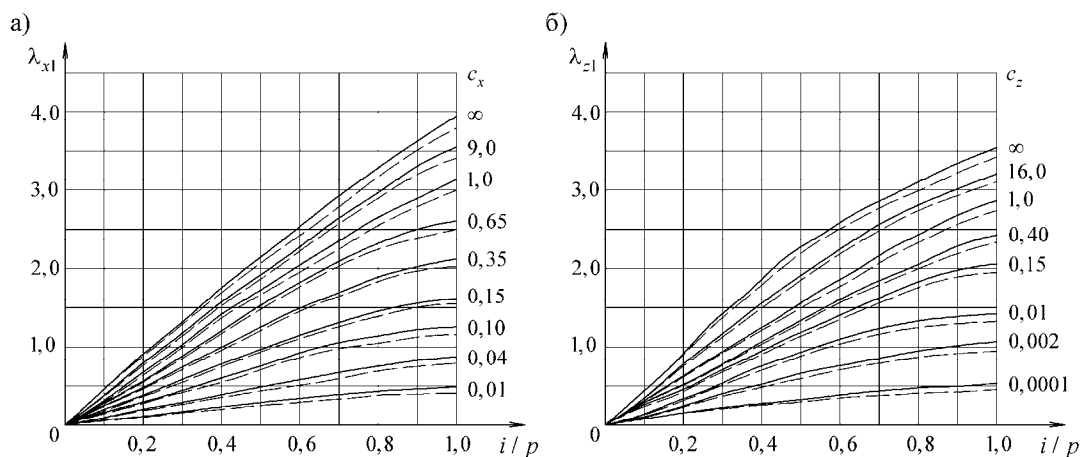


Рис. 2. Значения частотных параметров λ_{x1} , λ_{z1} для бирегулярных балок

Полученные решения сравнивались с результатами расчетов по МКЭ (пунктирные линии на рис. 2), которые оказались достаточно близкими для бирегулярных балок с распределенной и сосредоточенной массами. Следует отметить относительно высокую плотность частотного спектра, особенно при значениях коэффициентов c_x , $c_z > 1$.

Таким образом, необходимо получить минимальную (сокращенную) форму автомата A , в котором никакие два состояния не являются эквивалентными, а минимальный путь, составляющий полный контур системы, проходит через все состояния в автомате A только один раз. Такое представление автомата A является наиболее компактным в смысле количества ис-

пользуемых состояний. Следует также отметить широкие возможности применения графов и автоматов в нахождении оптимального пути решения задач динамики стержневых систем с наибольшей экономией вычислений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Распопов, А. С. Конечно-графовый подход к решению задач динамики стержневых конструкций [Текст] / А. С. Распопов // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2008. – Вип. 21. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2008. – С. 170-176.
2. Строительная механика. Применение метода граничных элементов [Текст] / под ред. В. А. Баженова. – Одесса: Астропринт, 2001. – 288 с.

3. Строительная механика. Динамика и устойчивость сооружений [Текст] / под ред. А. Ф. Смирнова. – М.: Стройиздат, 1984. – 416 с.
4. Ивович, В. А. Переходные матрицы в динамике упругих систем [Текст] : справочник / В. А. Ивович. – М.: Машиностроение, 1981. – 183 с.
5. Крон, Г. Исследование сложных систем по частям (диакоптика) [Текст] / Г. Крон. – М.: Наука, 1972. – 544 с.
6. Сигорский, В. П. Математический аппарат инженера [Текст] / В. П. Сигорский. – К.: Техника, 1975. – 768 с.
7. Кунцманн, Й. Булева алгебра и конечные автоматы [Текст] / Й. Кунцманн, П. Наслин. – М.: Мир, 1969. – 294 с.
8. Вибрации в технике [Текст] : справочник в 6 т. – Т. 1.: Колебания линейных систем / под ред. В. В. Болотина. – М.: Машиностроение, 1978. – 352 с.
9. Гантмахер, Ф. Р. Теория матриц [Текст] / Ф. Р. Гантмахер. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 552 с.
10. Эйхе, Г. Н. Приложение теории конечных автоматов к решению задач динамики стержневых конструкций [Текст] / Г. Н. Эйхе // Межвуз. сб. науч. тр. Днепропетр. ин-та инж. ж.-д. трансп. – 1985. – С. 91-105.
11. Гилл, А. Введение в теорию конечных автоматов [Текст] / А. Гилл. – М.: Наука, 1966. – 272 с.
12. Галишникова, В. В. Регулярные стержневые системы (теория и методы расчета) [Текст] / В. В. Галишникова, В. А. Игнатьев. – Волгоград: ВолгГАСУ, 2006. – 552 с.

Поступила в редколлегию 30.03.2009.

Принята к печати 09.04.2009.

ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ ТУНЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ У ВИПАДКУ ПРОГРЕСУЮЧОГО ОБВАЛЕННЯ

В роботі представлено результати розробки основ розрахунку та подальшого аналізу його результатів на основі енергетичної теорії міцності тунельних конструкцій. Проведено практичний розрахунок станції мілкового закладення колонного типу у випадку прогресуючого обвалення.

В работе представлены результаты разработки основ расчета и дальнейшего анализа его результатов на основе энергетической теории прочности тоннельных конструкций. Проведен практический расчет станции мелкого заложения колонного типа в случае прогрессирующего обрушения.

In the article the results of development of bases of calculation and further analysis of its results on the basis of energy durability theory of tunnel constructions are presented. The practical calculation of the shallow contour interval columnar station in the case of progressing cave-in is conducted.

Однією з існуючих тенденцій теоретичних досліджень і практичних розрахунків підземних споруд є застосування комплексного підходу при складанні програми досліджень. Так, до статичних розрахунків конструкцій підземних споруд для одержання більш інформативних даних додають різні види динамічних розрахунків (сейсмічні, імпульсні, ударні впливи) або враховують вплив технологічних процесів, що значно розширює знання про напружено-деформований стан (НДС) підземної споруди [1 – 4]. Безсумнівно, збільшення об'ємів досліджень при комплексному аналізі повинне обґрунтовуватися об'єктивними параметрами дії впливів, які не враховуються в статичних розрахунках, і важливістю їхнього урахування, тому що розширення аналітичних досліджень вимагає більших витрат, ніж звичайний статичний аналіз.

Однак, останнім часом у комплексний аналіз складних підземних споруд, таких як станції метрополітенів, крім розрахунків на динамічні навантаження й вирішення задач технологічного супроводу, стали вводити розрахунки на дію прогресуючого руйнування, хоча ні теоретичні основи, ні практичні й методологічні принципи даних розрахунків детально не розроблені.

Урахування локальних руйнувань й їхній вплив на виникнення й протікання процесу прогресуючого руйнування досить розроблене й систематизоване для цивільних монолітних і каркасних будівель і принципи, викладені в даних роботах, можна застосувати і для підземних споруд із урахуванням специфіки їхньої роботи [5, 6]. Основною відмінністю роботи наземних і підземних споруд є їхня робота разом з навколишнім масивом, що має в загаль-

ному випадку широкий спектр властивостей. Ця проблема не розглядається в даній роботі, однак урахування властивостей навколишнього масиву в подальших розрахунках проводиться.

До подальшого дослідження приймається станція метрополітену мілкового закладення колонного типу із взаємодією навколишнього масиву [7].

Процес прогресуючого руйнування припускає причиною свого виникнення нагромадження локальних деформацій у колоні з її подальшим критичним деформуванням, частковим і повним руйнуванням. Проліт, що збільшився через руйнування, між колонами може привести до руйнування прогону, що з'єднає систему колон, що надалі може викликати перенапруження елементів бічного й середнього тунелю, підвищене тріщиноутворення й можливе руйнування. Деградаційним впливом на колону передбачається імпульсний вплив, що приводить її не до повного руйнування, а лише до стану втрати стійкості.

Станції метрополітену повинні бути захищені від прогресуючого обвалення у випадку локального руйнування їхніх несучих конструкцій при аварійних впливах, не передбачених умовами нормальної експлуатації станцій метрополітену (пожежі, вибухи, ударні впливи транспортних засобів). Ця вимога означає, що у випадку аварійних впливів допускаються локальні руйнування окремих вертикальних несучих елементів, але ці початкові руйнування не повинні привести до обвалення або руйнування конструкцій, на які передається навантаження, що раніше сприймалася елементами, ушкодженими аварійним впливом. Розрахунок станційної конструкції у випадку локального руйну-

вання несучих елементів виконується тільки по граничних станах першої групи.

Для дослідження можливого прогресуючого руйнування створені дві моделі, в яких передбачений розвиток прогресуючого руйнування внаслідок поетапного руйнування колон (рис. 1).

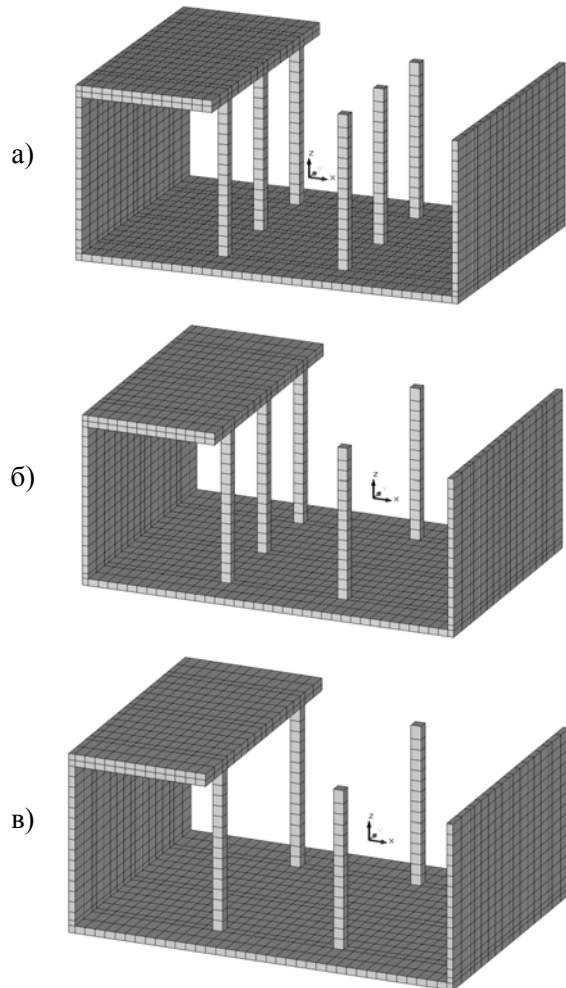


Рис. 1. Фрагмент моделей колонної станції – обробки (частина перекриття фрагментована): а) модель до руйнування (І етап); б) модель із однією зруйнованою колоною (ІІ етап); в) модель із двома зруйнованими колонами (ІІІ етап)

Оскільки в станціях метрополітену колона є найбільш напруженим елементом тунельної конструкції, її руйнування може бути причиною можливого подальшого прогресуючого обвалення. Для дослідження можливості утворення й розвитку цього процесу проведений числовий аналіз двох моделей, причому результати їхнього розрахунку порівнюються з результатами розрахунку без руйнування колон, тобто моделлю, представленою на рис. 1,а.

З можливих сценаріїв первинного деградаційного впливу на колони станції метрополітену обраний сценарій руйнування колон одного

ряду, як найбільш ймовірний. Тому в моделях відображена як можливість аналізу розвитку прогресуючого руйнування (поетапне руйнування колон і подальше руйнування перекриття), так і можливість дослідження випадку одночасного руйнування ряду колон як причини можливого одноразового руйнування станційної конструкції.

Перед аналізом напруженого стану елементів конструкції станції, що найбільше змінюється в процесі руйнування колон, слід зазначити, що розвиток переміщень у процесі прогресуючого руйнування також явно свідчить про значний вплив деградації внутрішніх конструкцій. Так, в шелізі середнього пасажирського тунелю значення вертикальних переміщень наступні: на І етапі – 37 мм, на ІІ етапі – 42 мм, на ІІІ етапі – 49 мм. Горизонтальні переміщення незначні (до 1 мм на ІІІ етапі) і відрізняються змінним характером: явно здобуваючи нерівномірний характер на ІІ етапі, вони знову стають рівномірними на ІІІ етапі, що обумовлено поверненням конструкції на цьому етапі до симетрії. Також слід зазначити, що на ІІ етапі характер деформування незруйнованої колони є нерівномірним і дає можливість зробити висновок про її локальні руйнування в місцях кріплення до перекриття й лоткової частини.

Складність аналізу результатів досліджуваних моделей полягає в тому, що на кожному етапі напружений стан якісно значно змінюється, що відбивається в зміні місця розташування концентраторів. Так, концентратори вгорі й внизу колони на І й ІІ етапі зникають через руйнування колон, незмінними залишаються концентратори в кутах станційної конструкції. Для того, щоб провести кількісний аналіз, скористаємося енергетичною теорією міцності. Для подальшого розрахунку конструкції на міцність, який буде проводитися лише по бетону, тобто на тріщиностійкість, застосовується формула четвертої теорії міцності (енергетична), виразом для якої є

$$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_x \sigma_z + \sigma_z^2 + 3\tau_{xz}^2} \leq [\sigma],$$

де σ_x та σ_z – компоненти нормальних напружень по глобальних осях X та Z ; τ_{xz} – дотична компонента в площині XZ ; $[\sigma]$ – межа міцності матеріалу, для бетону В30 межа міцності $[\sigma] = 21,0$ МПа.

На рис. 2 і 3 наведені ізолінії й ізополя напруженого стану фрагмента моделей станційної конструкції в місці руйнування колони або ряду колон.

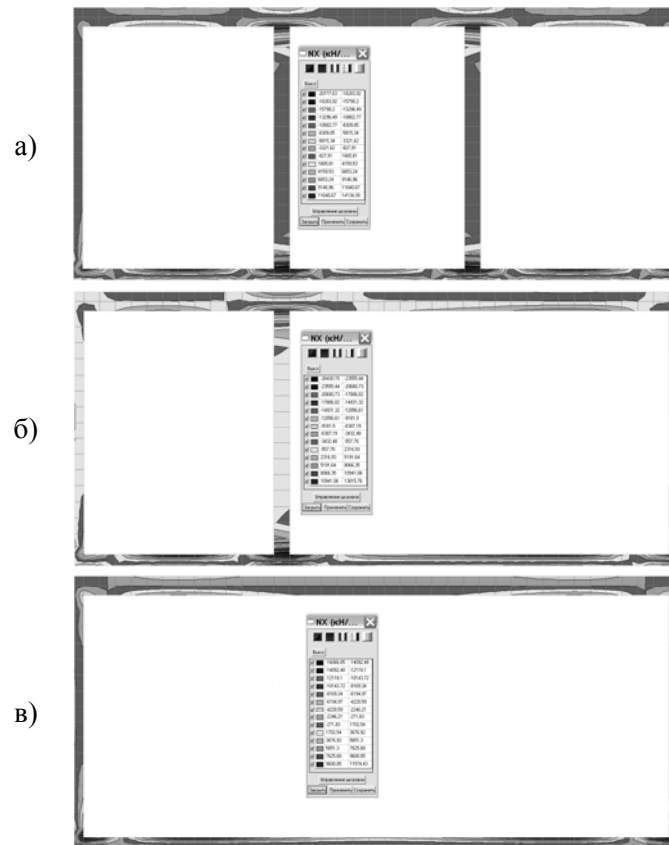


Рис. 2. Напряженный стан фрагмента станционной конструкции (горизонтальные напряжения):
а) I этап; б) II этап; в) III этап

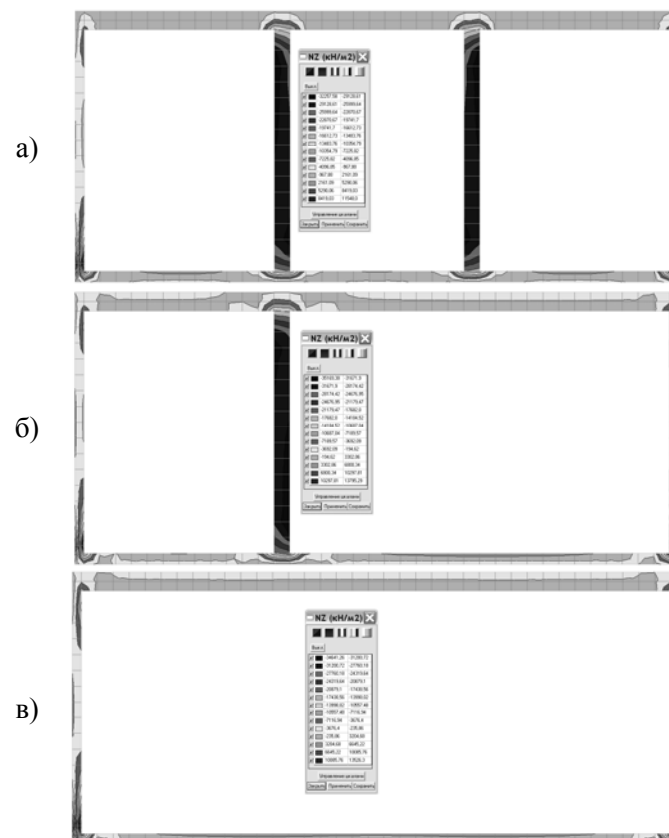


Рис. 3. Напряженный стан фрагмента станционной конструкции (вертикальные напряжения):
а) I этап; б) II этап; в) III этап

Пошук еквівалентних напружень по енергетичній (четвертій) теорії міцності проводився в точках, місце розташування яких наведено на рис. 4.

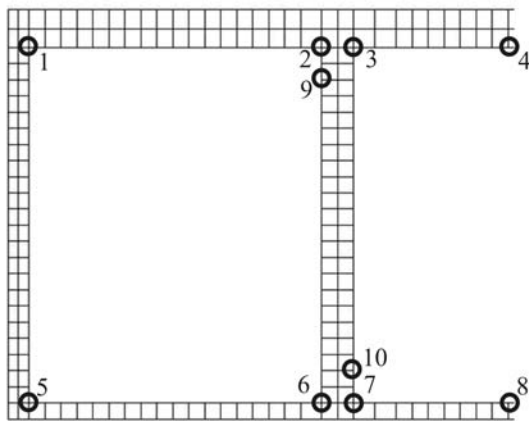


Рис. 4. Схема точок-концентраторів напружень

Як видно з табл. 1, значення еквівалентних напружень у випадку власної ваги в деяких точках досягають межі міцності матеріалу на стиск (бетон класу В30 $[\sigma] = 21$ МПа), а значення коефіцієнтів запасу свідчить про те, що умова міцності не виконується.

Таблиця 1

Еквівалентні напруження (енергетична теорія міцності) та запаси міцності по бетону в точках концентрації

Номер точки	Еквівалентні напруження, МПа $\sigma_{\text{екв}}^{\text{IV}}$ / Коефіцієнт запасу $n = [\sigma] / \sigma_{\text{екв}}^{\text{IV}}$		
	I етап	II етап	III етап
1	11,7/1,8	5,5/3,81	13,6/1,54
2	21,0/1,0	28,6/ 0,73	2,0/10,5
3	21,0/1,0	28,6/ 0,73	2,0/10,5
4	8,9/2,35	1,0/21	1,3/16,2
5	29,3/ 0,72	32,9/ 0,64	33,4/ 0,61
6	34,3/ 0,61	41,7/ 0,5	11,6/1,8
7	34,3/ 0,61	41,7/ 0,5	11,6/1,8
8	12,7/1,65	5,2/4,03	6,0/3,5
9	33,0/ 0,63	37,0/ 0,57	–
10	33,0/ 0,63	37,0/ 0,57	–

Значення коефіцієнтів запасу, менші одиниці, для точок 5 – 7, 9 та 10 на I етапі роботи станційної конструкції (без руйнування) свідчить про можливе локальне тріщиноутворення бетону. Однак, про руйнування залізобетонного елемента стверджувати не можна, тому що відшукування еквівалентних напружень по енергетичній теорії проводилося тільки для бетону.

Загальне зниження запасу міцності в точках концентрації на II етапі роботи станційної конструкції (до 43...50 %) свідчить про негативний вплив руйнування однієї колони.

Декілька парадоксальною виглядає картина еквівалентних напружень і запасу міцності на III етапі роботи, тому що напруження значно зменшилися, а значення запасу міцності (крім точки 4 – кут з'єднання стіни й лоткової частини) значно зросли. Така картина пояснюється тим, що наявність двох (I етап) або однієї (II етап) колон перетворюють конструкцію станції в статично невизначену зі значною перенапруженням в системі колон. При руйнуванні ряду колон (прочерки в концентраторах 9 й 10 показують їхню відсутність) напружений стан частини конструкції між збереженими рядами перерозподілилося у бік зменшення, тому що самі навантажені елементи зі статично невизначеної системи вилучені.

Для того, щоб більш детально розглянути дію прогресуючого руйнування, крім розглянутих еквівалентних напружень у фрагменті моделей, також проаналізуємо розподіл компонентів напружень в системі колон (рис. 5).

Найбільш негативний вплив на напружений стан деградації колони проявляється на II етапі, тому що крім перенапруження в конструкції відзначається явно нерівномірний розподіл напружень.

Розглядаючи концентратори 9 і 10 у крайніх рядах колон, можна спостерігати зміну еквівалентних напружень у ході прогресуючого обвалення:

I етап – 33,4 МПа (коефіцієнт запасу 0,63);
II етап – 46,3 МПа (коефіцієнт запасу 0,45);
III етап – 50,6 МПа (коефіцієнт запасу 0,42).

Зі зміни значень коефіцієнта запасу в крайніх рядах колон видно, що руйнування однієї колони або ряду колон найбільше впливає на напруження ближніх до місця руйнування рядів колон.

Після руйнування в точках концентрації 9 та 10 значної частини бетону однієї колони й подальшого руйнування її арматури, можна прогнозувати руйнування колони того ж ряду, причому рівень напруженого стану стін, перекриття й лоткової частини зменшується.

Однак, при видимому зменшенні напружень в станційній конструкції, вони значно збільшуються в сусідніх рядах колон, причому значення коефіцієнтів запасу дуже малі, тобто ймовірно подальше руйнування рядів колон, а при розвитку критичної відстані в перекритті, існує можливість подальшого росту напружень і повного обвалення конструкції станції.

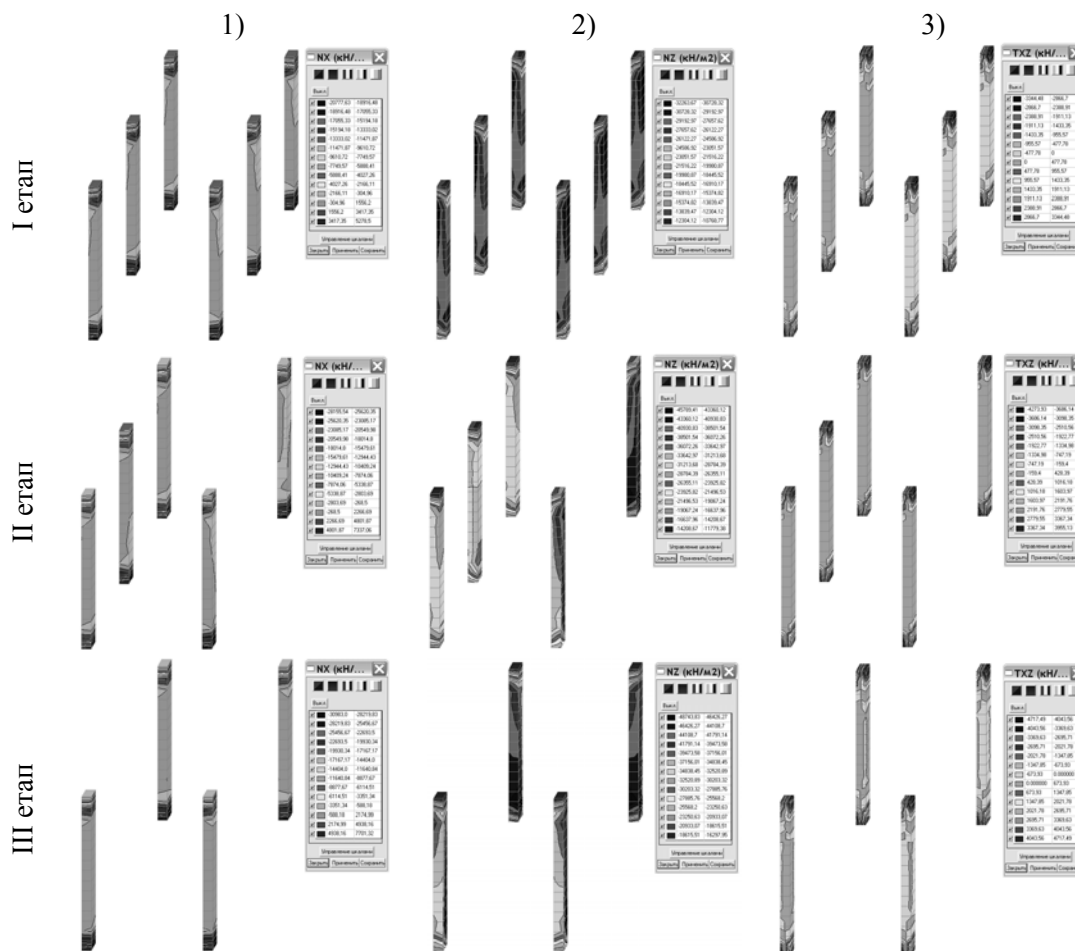


Рис. 5. Напружений стан системи колон: 1) горизонтальні напруження; 2) вертикальні напруження; 3) дотичні напруження

З проведеного аналізу, який є частиною комплексного аналізу тунельних конструкцій, витікає, що він є вельми актуальним в умовах сучасної ситуації зростаючого тероризму, і його проведення, хай і в статусі перевірконого, повинно бути відображено в нормах і правилах для метрополітенів. Причому, можливість прогресуючого обвалення була визначена лише після детального аналізу напруженого стану поетапної деградації колон і не була явно вираженою.

БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Петренко, В. Д. Способ комплексной оценки физического состояния системы «крепление – массив» при сейсмических взаимодействиях [Текст] / В. Д. Петренко, А. П. Букань, А. Л. Тютькин. // Геотехнічна механіка. – Д.: ІГТМ НАНУ ім. М. С. Полякова, 2003. – Вип. 42. – С. 204-208.
2. Петренко, В. Д. Комплексный анализ конструкции колонной станции метрополитена [Текст] / В. Д. Петренко, А. Л. Тютькин, В. И. Петренко. // Науковий вісник Нац. гірничого ун-ту. – № 9. – Д.: НГУ, 2007. – С. 61-65.
3. Тютькин, А. Л. Концепция статусности в комплексном анализе прочности конструкций подземных сооружений [Текст] / А. Л. Тютькин // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2008. – Вип. 25. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2008. – С. 110-117.
4. Юркевич, П. Б. Подземное проектирование – комплексный подход [Текст] / П. Б. Юркевич // Метро и тоннели. – 2002. – № 5. – С. 24-29.
5. Рекомендации по защите жилых каркасных зданий при чрезвычайных ситуациях [Текст]. – М.: Москомархитектура, 2002. – 11 с.
6. Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения [Текст]. – М.: Москомархитектура, 2005. – 40 с.
7. Петренко, В. Д. Поетапный анализ прогрессирующего разрушения конструкции станции метрополитена колонного типа [Текст] / В. Д. Петренко, А. Л. Тютькин, В. И. Петренко // Матеріали. міжн. конф. «Форум гірників – 2008», 13 – 15 жовтня 2008 р. – Д.: Нац. гірничий ун-т, 2008. – С. 163-167.

Надійшла до редколегії 17.06.2009.
Прийнята до друку 25.06.2009.

С. М. БАГИРОВ, Л. М. ГАСРАТОВА (Азербайджанский Технический Университет, Баку, Азербайджан)

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНТЕРМОДАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПРОПУСКА НЕФТЕПРОДУКТОВ ЧЕРЕЗ РЕСПУБЛИКУ АЗЕРБАЙДЖАН

Розглянуто структурно-функціональний аналіз залізнично-морського маршруту Бейнеу (Небіт-даг) – Актау (Туркменбаші) – Дюбенді – Поті (Батумі) – Іллічівськ (Варна). Створено інтермодальну схему пропуску матеріального потоку нафтопродуктів, наведено аналіз технічного розвитку вузла Дюбенді, запропоновано його нову схему, яка дозволяє прискорити завантажувальні операції.

Рассматривается структурно-функциональный анализ железнодорожно-морского маршрута Бейнеу (Небит-даг) – Актау (Туркменбаша) – Дюбенди – Потти (Батуми) – Ильичевск (Варна). Создана интермодальная схема пропуску материального потока нефтепродуктов, приведен анализ технического развития узла Дюбенди, предложена его новая схема, позволяющая ускорить загрузочные операции.

In the article the structural-and-functional analysis of railway-sea route Beyneu (Nebit-dag) – Aktau (Turkmenbashi) – Djubendi – Poti (Batumi) – Illichivs'k (Varna) has been considered. Also the intermodal scheme of material stream of oil products has created, the analysis of technical development of Djubendi junction has been presented, and its new scheme that allows accelerating the loading operations has been offered.

Постановка задачи

Как известно, при перевозке нефтепродуктов по маршруту Бейнеу (Небит-даг) – Актау (Туркменбаша) – Дюбенди – Потти (Батуми) – Ильичевск (Варна) поток проходит в транспортных узлах в порт Актау (Туркменбаша) с железной дороги на судна, с порта Актау (Туркменбаша) на порт в Баку (Дюбенди), с Дюбенди на железнодорожный узел Беюк-Кярик, оттуда в Батуми (Потти), далее на судна в Ильичевск (Варна).

Таким образом, нефтепродукты пересекают две межгосударственные границы, где дополнительно требуется таможенное оформление [1]. Поэтому срок доставки нефтепродуктов за счет продолжительности выполнения цикла необходимых операций и пассивных простоев соответственно возрастает [2]:

$$T_{\Pi} = T_{y0} + T_{y1} + T_{y2} + T_{y3} + T_{y4} + T_{y5} + T_{ж} + T_{МК} + T_{МЧ},$$

где T_{y0} , T_{y1} , T_{y2} , T_{y3} , T_{y4} , T_{y5} – продолжительность выполнения цикла операций в узлах, включая ожидания; $T_{ж}$, $T_{МК}$, $T_{МЧ}$ – продолжительность перемещения нефтепродуктов в линейных модулях железнодорожного, морского (по Каспийскому и Черному морю) транспорта.

Общая интермодальная схема пропуску материального потока нефтепродуктов представлена на рис. 1. В рассмотренной системе имеет

место транспортная модель с шестью терминалами.

Время перегрузки в Терминале 1 делится на две части. Применительно к системам 1-2, Терминал 2 к системам 2-3 и т.д.

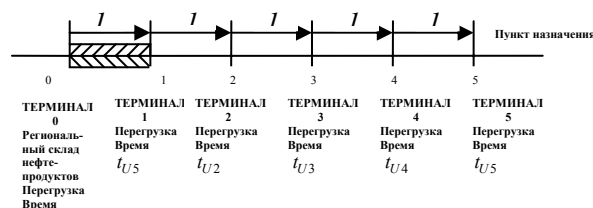


Рис. 1. Модель с шестью терминалами

Интермодальная схема пропуску материального потока в системе «производство – транспорт – потребление» состоит из железнодорожной сети (0-1) – Бейнеу (Небит-даг) – Актау (Туркменбаша) (со складом нефтепродуктов), морского транспорта (1-2) – Актау (Туркменбаша) – Баку (Дюбенди), железнодорожной сети (2-3) – Баку (Дюбенди) – Потти (Батуми), морского транспорта (3-4) – Потти (Батуми) – Ильичевск (Варна), железнодорожной сети (4-5) – Ильичевск (Варна) – потребитель.

Следует отметить, что структуры станций и узлов, где осуществляются операции по перевалке нефтепродуктов, заметно усложняются. Резервы по повышению эффективности перевозок кроются и в совершенствовании технологии взаимодействия припортовых железнодорожных

Перевозка нефтеналивных грузов в республике составляет 72 % всех перерабатываемых грузов. В этом случае необходимо учитывать некоторые особенности в формировании логистических схем перевозки нефтепродуктов и композиции элементов станций в узлах. В первую очередь, это – специализация пунктов налива (слива) по видам нефтепродуктов (свет-

```

graph LR
    A[узел, перевалка] -- Ж/Д --> B[Поти трансп. узел перевалка]
    A -- Ж/Д --> C[Багуми трансп. узел перевалка]
    B -- "Черн. м" --> D[Ильичевск грузоот-правитель]
    C -- "Черн. м" --> E[Варна грузоот-правитель]
    D --> F[Ожидание выгрузки и выгрузка груза]
    E --> F
  
```

узел, перевалка

Ж/Д

Поти трансп. узел перевалка

Черн. м

Ильичевск грузоот-правитель

Багуми трансп. узел перевалка

Черн. м

Варна грузоот-правитель

Ожидание выгрузки и выгрузка груза

ский маршрут

Современные логистические подходы к схемам транспортных объектов требуют создания терминалов сквозного типа, в которых обеспечивается поточная технология с высоким уровнем информации и автоматизации производственных процессов.

На рис. 3 представлена новая схема станции Дюбенди, где нами предлагается выделить спе-

122

Логистическая схема переработки порожних цистерн, их распределения и налива приведена на рис. 4.

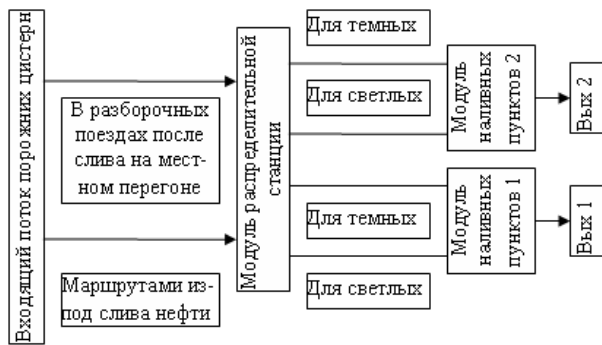


Рис. 4. Логистическая схема переработки порожних цистерн

Рассмотренная логистическая система состоит из объектов, взаимосвязанных в едином процессе управления материальными потоками нефтепродуктов и сопутствующими им потоками информации и документов. Эти три вида операций можно представить в виде векторно-скалярных компонентов, которые образуют логистические цепи.

Между этими компонентами имеется функциональная взаимосвязь и взаимозависимость, которая отражается вертикальными связями, т.е.:

$$\left. \begin{array}{ccc} m_0 \rightarrow \dots \rightarrow m_5 \\ \updownarrow & & \updownarrow \\ u_0 \rightarrow \dots \rightarrow u_5 \\ \updownarrow & & \updownarrow \\ g_0 \rightarrow \dots \rightarrow g_5 \end{array} \right\}. \quad (1)$$

Переход от одного элемента к другому в линейном пространстве совершается за время $t_0 - t_5$ и, учитывая, что величины потоков удовлетворяют принципу аддитивности, получим:

$$\left. \begin{array}{l} M(t) = \sum_{i=5}^0 m_i(t_i) \\ U(t) = \sum_{i=5}^0 u_i(t_i) \\ G(t) = \sum_{i=5}^0 g_i(t_i) \end{array} \right\}. \quad (2)$$

Поток цистерны с нефтепродуктами и порождаемые им информационный и докумен-

тальный потоки несут признак векторности (направления, адресата). В параметрах времени выполнения операций и времени перерывов, вызванных горизонтальными и вертикальными связями логистических цепей, векторно-скалярная модель может быть сформулирована в виде [3]:

$$\left. \begin{array}{ccc} \sum t_0 & \sum t_5 \\ m_0 \rightarrow \dots \rightarrow m_5 \rightarrow \\ t_0 \uparrow & t_5 \uparrow \\ \downarrow t_0' & \downarrow t_5' \\ \sum t_0' & \sum t_5' \\ u_0 \rightarrow \dots \rightarrow u_5 \rightarrow \\ t_0' \uparrow & t_5' \uparrow \\ \downarrow t_0'' & \downarrow t_5'' \\ \sum t_0'' & \sum t_5'' \\ g_0 \rightarrow \dots \rightarrow g_5 \rightarrow \end{array} \right\}. \quad (3)$$

В этой модели скалярные величины имеют вид:

$$\sum_{i=0}^5 m_i = M; \quad \sum_{j=0}^5 u_j = U; \quad \sum_{k=0}^5 g_k = G, \quad (4)$$

где M – объем партии нефтепродуктов; U – объем информации, связанной отправлением, доставкой и получением груза; G – объем документации в единицах информации.

Логистический норматив перевозки одной партии нефтепродуктов от отправления до получения представляет собой величину времени:

$$\sum_{l=0}^5 T_{Ml} = \left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=0}^5 T_{m_i} \\ \sum_{j=0}^5 T_{u_j} \\ \sum_{k=0}^5 T_{g_k} \end{array} \right\}. \quad (4)$$

Таким образом, получена общая схема функционирования логистического модуля, куда входит: входящий поток требований; количество заявок, ожидающих обслуживания в модуле, обслуживаемых и ожидающих выхода из модуля; пост и места ожидания обслуживания и выхода из модуля потока нефтепродуктов.

Вывод

В статье была определена интермодальная схема пропуска нефтепродуктов в системе «добыча – транспорт – потребление», куда входит модель с шестью терминалами; предложена новая схема перевалочной станции Дюбенди, сюда переведена промывочно-пропарочная и сортировочная станция; здесь для двухстороннего расформирования и формирования состава, обеспечения гибкой работы сортировочного парка и, в целом, наливной станции, предлагается иметь две изолированные сортировочные вытяжки по одной в каждом конце парка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Багиров, С. М. Логистическое управление в интермодальной схеме пропуска нефтепродуктов «Актау-Дюбенди-Поти» [Текст] / С. М. Багиров, Л. М. Гасратова // Scientific Works. – 2006. – № 4. – Баку: АзТУ, 2006. – С. 72-74.
2. Неруш, Ю. М. Логистика [Текст] / Ю. М. Неруш. – М.: Проспект, 2008. – 348 с.
3. Логистические транспортно-грузовые системы [Текст] / под ред. д.т.н. В. М. Николашина. – М.: ACADEMIA, 2003. – 304 с.

Поступила в редколлегию 08.09.2009.

Принята к печати 16.09.2009.

Л. М. БАНДОРІНА, Л. М. САВЧУК, Т. О. КЛИМКОВИЧ (НМетАУ,
Дніпропетровськ)

ПРОБЛЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКСПЕРТНО-АНАЛІТИЧНИХ ЗАВДАНЬ ІЗ УРАХУВАННЯМ ШИРОКОГО СПЕКТРА НЕЧІТКИХ ДАНИХ І ФАКТОРІВ

У статті розглянуто теоретичні аспекти здійснення обґрунтованого переходу від класичних імовірнісних моделей і експертних оцінок до нечітко-множинних описів при моделюванні експертно-аналітичних систем.

В статье рассмотрены теоретические аспекты осуществления обоснованного перехода от классических вероятностных моделей и экспертных оценок к нечетко-множественным описаниям при моделировании экспертно-аналитических систем.

In the paper there are considered the theoretical aspects of realization for well-grounded transition from classic stochastic models and expert judgments to fuzzy-set descriptions at modeling of expert analytic systems.

ВСТУП

Широкий спектр можливих застосувань теорії нечітких множин – від оцінки ефективності інвестицій до кадрових рішень – з використанням відповідних математичних моделей вже отримав своє визнання в економіці. Активна розробка нових формалізмів теорії нечітких множин і побудова математичних моделей сприяє подальшому вирішенню реальних завдань. З'являються програмні продукти й інформаційні технології, що вирішують економічні завдання з використанням нечітко-множинних описів [1, с. 56], освітлюють проблему моделювання банківських ризиків, маркетингу, логістики, у цілому складних систем і дають можливість рішення експертно-аналітичних завдань на основі нечітких уявлень.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Враховуючи те, що розробки в області нечітких множин здобувають виразну практичну спрямованість, метою даного дослідження є аналіз нових можливостей моделювання і рішення експертно-аналітичних завдань у бізнесі із урахуванням широкого спектра нечітких даних і факторів, що відповідає потребам аналітичної роботи в банках, страхових, інвестиційних й інших компаніях, державних установах і т.д.

Головний напрям застосування теорії нечітких множин в економіці, фінансах та численних прикладних областях (від конкретних технічних рішень до систем організаційного керування у вигляді ситуаційних центрів, розподілених систем керування бізнес-процесами, аналітич-

них програмних продуктів оцінювання й прогнозування, комплексів управління ризиками банків і т.ін.) – це обґрунтування форм функцій приналежності відповідних нечітких чисел і класифікаторів, використовуваних у моделі. Якщо всі вихідні дані моделі, що мають нечітке вираження, обґрунтовані, то існує можливість одержати результуючі показники на основі відповідних методів, а саме: методи, надані в детермінованій постановці завдання, перетворюються до нечіткого виду, а класичні обчислення замінюються «м'якими обчисленнями». Проблема виникає тоді, коли результуючий показник, отриманий у нечіткому виді, вимагає кількісної і якісної інтерпретації.

Незважаючи на значну кількість серйозних наукових досліджень, теоретичних робіт і численних публікацій, проблема ефективного застосування нечітко-множинних описів для рішення експертно-аналітичних завдань освітлена в науці явно недостатньо. У ряді робіт пропонуються моделі, що містять нечітко-множинні описи, однак цим роботам бракує якісної інтерпретації результатів, отриманих на основі пропонованої моделі.

Також недостатньо спеціалізованих програмних засобів вирішення експертно-аналітичних завдань, заснованих на нечітких моделях. Такі програми в Україні повністю відсутні.

На сьогодні реалізовані й можуть бути використані різні варіанти побудови нечітких мір, що описують нечіткі дані. Нечіткі міри надають можливість по формалізації й поданню в аналітичних завданнях нечітких даних з погляду моделювання:

- a) суджень (понять) при використанні каналу спостереження;
- b) інформаційних одиниць для представлення в класичних базах даних;
- c) невизначених оцінок об'єктів.

Всі методи побудови нечітких мір можуть бути розбиті на дві групи [1, с. 54-55]: прямі й непрямі методи. До прямих методів відносяться:

- 1) параметричне настроювання функцій, а саме:
 - трапецієподібні функції;
 - колоколообразні функції «Близько»;
 - сукупність функції «Складні судження»;
 - перетворення функцій «стиск – розтягання»;
 - опуклі оболонки функцій;
- 2) пряме завдання функцій розподілу міри, а саме:
 - настроювання поточкове;
 - апроксимації.

До непрямих методів відносять:

- 1) парні порівняння;
- 2) множинні порівняння.

Існують переваги й недоліки підходів до визначення розподілів нечітких мір. Розглянемо можливість використання методу параметричного настроювання функцій (трапецієподібні функції).

РЕЗУЛЬТАТИ

Використання нечітко-множинних описів і моделювання в умовах невизначеності дозволяє сьогодні звернути увагу на ряд переваг від застосування нечітких формалізмів при вирішенні експертно-аналітичних завдань.

По-перше, нечіткі множини повно описують суб'єктну активність осіб, що приймають рішення. Непевність експерта в оцінці може моделюватися функцією приналежності, носієм якої виступає припустима множина значень аналізованого фактору. Крім цього, особа, що приймає рішення, одержує можливість кількісної інтерпретації ознак, які спочатку були сформульовані якісно, у термінах природної мови.

По-друге, нечіткі множини дозволяють планувати фактори в часі, коли їхня майбутня оцінка ускладнена (розмита, не має достатніх імовірнісних підстав). Таким чином, всі сценарії по тих або інших окремих факторах можуть бути зведені в один загальний сценарій у формі, наприклад, трапецієвидного числа [3, с. 61-62], де виділяються чотири точки (рис. 1):

- 1) мінімально можливе значення фактору:

$$\varphi_1^-(x_d) = \min_m \{a_m\};$$

- 2) найбільш очікувані значення фактору:

$$\varphi_2^-(x_d) = \min_m \{\max_m(a_m), \min_m(b_m)\},$$

$$\varphi_2^+(x_d) = \max_m \{\max_m(a_m), \min_m(b_m)\};$$

- 3) максимально можливе значення фактору:

$$\varphi_1^+(x_d) = \max_m \{b_m\}.$$

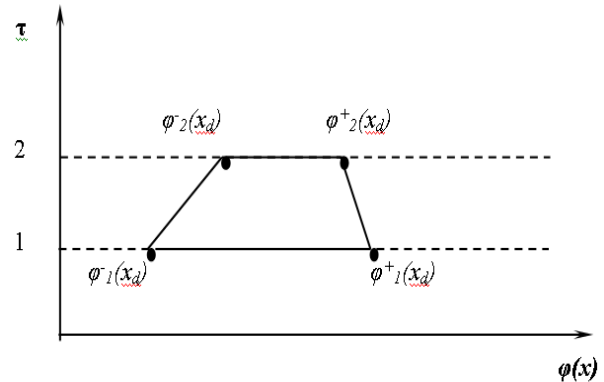


Рис. 1. Інтегральні оцінки у вигляді трапецієподібного нечіткого числа

При цьому ваги окремих сценаріїв у структурі зведеного сценарію визначаються як трапецієвидна функція приналежності рівня фактора нечіткій множині, а τ_i – ваговий коефіцієнт пріоритету інтегральної оцінки i -го ступеня певності.

Застосовування нечітко-множинних описів створює платформу для інтеграції принципово різномірних знань у рамках однієї аналітичної моделі. Це обумовлено тим, що дослідник може в межах однієї моделі формалізувати і особливості досліджуваного об'єкта, і пізнавальні особливості пов'язаних із цим об'єктом суб'єктів (менеджера, аналітика), створюючи експертну модель у структурі узагальненої аналітичної моделі.

Оскільки при моделюванні випадкових процесів не обійтися без імовірнісних розподілів, існує можливість синтезу імовірнісних і нечітко-множинних описів, яка може бути реалізована у вигляді імовірнісних розподілів з нечіткими параметрами. При такому підході трикутні параметри розподілу встановлюються на основі процедури визначення ступеня правдоподібності.

Виникає реальна можливість одержати принципово новий метод комплексного аналізу, заснований на ув'язуванні ряду окремих показників у єдиний комплексний показник стану досліджуваного об'єкта (системи).

Нечіткі множини надають можливість відмовитися й від сценарного моделювання при вирішенні експертно-аналітичних завдань. Передбачається, що всі можливі сценарії розвитку подій, що відображаються у вхідних параметрах моделі (наприклад, рівень витрат, дохід, фактор дисконтування й ін.) враховані у відповідних нечітких оцінках, а ваги входження відповідного сценарію в повну групу характеризуються функцією приналежності відповідного трапецієподібного нечіткого числа.

Загальновживаними функціями у випадку трапецієподібного нечіткого числа є трапецієподібні функції приналежності. Верхня границя трапеції відповідає повній упевненості експерта в правильності своєї класифікації і функція приналежності $\mu(x)$ у цій зоні приймає значення рівне 1. Нижня границя трапеції відповідає упевненості в тім, що ніякі інші значення інтервалу $(0, 1)$ не попадають в обрану нечітку підмножину (рис. 2). Функція приналежності $\mu(x)$ у цій зоні приймає значення рівне 0.

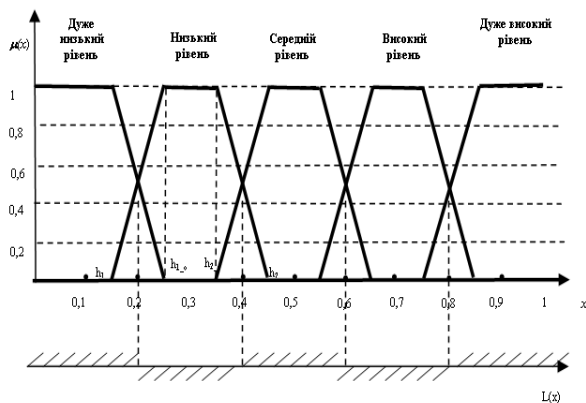


Рис. 2. П'ятирівневий класифікатор станів параметра і лінгвістична шкала

Вузлові точки класифікації (див. рис. 2) можна визначити за принципом:

$$\alpha = \left\{ \begin{array}{l} \frac{h_{i1} + h_{i2} + 2 \frac{h_{i1\_o} + h_{i2\_o}}{2}}{3} = \\ = \frac{h_{i1} + h_{i2} + 2h_{i1\_o} + 2h_{i2\_o}}{6} \end{array} \right\},$$

де h_{i1_o}, h_{i2_o} – абсциси максимумів відповідних i -тих функцій приналежності на $[0, 1]$ -носії;
 h_{i1}, h_{i2} – абсциси мінімумів відповідних i -тих функцій приналежності на $[0, 1]$ -носії.

Результати обчислень дозволяють отримати множину вузлових точок $\alpha_j = (0.1, 0.3, 0.5, 0.7,$

$0.9)$, які також є абсцисами максимумів відповідних функцій приналежності на $[0, 1]$ -носії.

На п'ятирівневому класифікаторі можливо, наприклад, реконструювати результуюче нечітке число NPV шляхом апроксимації (заміни) його функції приналежності μ_{NPV} ламаною кривою по інтервальних точках. У результаті такої реконструкції експертам надається можливість одержати висновок, що чиста поточна вартість проекту перебуває в тому або іншому інтервалі значень, який може бути визначений лінгвістичними змінними [Дуже низький рівень, Низький рівень, Середній рівень, Високий рівень, Дуже високий рівень] (рис. 3). Така класифікація дозволяє виділити інтервал неприйнятних значень результуючого нечіткого числа NPV .

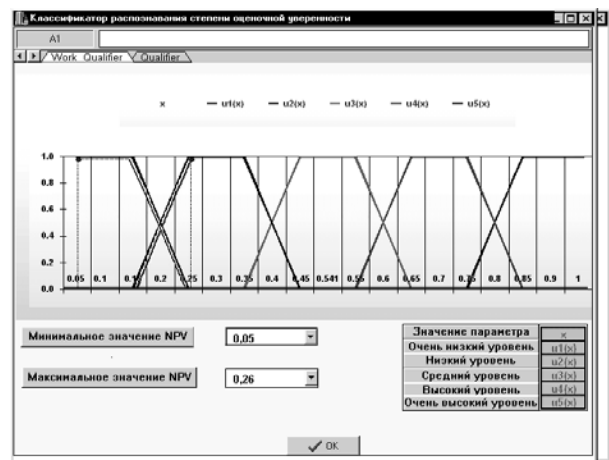


Рис. 3. Реконструйоване результуюче нечітке число NPV

Матричний метод агрегування даних на основі нечіткого класифікатора дозволяє переходити від кількісних і якісних значень окремих факторів до єдиного комплексного показника стану системи і відповідного ступеня ризику. Можна, наприклад, скористатися матричною схемою для побудови методів експертно-аналітичної оцінки якісного рівня цінних паперів – рейтингу облігацій, скорінгу акцій.

Суть матричних методів агрегування даних на основі нечіткого класифікатора полягає в тім, що будується матриця, де по рядках розташовуються окремі кількісні показники, які характеризують різні сторони системи, а по стовпцях розташовуються якісні рівні даних показників, виражені природною мовою (наприклад, «низький», «середній», «високий»). На перетині рядків і стовпців розташовується ступінь приналежності поточного кількісного рівня критерію якісній підмножині, що обмірювана певним чином.

Співвідношення імовірнісних, нечітко-множинних та експертних описів стосовно до ефективності вирішення експертно-аналітичних завдань доводить, що в міру посилення інформаційної невизначеності класичні імовірнісні описи поступаються місцем, з одного боку, суб'єктивним ймовірностям, заснованим на експертній оцінці, а, з іншого боку, ймовірностям, визначеним не кількісно, а якісно (приблизно). При цьому точкові оцінки імовірнісних розподілів для експертних методів будуть замінюватися інтервальними оцінками, а для методів теорії нечітких множин – трикутно-нечіткими оцінками.

Якщо потік вихідних даних математичної моделі можливо спостерігати як статистику, то можна досліджувати цю статистику на основі імовірнісних моделей. Але, якщо статистики нема, то в експерта з'являється необхідність урахувати інформаційну невизначеність із застосуванням нечітких формалізмів. Величезна кількість інформації з експертно-аналітичної оцінки систем міститься у важко формалізованих інтуїтивних перевагах особи, що приймає рішення. Якщо ці переваги і допущення обумовити через вербальну (усну) форму, вони відразу ж можуть одержати кількісну оцінку на базі формалізмів теорії нечітких множин і скласти відособлений блок первинної інформації (експертну модель). Таким чином, експерт має можливість вирішити поставлену задачу шляхом заміщення кількісних ймовірностей якісними (лінгвістичними в значенні Л. Заде [2, с. 14]) і шляхом розпізнавання стану досліджуваних систем з використанням нечітких класифікаторів. У цих випадках ключовим модельним формалізмом є функція приналежності нечіткої підмножини лінгвістичній змінній, заданій на відповідному речовинному носії.

Комплексний аналіз в рамках однієї експертно-аналітичної моделі на основі так званих матричних методів може об'єднувати якісні й кількісні оцінки рівня досліджуваних показників. Нечіткі описи в структурі експертно-аналітичної моделі з'являються у зв'язку з непевністю експерта, що виникає в ході класифікації рівня факторів.

Інформація такої експертно-аналітичної моделі породжує інформаційну ситуацію щодо рівня вхідної невизначеності моделі системи. Вона виступає як фільтр для первинних оцінок факторів, перетворюючи їх з ряду спостережень у функції приналежності відповідного носія тим або іншим нечітко описаним станам рівня факторів. Тому від нечіткої оцінки вхідних параметрів після ряду перетворень є мож-

ливість перейти до єдиного комплексного показника стану досліджуваної системи, що забезпечить оптимізацію прийняття рішень і підвищить їх обґрунтованість.

ВИСНОВКИ

Застосування теорії нечітких множин для вирішення експертно-аналітичних завдань дозволяє одержати принципово нові моделі й методи. При цьому евристичний характер використовуваних прийомів моделювання експертної активності не свідчить проти цих прийомів, але встановлює границю наукового дослідження, що може відсуватися в міру одержання нової ринкової інформації, а сама модель – уточнюватися.

Дослідження стану теорії нечітких множин показує, що вже створено всі необхідні формалізми для моделювання експертно-аналітичних систем, однак нинішній рівень модельних подань відстає від запитів практики.

Оскільки для експертно-аналітичних систем модель предметної області є наведеною системою, що визначає відображення вхідних параметрів у вихідні, то застосування нечітко-множинних описів дозволяє одержати принципово нові знання на виході моделі у відповідності до особливостей змодельованої предметної області. При цьому можливо здійснити обґрунтований перехід від класичних імовірнісних моделей і експертних оцінок до нечітко-множинних описів. Так, класичний імовірнісний розподіл у моделі може бути заміщено імовірнісним розподілом з нечіткими параметрами, а сукупність експертних оцінок може бути інтерпретована набором функцій приналежності, що утворить нечіткий класифікатор.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Бочарников, В. П. Fuzzy Technology: основы моделирования и решения экспертно-аналитических задач [Текст] / В. П. Бочарников, С. В. Свешников. – К.: Эльга, Ника-центр, 2003. – 296 с.
2. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений [Текст] / Л. Заде [пер. с англ.] – М.: Прогресс, 1976.
3. Ковальчук, К. Ф. Оцінка ефективності інформаційно-інтелектуальних технологій [Текст] : монографія / К. Ф. Ковальчук, Л. М. Савчук, Л. М. Бандоріна. – Д.: ІМА-прес, 2007. – 132 с.

Надійшла до редколегії 18.03.2009.

Прийнята до друку 26.03.2009.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАВИСИМЫХ ОТКАЗОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Запропоновано моделі залежних відмов технічних об'єктів на базі хвильового підходу.

Предложены модели зависимых отказов технических объектов на базе волнового подхода.

Dependent failure models of technical objects on the basis of wave approach are suggested.

Исследования показывают, что зачастую причинами чрезвычайных происшествий являются зависимые отказы элементов технических объектов. В государственном стандарте Украины 2860-94 «Надежность техники. Термины и определения» зависимый отказ определяется как «отказ объекта, вызванный прямо или косвенно отказом или неисправностью другого объекта» [1]. Уточним данное определение следующим образом: «Зависимый отказ – это отказ элемента, вызванный прямо или косвенно отказом или неисправностью другого элемента системы», сосредотачивая, таким образом, внимание на внутренней природе события.

Основной задачей математического моделирования зависимых отказов является создание моделей, адекватных вероятностным процессам функционирования исследуемых реальных технических объектов и систем, а именно – учет взаимосвязей между отказами их элементов. Исследование этих математических моделей, в конечном счете, служит разработке методов анализа и синтеза этих систем, назначение которых – выработка конкретных рекомендаций по повышению надежности [3].

В данном случае речь идет о надежности технического объекта при чрезвычайных событиях [2], когда возникающая цепь зависимых отказов элементов может привести не только к отказу всего объекта, но и к более существенным последствиям.

Итак, рассмотрим общую схему зависимого отказа (рис. 1).

Отказ одного элемента с вероятностью p_0 не вызывает отказов других элементов; с вероятностью p_1 вызывает отказ одного элемента; с вероятностью p_2 – одновременный отказ двух элементов и т.д.; с вероятностью p_{n-1} – отказ оставшихся элементов системы.

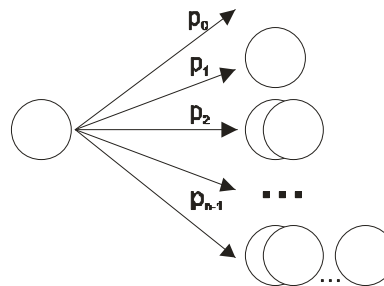


Рис. 1

Суммарная вероятность:

$$\sum_{i=0}^{n-1} p_i = 1.$$

Вероятность возникновения зависимого отказа:

$$P = \sum_{i=0}^{n-1} p_i - p_0,$$

$$P = 1 - p_0.$$

Вероятность возникновения отказа двух и более элементов:

$$P = \sum_{i=0}^{n-1} p_i - \sum_{k=0}^1 p_k,$$

$$P = 1 - (p_0 + p_1).$$

Таким образом, очевидно, что зависимый отказ, как правило, влечет за собой отказ группы элементов. В итоге количество вышедших из строя элементов при таком отказе лавинообразно возрастает, что приводит к выходу из строя значительной части или всей системы. Последствия могут быть разнообразны. Они зачастую влекут за собой значительные затраты на ремонт и восстановление системы, на ликвидацию повреждений систем, работающих совместно с данной, на устранение вреда, нанесенного окружающей среде. Как правило, их

Рассмотрим подробнее распространение отказов по системе. Оно происходит не хаотично. Траектории движения определяются наличием функциональных взаимосвязей между элементами системы. Таким образом, отказ одного элемента может повлечь за собой отказы только связанных с ним элементов. При создании математической модели целесообразно рассматривать так называемые «поколения» или «волны» распространения зависимых отказов.

К первой волне будем относить набор элементов, которые напрямую связаны с первопричиной (независимо отказавшим элементом). Второе поколение (волна) – множество элементов, непосредственно связанных с элементами первого поколения.

Рассмотрим следующий пример. Пусть система состоит из 10 элементов с такими взаимосвязями:

$$x_1 = \{x_2, x_3, x_7\},$$

где отказ элемента x_1 влечет за собой отказ элементов x_2, x_3 , и x_7 ;

$$x_2 = \{x_5\},$$

$$x_3 = \{x_4, x_7\},$$

$$x_4 = \{x_8, x_9, x_{10}\},$$

$$x_5 = \{x_6, x_{10}\},$$

$$x_6 = \{\},$$

$$x_7 = \{x_3, x_8, x_9, x_{10}\},$$

$$x_8 = \{x_6\},$$

$$x_9 = \{x_1, x_2\},$$

$$x_{10} = \{x_5, x_6\}.$$

Волны зависимых отказов элементов показаны на рис. 2.

К первой волне относятся отказы элементов, функционально связанных с данным. Набор элементов на очередной волне напрямую зависит от множества элементов предыдущей волны (поколения).

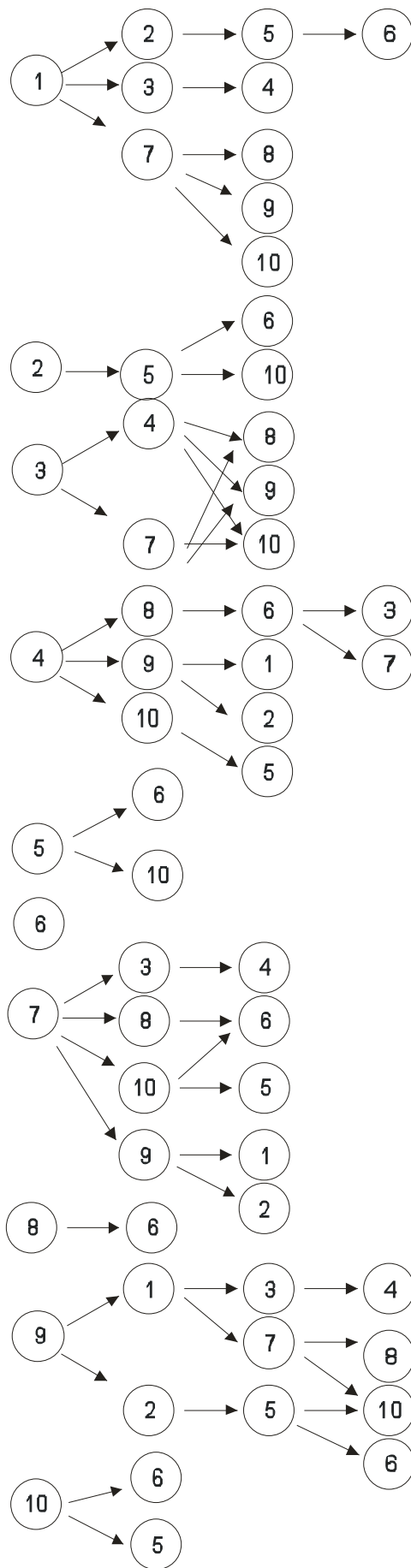


Рис. 2

Рассмотрим некоторые подходы математического моделирования зависимых отказов.

Детерминированный подход состоит в том, что отказ x_i -го элемента с необходимостью влечет за собой отказ взаимосвязанных с ним элементов.

Пусть Ω – множество всех элементов системы

$$\Omega = \{i : i \in 1..m\}.$$

Каждому элементу ставится в соответствие множество элементов $V_i(1)$ первого поколения отказов, т.е. множество функционально взаимосвязанных с ним элементов. Второе поколение или волна отказов определяется как набор всех подмножеств элементов, связанных с элементами первой волны:

$$V_i(2) = \bigcup_{j \in V_i(1)} V_j(j).$$

Номер последнего поколения отказов определяется из условия:

$$n : V_i(n) = \{\}.$$

Итоговый набор повреждений из-за отказа i -го элемента находится следующим образом:

$$A_i = \bigcup_{j \in V_i(1)} V_j(j).$$

В нашем примере волны отказов из-за отказа 1-го элемента выглядят следующим образом:

$$V_1(1) = \{x_2, x_3, x_7\},$$

$$V_1(2) = \{x_4\} \bigcup \{x_5\} \bigcup \{x_8, x_9, x_{10}\},$$

$$V_1(3) = \{x_6\},$$

где $V_i(3)$ – последняя волна отказов.

Итоговый набор повреждений из-за отказа 1-го элемента будет иметь следующий вид:

$$A_1 = \{x_1\} \bigcup V_1(1) \bigcup V_1(2) \bigcup V_1(3),$$

$$A_1 = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}\}.$$

Таким образом, отказ элемента x_1 влечет за собой отказ всех элементов технической системы.

Аналогично рассчитываются повреждения, вызванные отказами других элементов системы.

Результаты отказа каждого элемента представлены в табл. 1.

Таблица 1

Итоговый набор повреждений

i	A_i	$c(A_i)$
1	$\{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}\}$	К
2	$\{x_2, x_5, x_6, x_{10}\}$	А
3	$\{x_3, x_4, x_7, x_8, x_9, x_{10}\}$	А
4	$\{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}\}$	К
5	$\{x_5, x_6, x_{10}\}$	ПН
6	$\{x_6\}$	П
7	$\{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}\}$	К
8	$\{x_6, x_8\}$	ПН
9	$\{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}\}$	К
10	$\{x_5, x_6, x_{10}\}$	ПН

где i – номер элемента;

A_i – итоговое множество отказавших элементов;

$c(A_i)$ – затраты на ликвидацию последствий. $c(A_i)$ можно классифицировать следующим образом:

К – затраты на ликвидацию катастрофы [2]. Как правило, состоят из затрат на восстановление данной технической системы, совместно работающих систем, затрат на ликвидацию последствий для окружающей среды и прочих затрат.

А – затраты на ликвидацию аварии [2]. Аналогичны затратам на ликвидацию катастрофы. Однако последствия аварии возможно полностью устранить, в отличие от последствий катастрофы.

ПН – затраты на ликвидацию повреждений, ведущих к неисправности системы, т.е. к состоянию, в котором объект не способен выполнять хотя бы одну из заданных функций [1].

П – затраты на ликвидацию повреждений, ведущих к незначительной неисправности системы, т.е. неисправности, не нарушающей не одной из требуемых функций объекта [1]. Как правило, это затраты на ликвидацию дефектов или неисправностей, связанных с нарушением вспомогательной функции в результате повреждения.

Анализ таблицы показывает, что наиболее важными с позиции надежности в детерминированной задаче являются элементы x_1 , x_4 , x_7 и x_9 , т.к. отказ любого из них ведет к отказу всех элементов системы и, соответственно, к катастрофе. Таким образом, при планировании сроков и объемов работ по техническому обслуживанию и ремонту, прежде всего, необходимо контролировать надежность именно этих элементов.

Детерминированный подход позволил формализовать задачу распространения зависимых отказов элементов сложных технических систем.

Однако при описании реальных систем необходимо учитывать неопределенности, т.к. на практике отказ одного элемента не всегда вызывает цепную реакцию отказов.

Один из вариантов описания неопределенностей – вероятностный подход. Он заключается в следующем. Каждому элементу ставится в соответствие не только множество зависимых элементов, но и вероятность их отказа вследствие отказа данного элемента.

Преобразуем в соответствии с вероятностным подходом вышеописанный пример. Множество, поставленное в соответствие каждому элементу, примет следующий вид:

$$x_1 = \{p_1, x_2, x_3, x_7\},$$

$$x_2 = \{p_2, x_5\},$$

$$x_3 = \{p_3, x_4, x_7\},$$

$$x_4 = \{p_4, x_8, x_9, x_{10}\},$$

$$x_5 = \{p_5, x_6, x_{10}\},$$

$$x_6 = \{\},$$

$$x_7 = \{p_7, x_3, x_8, x_9, x_{10}\},$$

$$x_8 = \{p_8, x_6\},$$

$$x_9 = \{p_9, x_1, x_2\},$$

$$x_{10} = \{p_{10}, x_5, x_6\},$$

где p_i – вероятность отказа множества элементов, функционально связанных с i -тым элементом системы.

Конечные результаты отказа каждого элемента (итоговый набор повреждений) вычисляются и могут значительно отличаться от результатов детерминированной задачи, т.к. зависят от вероятностных характеристик.

Вероятностный подход позволяет находить следующие важные показатели надежности системы:

- вероятность наступления катастрофы (заключается в том, что все элементы системы откажут);

- вероятность наступления аварии (в том случае, когда большая часть элементов системы откажет);

- вероятности наступления неисправности системы;

- вероятности наступления незначительной неисправности.

Также одним из необходимых условий повышения надежности системы является нахождение критических элементов, отказ которых имеет наибольшую вероятность вызвать катастрофу. При создании математической модели один из вариантов решения этой задачи состоит в применении вероятностно-волнового подхода.

Зная наработку на отказ [1] каждого элемента, можно планировать сроки и объемы технического обслуживания и ремонта таким образом, чтобы вероятность отказа критических элементов была как можно меньше.

Рассмотренные модели демонстрируют преимущество волнового подхода математического описания процессов зависимых отказов. В дальнейшем возможно решение задачи минимизации затрат на содержание сложной технической системы при условии наличия зависимых отказов элементов.

Решение подобных задач имеет большое значение для всех отраслей промышленности, в особенности для транспорта и энергетики, где появление современных сложных технических систем приводит к необходимости разработки новых специфических математических методов теории надежности.

Сложность технических объектов и систем определяется ответственностью, сложностью и многообразием выполняемых функций [3]. Усложнение систем идет по различным направлениям: увеличение количества комплектующих деталей, усложнение внутренней структуры, определяющей характер соединения элементов и алгоритм их взаимодействия. Изучение зависимых отказов элементов является необходимым условием повышения надежности сложных технических объектов и систем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ДСТУ 2860-94 «Надійність техніки. Терміни та визначення» [Текст]. – Держстандарт України, 1995. – 91 с.
2. Петрашевський, О. Л. Положення про класифікацію транспортних подій на залізничному транспорті та метрополітенах України [Текст] / О. Л. Петрашевський. – 2002.
3. Ушаков, И. А. Построение высоконадежных систем [Текст] / И. А. Ушаков. – М.: Знание, 1974. – 64 с.

Поступила в редколлегию 15.07.2009.

Принята к печати 30.07.2009.

ТОЧНІСТЬ ГАЛЬМУВАННЯ, КІЛЬКІСТЬ ВАГОНІВ У ВІДЧЕПІ ТА ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СОРТУВАЛЬНОЇ ГІРКИ

Встановлено вид рівнянь регресії, які адекватно описують зв'язок між похибкою гальмування відцепів і середньою швидкістю їх зіткнення на сортувальних коліях, середньою довжиною «вікна» та середньою кількістю операцій осаджування на один перероблений вагон з урахуванням впливу кількості вагонів у відцепі.

Установлен вид уравнений регрессии, адекватно описывающих связь между ошибкой торможения отцепов и средней скоростью их соударения на сортировочных путях, средней длиной «окна» и средним количеством операций осаживания на один переработанный вагон с учетом влияния количества вагонов в отцепе.

A form of regression equations is determined, which adequately describe a correlation between the error of braking of cuts and the average speed of their collision on hump tracks, the average length of «window» and the average quantity of setting operations per processed wagon taking into account an influence of quantity of wagons in a cut.

Актуальною проблемою у наш час є забезпечення збереження вагонів і вантажів, що перевозяться, а також зменшення тривалості виконання маневрових операцій і пов'язаних з ними витрат паливно-енергетичних ресурсів. Внаслідок цього суттєво зростають вимоги до якості регулювання швидкості скочування відцепів з сортувальної гірки і особливо прицільного регулювання.

Пошкодження вагонів під час сортування відбувається, в основному, внаслідок зіткнення вагонів з перевищенням нормованої швидкості 5 км/год. При цьому, окрім витрат на ремонт, мають місце втрати перевізних ресурсів внаслідок направлення вагонів у ремонт. У разі пошкодження, псування або втрати вантажу залізниця має відшкодувати вантажовласникам їх збитки.

Від якості регулювання швидкості скочування також залежить величина «вікон» між групами вагонів на сортувальних коліях і витрати, що пов'язані з їх ліквідацією.

Аналіз статистичних даних [1] показав, що показники, які досягнуто на існуючих сортувальних гірках, не відповідають вимогам до якості регулювання швидкості скочування відцепів.

Вагонопотоки, що переробляються на сортувальних гірках, різняться ваговою категорією вагонів, кількістю вагонів у відцепі, типом вагонів.

У зв'язку з цим, важливим є розгляд питання впливу похибки гальмування відцепів і кількості вагонів у них на показники роботи сортувальної гірки.

Показники роботи гірки визначено на підставі результатів імітаційного моделювання проце-

су розформування составів. В імітаційній моделі загальна енергія кожного відчепа, що погашається на гальмових позиціях, визначається за умови забезпечення заданої швидкості в точці прицілювання, яку прийнято 1,4 м/с (5 км/год). Значення швидкості виходу з паркової гальмової позиції визначається з урахуванням характеристик самого відчепа, крутизни ухилу сортувальних колій, яка становила 0,6 %, дальності пробігу по сортувальній колії та всіх інших факторів. У цих умовах отримані показники відображують потенційні (граничні) можливості прицільного регулювання на відповідній гірці.

У роботі розглянуто сортувальну гірку великої потужності з параметрами, які наведено у [1].

Під час досліджень похибка гальмування (середньоквадратичне відхилення похибки розрахунку та реалізації швидкості виходу відцепів з гальмової позиції σ_v) варіювалася у межах від 0,1 м/с до 1 м/с. Крім того, для кожного значення похибки гальмування розглянуто вісім варіантів, які відрізняються частотою появи у потоці, що переробляється, відцепів з різною кількістю вагонів. Характеристику варіантів наведено в табл. 1.

Аналіз отриманих даних показав, що між похибкою гальмування відцепів і показниками роботи гірки, а також між кількістю вагонів у відцепі та показниками роботи гірки є певний нелінійний кореляційний зв'язок, для оцінки тісноти якого використано кореляційне відношення η [2].

Отримані результати дозволили встановити наступне:

Таблиця 1

Частоти появи відцепів з різною кількістю вагонів, %

Кількість вагонів у відцепі	Варіант							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	80	70	60	50	40	30	20	10
2	5	5	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	5	5	5	5
4	5	5	5	5	5	5	5	5
5 і більше	5	15	25	35	45	55	65	75

1. Вплив похибки гальмування відцепів є суттєвим, а вплив кількості вагонів у відцепі, є майже відсутнім на такі показники:

- частоту зіткнення відцепів на коліях сортувального парку ($\eta=0,98$ і $\eta=0,16$, відповідно);
- середню швидкість зіткнення відцепів на коліях сортувального парку ($\eta=0,93$ і $\eta=0,1$, відповідно);
- середньоквадратичне відхилення швидкості зіткнення відцепів на коліях сортувального парку ($\eta=0,9$ і $\eta=0,05$, відповідно).

2. Вплив похибки гальмування є значно більшим, ніж вплив кількості вагонів у відцепі, на частоту зіткнення відцепів на коліях сортувального парку зі швидкістю більш як 5 км/год ($\eta=0,87$ і $\eta=0,46$, відповідно).

3. Майже однаковий вплив похибка гальмування та кількість вагонів у відцепі мають на такі показники:

- середню довжину «вікна» на один перероблений вагон ($\eta=0,51$ і $\eta=0,41$ відповідно);
- середню кількість операцій осаджування на один перероблений вагон ($\eta=0,56$ і $\eta=0,45$, відповідно).

Наявність нелінійного кореляційного зв'язку між похибкою гальмування відцепів і показниками роботи сортувальної гірки дозволяє встановити вид рівнянь регресії, коефіцієнти яких визначаються методом найменших квадратів [2].

Під час досліджень використовувалися 40 можливих видів рівнянь регресії, з яких для подальшого розгляду рівняння обиралися за принципом найменшої залишкової дисперсії D_3 [3].

Для перевірки адекватності опису результатів експериментів рівнянням регресії використано F -критерій Фішера [4] і відносне відхилення v дійсних значень y_i від прогнозних [5]. Прийнято, що рівняння регресії є адекватним, якщо розраховане значення F -критерію більше табличного $F_{\text{табл}}$ при ймовірності помилки 5 % і відносне відхилення $v \leq 10$ %.

Виконаний аналіз дозволив встановити, що зв'язок між похибкою гальмування відцепів σ_v і середньою швидкістю їх зіткнення на коліях сортувального парку можна описати рівняннями регресії виду:

$$\bar{v}_3 = b_0 + b_1 e^{-\sigma_v} + b_2 e^{-\sigma_v^2}; \quad (1)$$

$$\bar{v}_3 = b_0 + b_1 \sigma_v^{0,5} + b_2 \sigma_v; \quad (2)$$

$$\bar{v}_3 = b_0 + b_1 \sigma_v^2. \quad (3)$$

При цьому, $D_3 = 0,000544 \dots 0,000731$ (м/с)², $F(20,52 \dots 27,57) > F_{\text{табл}}(1,63)$, $v = 1,1 \% < 10 \%$.

Таким чином, зв'язок між похибкою гальмування відцепів і середньою швидкістю їх зіткнення на коліях сортувального парку можна описати рівнянням регресії виду 3 – $\bar{v}_3 = b_0 + b_1 \sigma_v^2$, як найпростішим із розглянутих.

Дослідні дані та криву регресії, яка описує зв'язок між похибкою гальмування відцепів і середньою швидкістю їх зіткнення на коліях сортувального парку, наведено на рис. 1.

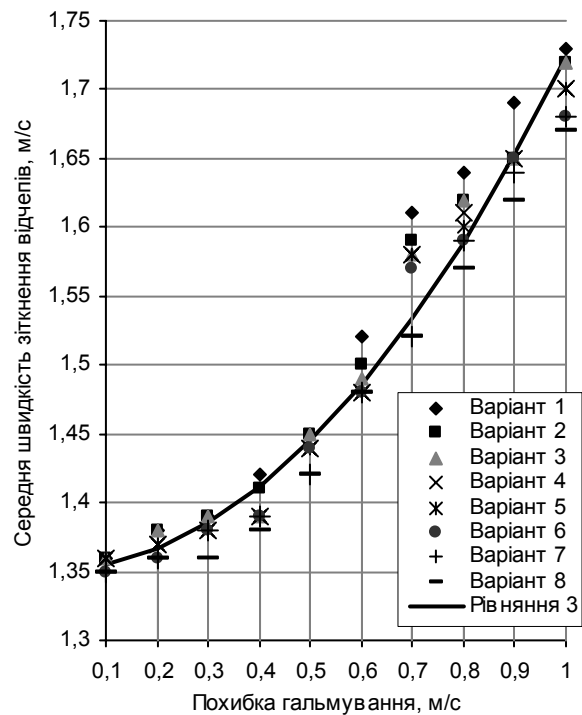


Рис. 1. Дослідні дані та крива регресії, яка описує зв'язок між похибкою гальмування відцепів і середньою швидкістю їх зіткнення на коліях сортувального парку

Для опису всієї отриманої в процесі імітаційного моделювання сукупності значень середньої довжини «вікна» у розрахунку на один перероблений вагон за принципом найменшої залишкової дисперсії ($D_3 = 26,1477$ (м/вар)²) обрано рівняння регресії виду

$$l_{\text{вік}} = b_0 + b_1\sigma_v + b_2\sigma_v^2.$$

Але для цього рівняння не виконується перевірка адекватності за F -критерієм Фішера $F(1,33) < F_{\text{табл}}(1,63)$ та відносним відхиленням $v = 22,1\% > 10\%$.

Невиконання цих умов пов'язано з тим, що кореляційне відношення похибки гальмування відцепів і середньої довжини «вікна» у розрахунку на один перероблений вагон ($\eta = 0,51$) є досить далеким від 1, а також з наявністю певного впливу на цей показник кількості вагонів у відцепі ($\eta = 0,41$).

Врахувати вплив кількості вагонів у відцепі виявилось можливим, якщо розділити всю сукупність дослідних значень середньої довжини «вікна» на частини та розглядати два випадки:

1) коли частота появи у потоці, що переробляється, відцепів з 1 вагону складає 60 % і більше (варіанти 1...3);

2) коли частота появи у потоці, що переробляється, відцепів з 1 вагону складає менш ніж 60 % (варіанти 4...8).

Виконаний аналіз дозволив встановити, що зв'язок між похибкою гальмування відцепів σ_v і середньою довжиною «вікна» у розрахунку на один перероблений вагон для обох випадків можна описати рівняннями регресії виду:

$$l_{\text{вік}} = b_0 + b_1\sigma_v + b_2\sigma_v^2; \quad (4)$$

$$l_{\text{вік}} = b_0 + b_1\sigma_v^2. \quad (5)$$

При цьому для випадку:

1) $D_3 = 4,56908...4,58479 \text{ (м/ваг)}^2$,
 $F(8,94...8,91) > F_{\text{табл}}(1,87)$, $v = 9,8\% < 10\%$;

2) $D_3 = 2,72754...2,72760 \text{ (м/ваг)}^2$,
 $F(5,51) > F_{\text{табл}}(1,69)$, $v = 9,9\% < 10\%$.

Таким чином, зв'язок між похибкою гальмування відцепів і середньою довжиною «вікна» у розрахунку на один перероблений вагон можна описати рівнянням регресії виду 5 –

$$l_{\text{вік}} = b_0 + b_1\sigma_v^2, \text{ як найпростішим з розглянутих.}$$

Дослідні дані та криві регресії, які описують зв'язок між похибкою гальмування відцепів і середньою довжиною «вікна» у розрахунку на один перероблений вагон, наведено на рис. 2.

Для опису всієї отриманої в процесі імітаційного моделювання сукупності значень середньої кількості операцій осаджування у розрахунку на один перероблений вагон за принципом найменшої залишкової дисперсії ($D_3 = 0,000012 \text{ (операцій/ваг)}^2$) обрано рівняння регресії виду

$$P_{\text{ос}} = b_0 + b_1e^{-\sigma_v} + b_2e^{-\sigma_v^2}.$$

Для цього рівняння виконується перевірка адекватності за F -критерієм Фішера $F(9,58) > F_{\text{табл}}(1,63)$, але не виконується перевірка за відносним відхиленням $v = 18,4\% > 10\%$.

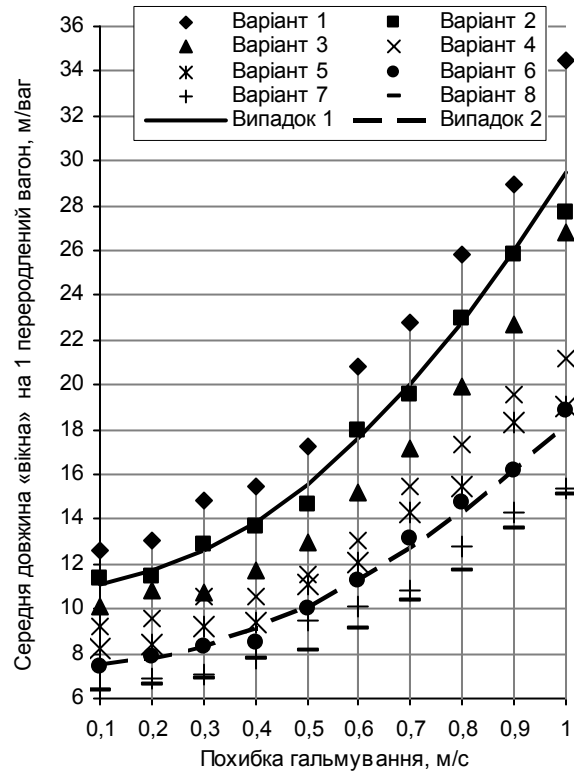


Рис. 2. Дослідні дані та криві регресії, які описують зв'язок між похибкою гальмування відцепів і середньою довжиною «вікна» у розрахунку на один перероблений вагон

Невиконання другої умови пов'язане з тим, що кореляційне відношення похибки гальмування відцепів і середньої кількості операцій осаджування у розрахунку на один перероблений вагон ($\eta = 0,56$) є досить далеким від 1, а також з наявністю певного впливу на цей показник кількості вагонів у відцепі ($\eta = 0,45$).

Урахування впливу кількості вагонів у відцепі є можливим завдяки поділу всієї сукупності дослідних значень середньої кількості операцій осаджування у розрахунку на один перероблений вагон на частини та розгляду двох випадків, які вказано вище.

Виконаний аналіз дозволив встановити, що зв'язок між похибкою гальмування відцепів σ_v і середньою кількістю операцій осаджування у розрахунку на один перероблений вагон для обох випадків можна описати рівняннями регресії виду:

$$P_{\text{ос}} = \ln(b_0 + b_1\sigma_v + b_2\sigma_v^2); \quad (6)$$

$$P_{oc} = b_0 + b_1 \sigma_v^2. \quad (7)$$

При цьому для випадку:

$$1) D_3 = 0,000012 (\text{операцій/ваг})^2, \\ F(10,92) > F_{\text{табл}}(1,87), v = 7,8\% < 10\%;$$

$$2) D_3 = 0,000009 (\text{операцій/ваг})^2, \\ F(5,89) > F_{\text{табл}}(1,69), v = 9,8\% < 10\%.$$

Таким чином, зв'язок між похибкою гальмування відцепів і середньою кількістю операцій осаджування у розрахунку на один перероблений вагон можна описати рівнянням регресії виду 7 – $P_{oc} = b_0 + b_1 \sigma_v^2$, як найпростішим з розглянутих.

Дослідні дані та криві регресії, які описують зв'язок між похибкою гальмування відцепів і середньою кількістю операцій осаджування у розрахунку на один перероблений вагон, наведено на рис. 3.

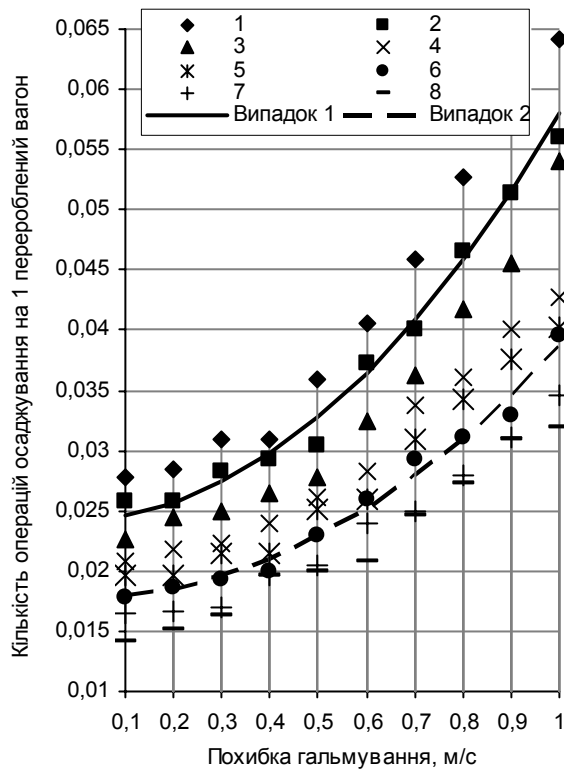


Рис. 3. Дослідні дані та криві регресії, які описують зв'язок між похибкою гальмування відцепів і середньою кількістю операцій осаджування у розрахунку на один перероблений вагон

Висновки

1. Зв'язок між похибкою гальмування та середньою швидкістю зіткнення відцепів на коліях сортувального парку, середньою довжиною «вікна» або середньою кількістю операцій осаджування на один перероблений вагон можна адекватно описати рівнянням регресії виду

$$y = b_0 + b_1 \sigma_v^2. \quad (8)$$

Коефіцієнти рівняння наведено у табл. 2.

2. Урахування впливу кількості вагонів у відцепі є можливим завдяки поділу всієї сукупності дослідних значень на частини та розгляду двох випадків:

1) коли частота появи відцепів з 1 вагону складає 60 % і більше;

2) коли частота появи таких відцепів складає менш, ніж 60 %.

Таблиця 2

Коефіцієнти рівняння регресії		
Кількість вагонів у відцепі	Коефіцієнти рівняння	
	b_0	b_1
Середня швидкість зіткнення відцепів на коліях сортувального парку		
усі розглянуті варіанти	1,352	0,372
Середня довжина «вікна» на один перероблений вагон		
випадок 1	10,927	18,574
випадок 2	7,373	10,823
Середня кількість операцій осаджування на один перероблений вагон		
випадок 1	0,024	0,034
випадок 2	0,018	0,021

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Журавель, В. В. Точність гальмування, вага вагонів і показники роботи сортувальної гірки [Текст] / В. В. Журавель, Г. І. Музикіна, І. Л. Журавель // Заліз. трансп. України. – 2008. – № 5. – С. 46-48.
2. Акулиничев, В. М. Математические методы в эксплуатации железных дорог [Текст] : учеб. пособие для вузов ж/д трансп. / В. М. Акулиничев, В. А. Кудрявцев, А. Н. Корешков. – М.: Транспорт, 1981. – 223 с.
3. Шторм, Р. Теория вероятностей. Математическая статистика. Статистический контроль качества [Текст] / Р. Шторм. – М.: Мир, 1970. – 368 с.
4. Львовский, Е. Н. Статистические методы построения эмпирических формул [Текст] : учеб. пособие / Е. Н. Львовский. – М.: Высш. шк., 1982. – 224 с.
5. Негрей, Н. П. Прогнозирование размеров работы сортировочных станций с помощью статистических методов [Текст] / Н. П. Негрей // Проблемы проектирования станций и узлов: Межвуз. сб. науч. статей / под ред. Н. В. Правдина. – Гомель: БелИИЖТ, 1984. – С. 10-21.

Надійшла до редколегії 04.06.2009.

Прийнята до друку 17.06.2009.

ЗБАЛАНСОВАНА МОДЕЛЬ ЦІНОУТВОРЕННЯ НА БАЗІ АНАЛІЗУ ПРИБУТКОВОСТІ ЗАМОВЛЕННЯ

Пропонується механізм процесу узгодження контрактної ціни на трубну продукцію з урахуванням термінів постачання та специфіки формування собівартості замовлення. При формуванні ціни пропозиції враховується рівень прибутковості кожної позиції та замовлення в цілому.

Предлагается механизм процесса согласования контрактной цены на трубную продукцию с учетом сроков поставок и специфики формирования себестоимости заказа. При формировании цены продажи учитывается уровень прибыльности каждой составляющей и заказа в целом.

The mechanism of agreement process for a contract price on pipe products is offered taking into account the dates of deliveries and specificity of forming the prime price of an order. During the formation of sale cost the level of profitability of every constituent and the whole order is taken into account.

ВСТУП

Механізм формування ціни трубної продукції базується на розрахунку витратної та прибуткової її частин, а також встановленні певного взаємовідношення між ними з урахуванням конкретної ринкової ситуації. Витратна частина являє собою суму заданого у виробництво та витрат на переділ. Прибуткова частина формується з урахуванням вимог власників підприємства та потреб споживачів.

На порядок розрахунку собівартості (витратної частини) труб впливають, перш за все, терміни постачання та додаткові вимоги щодо якості продукції. За [3, с.16], показники собівартості мають специфічний характер. Основні складності формування витрат трубного підприємства, на думку автора, визначають наступні моменти:

- необхідність наявності певного обсягу інформації про умови трубного виробництва, послідовність технологічних операцій, рух і споживання продукції протягом виробничого процесу;
- необхідність визначення розміру витрат до завершення звітного періоду;
- багатоваріантність розрахунку цін на трубну продукцію з урахуванням значної кількості факторів впливу.

Подолати зазначені складності та формалізувати порядок розрахунку ціни можливо за умов раціонального управління витратами, що дозволить підвищити обґрунтованість і точність техніко-економічних розрахунків і забезпечить визначення економічної ефективності окремих заходів.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Для ухвалення рішень у сфері управління витратами та ціноутворенням на трубному підприємстві необхідною умовою є всебічний аналіз усіх етапів формування рекомендованого рівня цін. Своєчасне отримання і використання відповідної інформації та збалансування в ціні вимог споживача і потреб виробника є однією з умов результативного управління як фінансовими результатами підприємства в цілому, так і його ціновою політикою зокрема. Врахування усіх складових під час розрахунку рекомендованої ціни на трубну продукцію обумовлює необхідність розгляду питань побудови збалансованої моделі ціноутворення на базі аналізу прибутковості замовлення.

Основною метою статті є моделювання процесу узгодження контрактної ціни на трубну продукцію з урахуванням термінів постачання та специфіки формування собівартості замовлення.

РЕЗУЛЬТАТИ

Під час формування ціни пропозиції трубної продукції необхідно досягти компромісу між бажаним рівнем прибутковості та розміром ринкових цін на відповідні види труб. Інтервалом, в межах якого можливе коригування ціни пропозиції, буде різниця між собівартістю партії труб та розміром ринкової ціни, на яку підприємство вплинути не має можливості.

Необхідно зауважити, що якість трубної продукції регламентується ГОСТ і стандартами, якими визначаються обов'язкові вимоги до кожного виду труб. Одночасно стандартами передбачається можливість для споживачів визначати (і замовляти) підвищені чи додаткові вимоги відносно тих чи інших параметрів якості (хімічного складу, механічних, фізичних та

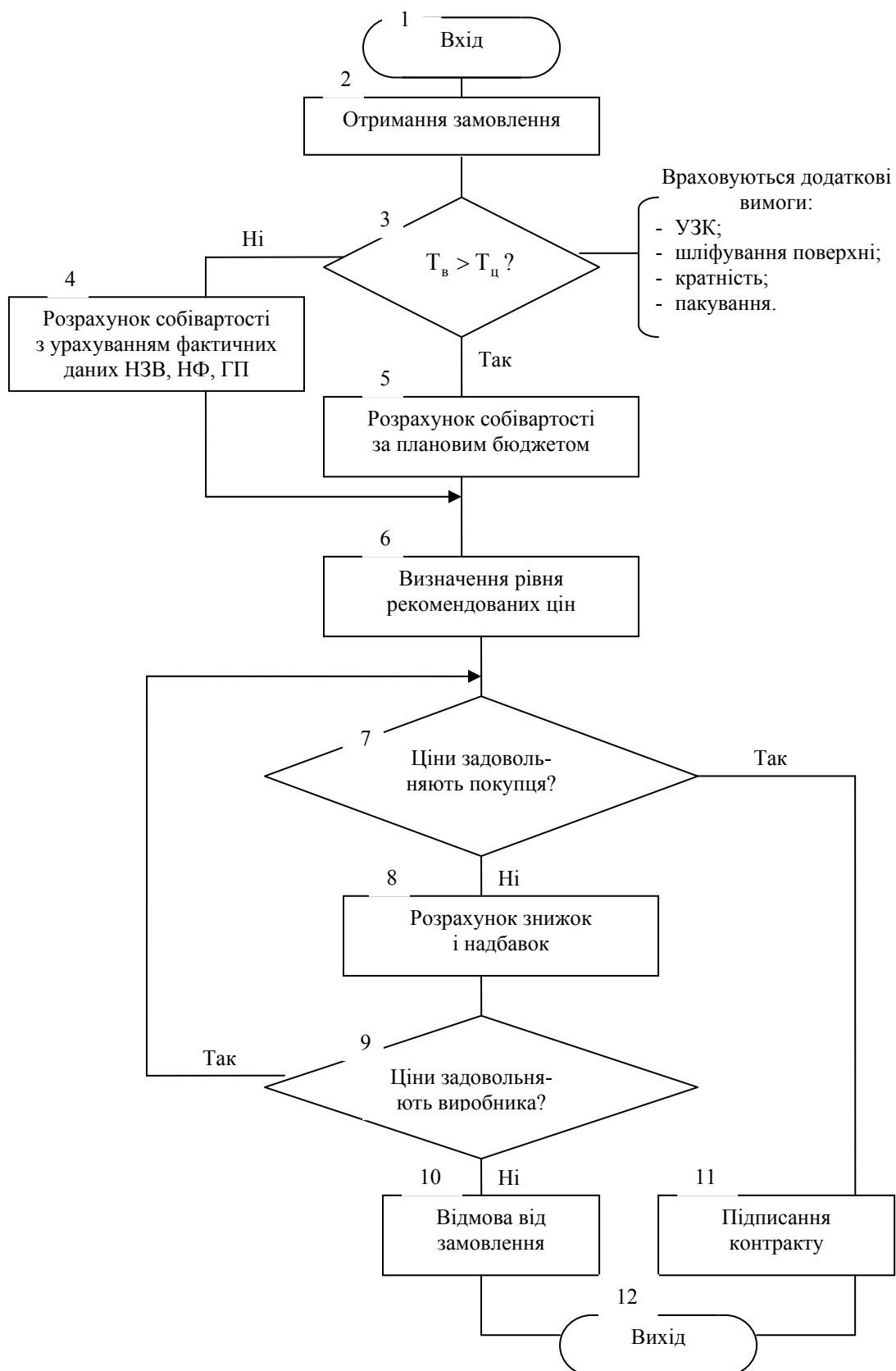


Рис. 1. Збалансована модель розрахунку рекомендованої ціни на трубну продукцію

технологічних якостей труб, термічної обробки, умов постачання). Кожен споживач визначає сукупність необхідних йому вимог до трубно́ї продукції. Значна кількість можливих сполучень різних вимог унеможлиблює розрахунки цін на всі модифікації якості продукції. Найчастіше споживачі трубно́ї продукції замовляють декілька партій труб, виготовлених згідно різним ГОСТ і стандартам. Допомогти ухвалити рішення щодо укладання угоди на користь того чи іншого замовника може збалансована модель розрахунку рекомендованої ціни на трубно́ю продукцію (рис. 1).

Зупинимося детальніше на складових запропонованої моделі. Після отримання замовлення на виробництво трубно́ї продукції, наперед необхідно порівняти терміни постачання (T_v) з тривалістю виробничого циклу

($T_{\text{ц}}$). Якщо термін виконання замовлення перевищуватиме тривалість виробничого циклу, то за умов наявності значної кількості замовлень, які мають ранні терміни виготовлення, розрахунок собівартості отриманого замовлення буде здійснюватися за даними планового бюджету. Інакше, розрахунок собівартості виконуватиметься з урахуванням фактичних даних незавершеного виробництва (НЗВ) та напівфабрикатів (НФ). Якщо підприємство реалізовуватиме труби зі складу, то собівартість замовлення визначатиметься лише даними готової продукції (ГП).

Таким чином, процес формування собівартості замовлення на трубно́ю продукцію являє собою офіційну інформаційну систему (рис. 2).



Рис. 2. Схема процесу формування собівартості замовлення на трубно́ю продукцію

Наведена інформація необхідна для задоволення потреби замовника у термінах постачання труб, які часто є значно меншими від технологічної тривалості їх виготовлення. Залежно від термінів постачання в процесі розрахунку собівартості використовуватимуться різні скла-

дові витрат по стадіях технологічного процесу – від трубно́ї заготовки до готової продукції на складі. Середня тривалість технологічного циклу виробництва труб ($T_{\text{ц}}$), згідно ГОСТ 9941, складає 30 днів. Якщо замовник вимагає

забезпечити умови постачання (T_v) протягом 15 днів, то розрахунок собівартості труб і, відповідно, визначення ціни буде відбуватися з використанням залишків незавершеного виробництва або напівфабрикатів з додаванням витрат на переділ. Якщо замовник вимагає забезпечити умови постачання протягом 90 днів, то за цей період уся заготовка, напівфабрикати та незавершене виробництво, що є наявними в даний момент, будуть витрачені, а для розрахунку собівартості та ціни на труби доцільно буде використовувати прогнозні ціни на заготовку та розрахункові витрати по переділу, тобто собівартість і ціна визначатиметься виключно плановим бюджетом підприємства.

Основними етапами складання планового бюджету, на думку автора, є наступні моменти:

1. Визначення прогнозної ціни на трубну заготовку. Початковими даними є результати маркетингових досліджень з використанням цін пропозицій виробників трубної заготовки; прогнозу зростання цін існуючих постачальників; аналізу цін виробників трубної заготовки України, країн СНД, європейських виробників і Китаю. Результати прогнозу в результаті носять орієнтовний характер, оскільки найбільш непередбачуваною складовою є ціна нікелю на біржі, яка найбільшим чином впливає на вартість трубної заготовки усіх виробників.

2. Прогноз цін на енергоносії, допоміжні матеріали, послуги сторонніх організацій. Результати прогнозу зазвичай є досить точними і засновані на офіційно отриманих первинних даних підприємств-постачальників.

3. План збільшення фонду оплати праці відповідно до стратегії розвитку підприємства.

4. Витратні коефіцієнти металу (ВКМ) і нормативи витрат допоміжних матеріалів і енергоносіїв, обумовлені впровадженням заходів науково-технічного розвитку.

5. Портфель замовлень на виробництво труб. Інформація вважається точною, оскільки заснована на укладених контрактах або договорах про наміри і офіційні запити замовників.

Отримуючи початкові дані, таким чином, виконується розрахунок витрат на переділ підприємства на майбутній період. Використовуючи прогноз ціни на трубну заготовку і планований витратний коефіцієнт металу, визначається собівартість труб усього портфеля замовлень в розрізі типорозмірів і ГОСТ.

Зважаючи на специфіку виробництва нержавіючих труб, аналогічність складу устаткування у підприємств-конкурентів, однаковий

вплив зовнішніх чинників на ціноутворення трубних заводів передбачається, що отримані ціни визначатимуть ринок труб у планованому періоді. Таким чином, отримуємо рівень орієнтовних цін.

Для точнішого визначення ціни доцільно використовувати інформацію про фактичну наявність залишків сировини і матеріалів на складах підприємства, а саме:

- наявність на складі сировини залишків трубної заготовки в кількісному і вартісному виразі;

- наявність на складі напівфабрикатів залишків передільної труби в розрізі шифрів, марок сталі і стандартів за фактичною виробничою собівартістю;

- наявність залишків незавершеного виробництва в розрізі шифрів, марок сталі і стандартів за фактичною вартістю напівфабрикату;

- наявність на складі готової продукції в розрізі шифрів, марок сталі, стандартів, розмірів за фактичною повною собівартістю.

Після визначення рекомендованої ціни необхідно узгодити її із замовником. Зазвичай замовлення складається з декількох партій труб, тому прийняти рішення щодо надання на ту чи іншу партію знижок або надбавок можливо за умов ранжирування продукції за рівнем прибутковості. Перевіряти прибутковість кожної позиції окремо та замовлення в цілому автор пропонує за допомогою наступної моделі (рис. 3).

Припустимо, що собівартість (C_i) кожної складової замовлення (партії труб) визначена максимально точно, отже контрактна ціна (Π_i^k) такої партії не може бути нижчою за її собівартість. Після того, як замовлення сформоване, виконаємо ранжирування його складових за рівнем прибутковості та підрахуємо вартість замовлення ($\sum_{i=1}^n \Pi_i^k$), яка має перевищувати роз-

рахункову вартість такого замовлення ($\sum_{i=1}^n \Pi_i^r$),

де по кожній складовій враховано собівартість та бажаний рівень прибутку. Якщо зазначена умова не виконується, відбувається коригування структури замовлення – деякі складові пропонується придбати за більш високою ціною (з обов'язковим обґрунтуванням), або обговорюються можливості надання певних знижок за умов збільшення обсягів постачання.

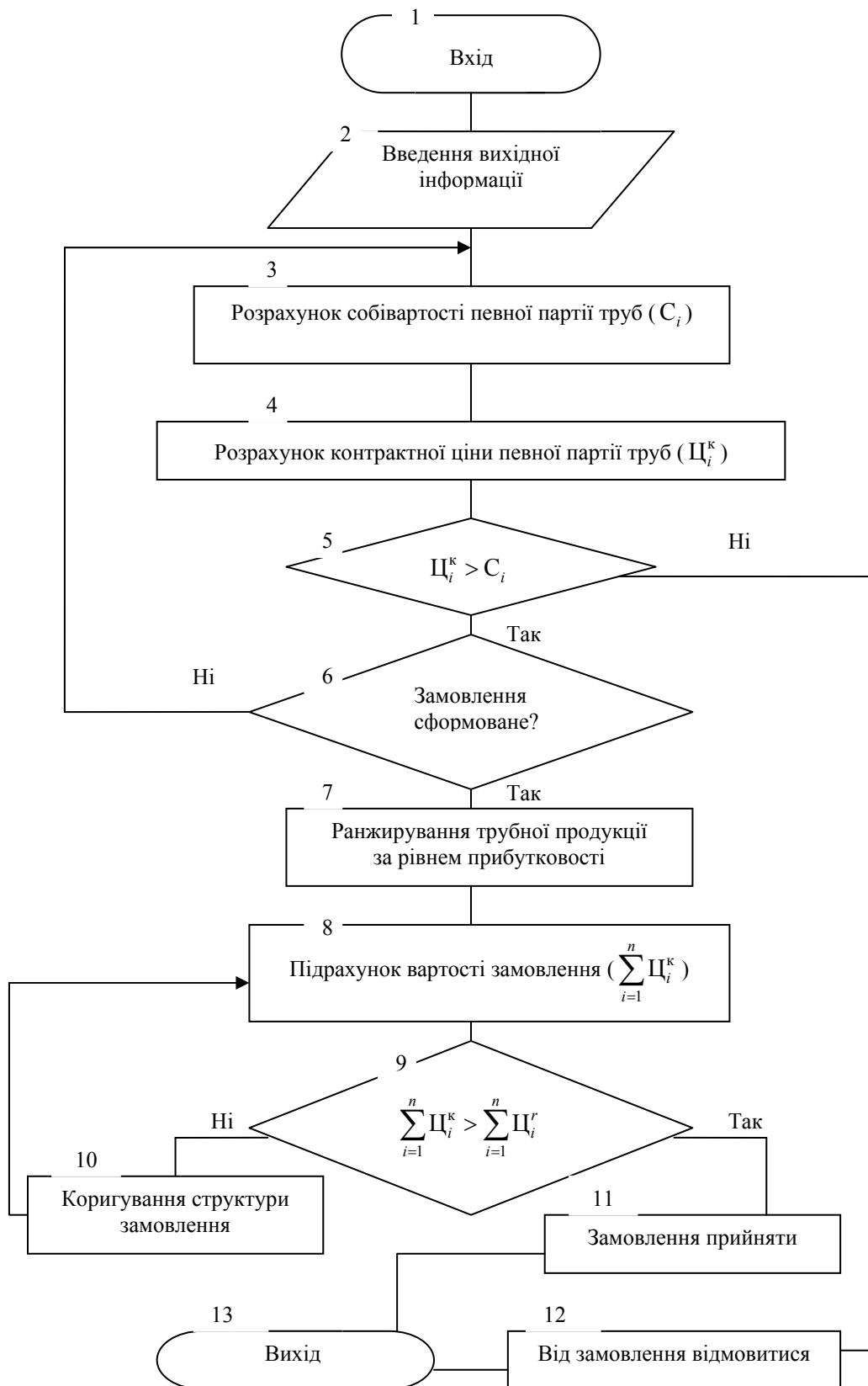


Рис. 3. Аналіз прибутковості замовлення

Для встановлення відповідного рівня ціни виробник труб повинен ретельно вивчити клієнтів, які є основною складовою його ринку. До них відносяться:

- підприємства, яким необхідні труби для подальшої обробки або для використання в своєму виробничому процесі. Підприємство може придбати труби різних типорозмірів і стандартів у невеликих кількостях або значні обсяги труб одного типорозміру і стандарту. Таке підприємство може бути комерційним або державним;

- посередники, які закупають труби для їх перепродажу з вигодою для себе. Аналогічним чином, посередник може мати замовлення на труби різного розміру, марок сталі і стандартів для забезпечення складської програми. Також можуть мати місце посередники, що працюють на забезпеченні підприємств вузького профілю, яким необхідні труби однотипного розміру і стандарту.

На основі аналізу клієнтів ухвалюється рішення про надання знижки або додаткової націнки. При цьому необхідно також враховувати:

- тривалість відносин із замовником, це може бути новий замовник або постійний;

- умови оплати продукції – попередня оплата або відстрочення платежу;

- умови постачання труб – зі складу виробника або постачання на склад покупця.

У будь-який момент виробник труб вступає у відносини з будь-яким із споживачів або навіть декількома.

Для ухвалення оптимального рішення про призначення цін аналізується увесь портфель замовлень. Замовлення покупців мають пересічні позиції за розміром, марками сталі і стандартами. При цьому, чим більша партія труб одного стандарту, марки сталі і розміру, тим собівартість виробництва буде нижча. У виробника з'являється додаткова підстава надати замовникові додаткову знижку на цей сортament. І навпаки, якщо має місце замовлення на рідко використовуваний стандарт, марку сталі або розмір, то виробник може скористатися лише плановим бюджетом собівартості, врахувавши також ризики відсутності трубної заготовки за прогнозною ціною на ринку або ризик отри-

мання збільшеної кількості браку при виробництві, відповідно збільшуючи витратний коефіцієнт металу і витрати на переділ. За таких умов ціна на труби буде ще збільшена.

Збір інформації, процес її аналізу та прийняття рішень повинні будуватися відповідно до конкретної ситуації. Значні цінові зрушення потребують більш глибоких досліджень порівняно з незначними коригуваннями ціни протягом цінового циклу товару [2, с. 331].

ВИСНОВКИ

Таким чином, впровадження збалансованої моделі ціноутворення з урахуванням термінів постачання та аналізом прибутковості замовлення забезпечує раціоналізацію цінової політики трубного підприємства. Запропонований механізм узгодження контрактної ціни дозволить: підвищити якість прейскурантів за рахунок застосування удосконаленої методики ціноутворення на базі використання значного інформаційного матеріалу й проведення багатоваріантних розрахунків; удосконалити методичні основи побудови прейскурантів; розширити інформаційну базу розрахунку цін за рахунок постійного оновлення нормативів витрат та інших необхідних техніко-економічних показників; отримати рівні цін на параметричні ряди, що об'єктивно змінюються; усунути не виправдані розбіжності у рівнях рентабельності різних виробів; будувати ціни з урахуванням технологічних складностей трубного виробництва.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Бень, Т. Г. Основи цінової політики і ціноутворення в промисловості [Текст] : навч. посібник / Т. Г. Бень. – Д.: ДМетАУ, 1997. – 151 с.
2. Долан, Р. Дж. Эффективное ценообразование / Р. Дж. Долан, Г. Саймон; [пер. с англ.]. – М.: Изд-во «Экзамен», 2005. – 416 с.
3. Жадов, В. П. Планирование себестоимости промышленной продукции по факторам / В. П. Жадов, В. Ф. Котов. – М.: Экономика, 1996. – 144 с.

Надійшла до редколегії 08.07.2009.

Прийнята до друку 21.07.2009.

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО НАПРЯМКУ

Запропоновано імітаційну модель залізничного напрямку, що може бути використана для дослідження організації руху поїздів та впливу параметрів поїздів на показники роботи залізничних напрямків.

Предложена имитационная модель железнодорожного направления, которую можно использовать для исследования организации движения поездов и влияния параметров поездов на показатели работы железнодорожных направлений.

The computer-aided simulation model is offered that can be used for the research of the railway traffic organization and also for the estimation of influence of the train parameters on the operation indices of railway lines and directions.

В сучасних ринкових умовах важливим чинником підвищення якості та ефективності перевезень є науковий пошук вирішення проблеми надійного й економічного функціонування системи управління перевізним процесом і впровадження цих рішень на мережі залізниць. Для дослідження впливу параметрів поїздів, що рухаються по залізничних ділянках, на показники роботи залізничних напрямків та технічних станцій, з метою знаходження оптимальних параметрів поїздів для мінімізації експлуатаційних витрат, пов'язаних з організацією руху існуючого вагонопотоку, та прискорення пропуску вагонопотоків по напрямках залізниць, була поставлена задача побудови імітаційної моделі руху поїздів на залізничному напрямку. Це обумовлено відсутністю можливості проведення вищезазначених досліджень на існуючих залізничних напрямках.

Така модель повинна відобразити роботу перегонів, ділянок, ліній, напрямків та може бути використана з метою дослідження, аналізу, прогнозування та управління рухом поїздів. Модель може допомогти з'ясувати, яким чином параметри поїздів та залізничних дільниць впливають на швидкість руху поїздів, міжпоїзний інтервал, пропускну спроможність. Схожа задача вирішувалась у наукових працях [1 – 3], але побудовані моделі не давали можливості проаналізувати системно організацію руху поїздів на залізничному напрямку з урахуванням особливості роботи як роздільних пунктів, так і залізничних ліній.

Об'єктом дослідження обрано двоколіїний електрифікований залізничний напрямок, що складається з 31 перегону загальною довжиною 241 км. В межах напрямку знаходяться дві залізничні ділянки, сортувальна та дві дільничні станції.

В якості вихідних даних використовувались графік руху пасажирських і вантажних поїздів, статистична дані випадкової величини кількості вагонів у складі вантажного поїзда, їх маси та призначення, відстань між сусідніми станціями напрямку, профіль та план колії перегонів та головних колій станцій, колійний розвиток роздільних пунктів, існуючі тягові засоби та їх характеристика. Дана модель розглядає залізничну напрямку як СМО з випадковим вхідним потоком поїздів. Потік поїздів неоднорідний і поділяється на дві категорії однорідних потоків – пасажирських та вантажних поїздів. Характеристика випадкової величини інтервалів між вантажними поїздами потоку була визначена на існуючому напрямку (рис. 1) з параметрами – математичне очікування інтервалу $M[t] = 32$ хв, коефіцієнт варіації $\mathcal{V}[t] = 0,92$. Тому при моделюванні інтервалів між вантажними поїздами в потоці використовується показниковий закон розподілу. Потік пасажирських поїздів у моделі розглядався однорідним і прямував по напрямку згідно встановленого графіку руху поїздів.

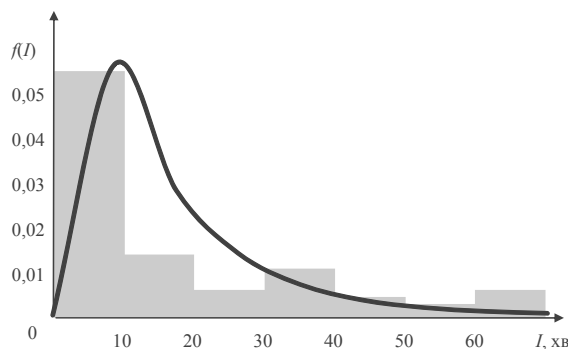


Рис. 1. Розподіл випадкової величини міжпоїзного інтервалу

Маса поїздів значно впливає на енергетичні витрати, які витрачаються при русі поїздів. Тому було проведено аналіз виконаних мас поїздів на напрямку (рис. 2). Він показав, що має місце два окремих масиви значень мас – для порожнього та вантажного потоку. Їх співвідношення складає 45 та 55 %, відповідно.

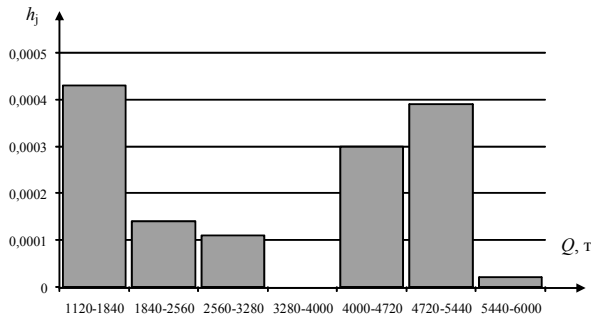
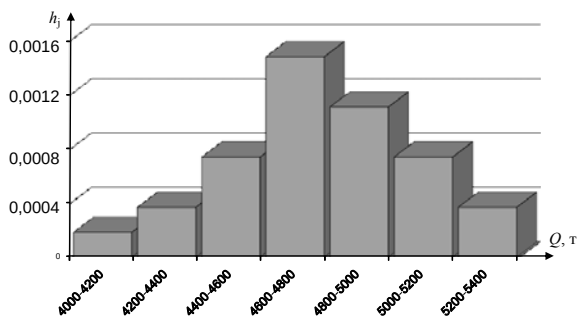
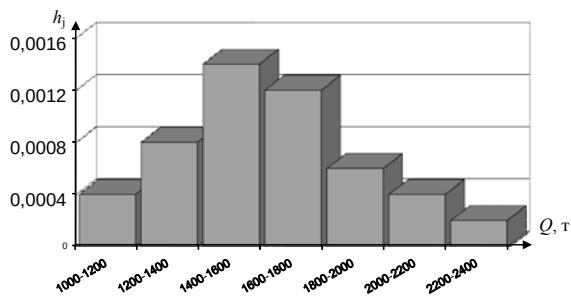


Рис. 2. Розподіл випадкової величини маси поїздів

В результаті статистичної обробки випадкової величини маси поїздів для вантажного та порожнього потоку встановлено нормальні закони розподілення (рис. 3) із математичним очікуванням та середньоквадратичним відхиленням у вантажному потоці 4770 та 290 т та в порожньому – 1610 та 300 т, відповідно.



а)



б)

Рис. 3. Розподіл випадкової величини маси поїздів:
а – переважно завантажених;
б – переважно порожніх составів

Для дослідження процесу руху поїздів використано метод тягових розрахунків. Було проведено ряд експериментів з масою поїздів у

межах 1000...8500 т та отримано енергетичні витрати і час руху поїздів на перегонах дільниць. Окремо для вантажного та порожнього потоків переглянуто 58 різних залежностей часу ходу вантажного поїзда по перегону від маси составу і довжини перегону $T_x = f(Q, L)$ на основі методу мінімальних квадратів. Варіант з найменшою залишковою дисперсією 0,69 досягається лінійною залежністю:

$$T_x = 0,859 + 1,27 \cdot 10^{-4} Q_j + 8,7 \cdot 10^{-4} L_i \text{ хв, (1)}$$

де Q_j – маса составу j -го поїзда, т

L_i – довжина i -го перегону, м.

Для перевірки адекватності залежності (1) був проведений повний факторний експеримент.

Загальний вид функції відгуку, що залежить від двох факторів, має вигляд

$$\hat{t} = b_0 + b_1 \cdot \tilde{X}_1 + b_2 \cdot \tilde{X}_2 + b_{12} \cdot \tilde{X}_1 \cdot \tilde{X}_2, \quad (2)$$

де $\tilde{X}_1$ та $\tilde{X}_2$ – рівні першого та другого факторів – маси та довжини перегону, при нижньому рівні значення фактора $\tilde{X} = -1$, при верхньому рівні $+1$;

b_0, b_1, b_2, b_{12} – невідомі коефіцієнти, що розраховуються за формулою

$$b_j = \frac{\sum_{i=1}^N \tilde{X}_{ji} t_i}{N}, \quad (3)$$

N – кількість дослідів, для двофакторного експерименту $N = 4$.

Результати розрахунків для верхніх рівнів факторів – 19940 м, 8500 т, та нижніх – 3550 м, 4000 т, відповідно, наведено в табл. 1.

Коефіцієнти функції відгуку та сама функція мають наступний вигляд:

$$b_0 = 11,86; b_1 = 0,285; b_2 = 7,13; b_{12} = 5 \cdot 10^{-4},$$

$$\hat{t} = 11,86 + 0,285 \cdot \tilde{X}_1 + 7,13 \cdot \tilde{X}_2 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot \tilde{X}_1 \cdot \tilde{X}_2. \quad (4)$$

Адекватність отриманої залежності для середнього рівня факторів $Q_{\text{сеп}} = 6250$ т, $L_{\text{сеп}} = 11743$ м відповідає функції відгуку при нульових рівнях факторів:

$$T_x = 0,859 + 1,27 \cdot 10^{-4} \cdot 6250 + 8,7 \cdot 10^{-4} \cdot 11743 = 11,86 \text{ хв};$$

$$\hat{t} = 11,86 + 0,285 \cdot 0 + 7,13 \cdot 0 + 5 \cdot 10^{-4} \cdot 0 \cdot 0 = 11,86 \text{ хв}.$$

Розрахунок коефіцієнтів функції відгуку

№ дослідів	t	$\tilde{X}_0$	$\tilde{X}_1$	$\tilde{X}_2$	$\tilde{X}_1 \tilde{X}_2$	$\tilde{X}_0 t$	$\tilde{X}_1 t$	$\tilde{X}_2 t$	$\tilde{X}_1 \tilde{X}_2 t$
1	4,45	+1	-1	-1	+1	+4,45	-4,45	-4,45	+4,45
2	5,02	+1	+1	-1	-1	+5,02	+5,02	-5,02	-5,02
3	18,71	+1	-1	+1	-1	+18,71	-18,71	+18,71	-18,71
4	19,29	+1	+1	+1	+1	+19,29	+19,29	+19,29	+19,29
Σ						47,47	1,14	28,53	0,002

Порівнюючи отримані результати (11,86 = 11,86), робимо висновок про адекватність залежності (4). Оскільки коефіцієнти b_1 і b_2 додатні, то між функцією відгуку та двома факторами прямо пропорційний зв'язок, тобто збільшення будь-якого з факторів призведе до збільшення й функції відгуку $\hat{t} = f(Q, l)$. Порівнюючи розраховані коефіцієнти b_1 і b_2 між собою, можна відзначити, що значно більший вплив на функцію відгуку має другий фактор, тобто довжина перегону. Треба зазначити також, що збільшення маси поїздів, наприклад, у 3 рази з 2000 т до 6000 т призводить до збільшення тривалості руху поїзда на перегоні всього на 3...5 %.

Отримані закони розподілу маси поїздів, параметрів потоку, залежності тривалості руху поїздів по перегону від його довжини та маси поїздів використовуються для побудови імітаційної моделі залізничної дільниці. До її складу входять модель технологічного процесу обслуговування об'єктів (МТП) та інформаційна модель (ІМ). Синхронізація МТП та ІМ виконується за командами системного таймера у відповідності з системним часом t_c . Загальний алгоритм моделі зображено на рис. 4.

Основою МТП є модель, в якій залізничний напрямок розглядається як багатоканальна багатофазна система масового обслуговування СМО. Вхідний потік утворюють парні та непарні поїзди, що вимагають пропуску по дільницям напрямку. Фазами обслуговування поїздів є залізничні перегони та станції, що здійснюють технологічні процеси відповідно до технології роботи дирекції залізничних перевезень та технологічних процесів роботи станцій напрямку. Тривалості обслуговування моделюються як випадкові величини, параметри яких залежать від характеристик заявок на обслуговування та об'єктів обслуговування.

Технологічні процеси обробки об'єктів на напрямку представляє комплекс технологічних операцій g_i , кожна з яких повинна бути виконана в певному порядку перед тим, як об'єкт залишить систему.

В якості об'єктів, що обслуговуються на дільницях, розглядаються поїзди та поїзні локомотиви. Кожен об'єкт в моделі представляється структурою

$$O_j = \{I_o, a_o, P, s, n_o\}, j = 1, 2, \dots, n_o, \quad (5)$$

де I_o – ідентифікатор об'єкту;

a_o – тип об'єкту;

P – множина параметрів об'єкту;

s – поточний стан об'єкту, який визначає фазу технологічного процесу його обслуговування;

n_o – загальна кількість об'єктів, що обслуговуються в парку.

Згідно технологічного процесу в моделі передбачено можливість поділу поїздів на состави та поїзні локомотиви, що мають різну технологію обслуговування на технічних станціях, де відбувається зміна локомотивів.

Моделювання вхідного потоку заявок виконується у декілька етапів. Спочатку для конкретних умов моделювання у файлі вихідних даних вказується інформація про кількість поїздів різних категорій a_o . Далі – відповідно до категорії моделюються параметри об'єкту (кількість вагонів у составі, довжина поїздів, маса). Пасажирські поїзди надходять у модель згідно масиву моментів часу, що задається. Вантажні поїзди надходять у модель з інтервалами, що розподілені за законом Ерланга відповідно до аналізу статистичних даних. Ці інтервали визначаються за допомогою виразу

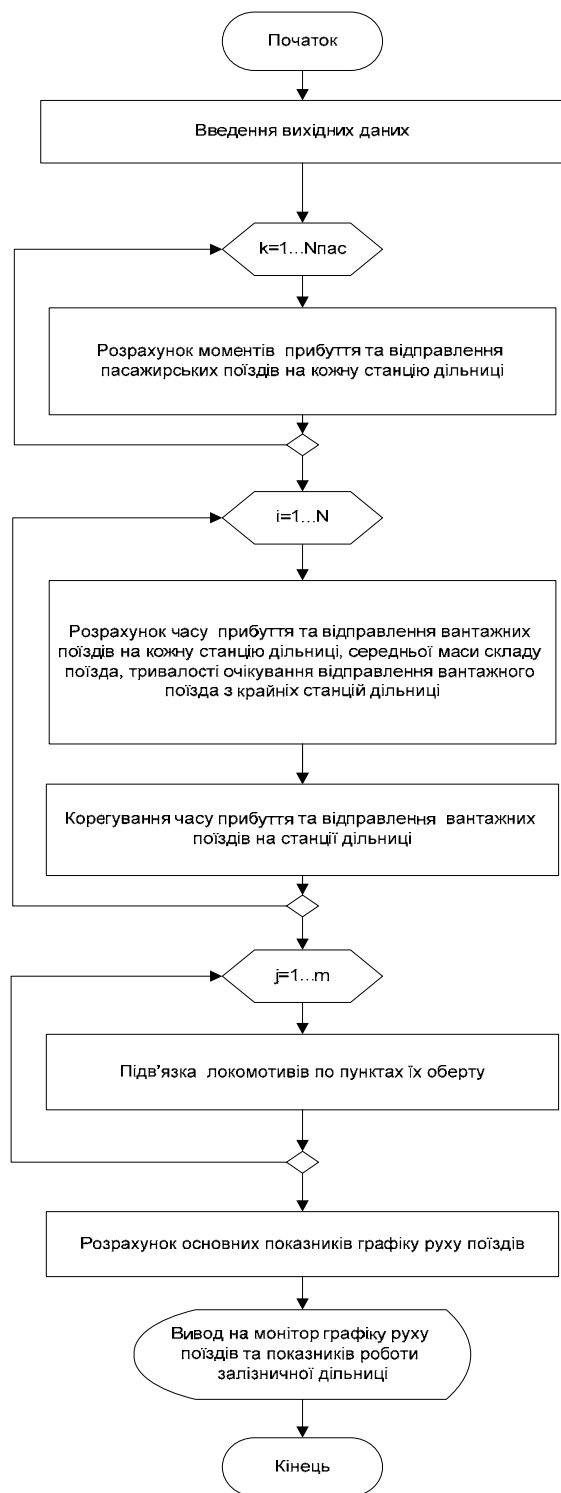


Рис. 4. Загальний алгоритм імітаційної моделі залізничного напрямку

$$t_i = \frac{I_{\min} - M[t]}{k} \ln r + I_{\min}, \quad (6)$$

де $I_{\min}$ – мінімальний інтервал між поїздами, що встановлюється вимогами автоблокування;
 r – випадкове число, що рівномірно розподілене в інтервалі $[0, 1]$.

В МТП технологія пропуску поїздів по перегонах представляється структурою:

$$q_j = \{I_w, I_0, p, U_q, F_q, t_q\}, i = 1, 2, \dots, n_q, \quad (7)$$

де I_w – ідентифікатор шаблону технологічної операції;

I_0 – об'єкт, з яким виконується операція;

U_q – список перегонів;

F_q – список умов закінчення технологічної операції;

t_q – момент закінчення виконання технологічної операції.

Шаблони w_i містять інформацію, яка необхідна для параметризації окремих технологічних операцій q :

$$w_i = \{I_w, f_t, \zeta\}, i = 1, 2, \dots, n_w, \quad (8)$$

f_t – функція, що визначає тривалість руху поїзда по перегону, визначається за формулою (1);

ζ – параметр, що вказує на порядок відправлення поїздів на перегін ($\zeta = 1$ – поїзд займає перегін, $\zeta = 0$ – поїзд зупиняється для обгону поїздом іншої категорії).

Момент готовності до відправлення вантажного поїзда з сортувальної станції може співпадати з відправленням з цієї ж станції пасажирського поїзда, або різниця часу від моменту відправлення пасажирського поїзда до моменту відправлення вантажного поїзда може бути меншою за можливо допустиму. В таких випадках вантажних поїзд затримується на станції на мінімально необхідний час для забезпечення безпеки руху поїздів.

В пунктах оберту локомотивів їх підв'язка здійснюється на основі пошуку мінімальних простоїв в очікуванні поїздів з урахуванням необхідності виконання ТО-2 та технологій роботи станцій. Цей пошук виконується за допомогою алгоритму метода Мака [4].

Інформаційна модель являє собою зображення графіку руху поїздів напрямку на часовій сітці. Вона призначена для надання інформації про поїзний стан та для відображення показників роботи напрямку (рис. 5).

Технологічний процес роботи станції зображується у вигляді набору значків S , які відповідають виконаним технологічним операціям з об'єктами. Кожен значок $s \in S$ в пам'яті ЕОМ представляється структурою:

$$s = \{q, c, E_r, t_n, t_k, h, f_{\text{ц}}, Y_d\}, \quad (9)$$

де q – ідентифікатор зображення значка;

t_n, t_k – відповідно час початку та закінчення технологічної операції, яку зображує значок;

h – висота значка;

$f_{\text{ц}}$ – колір значка;

Y_d – вектор додаткових параметрів.

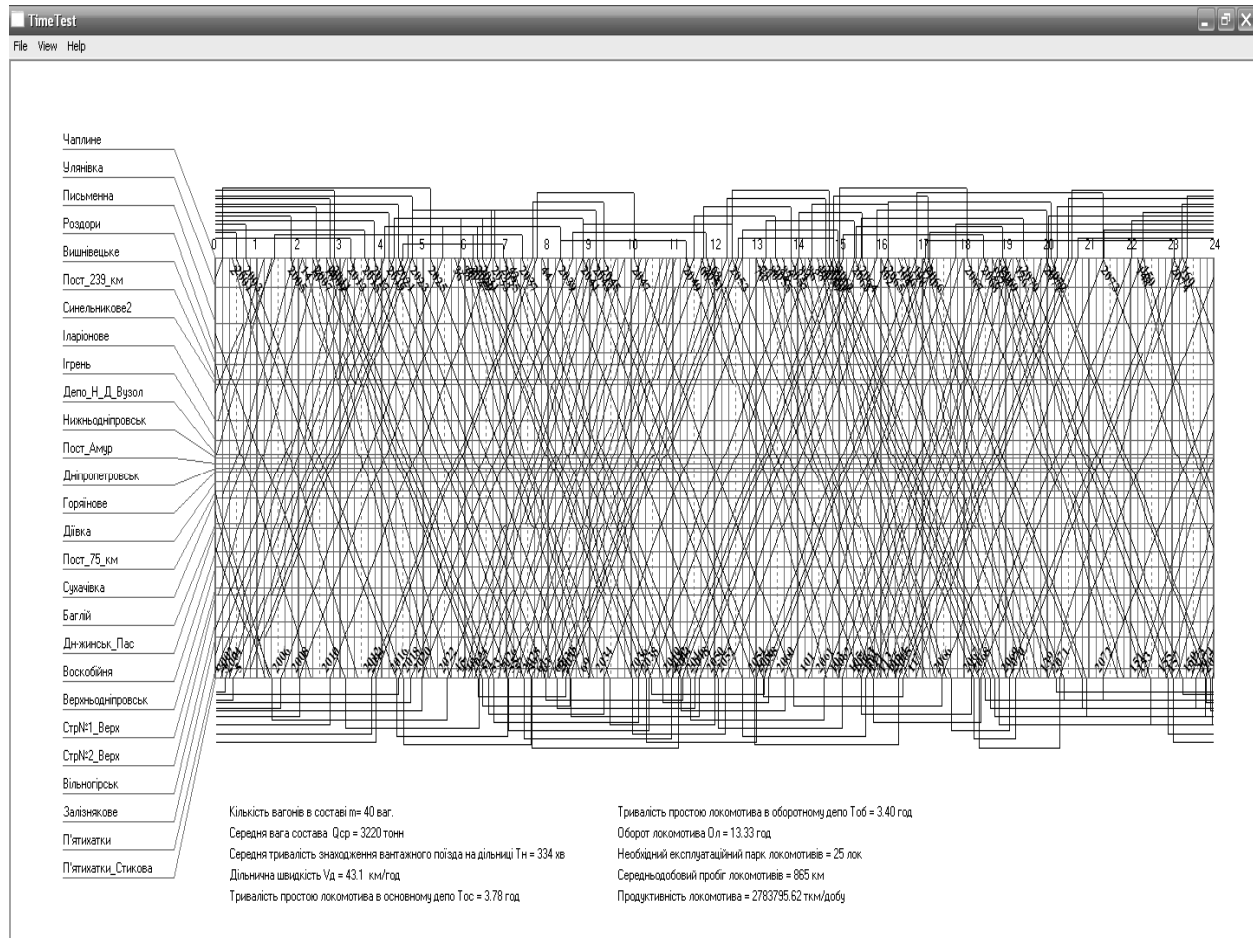


Рис. 5. Зовнішній вигляд інтерфейсу імітаційної моделі залізничного напрямку

МТП за результатами моделювання розраховує основні показники роботи напрямку.

Середня вага поїзда брутто (т) розраховується за формулою

$$Q_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^N Q_i}{N}, \quad (10)$$

де Q_i – маса i -го поїзду, т;

N – загальна кількість вантажних поїздів.

Середня тривалість знаходження поїзда на напрямку

$$T_n = \frac{\sum_{i=1}^N (T_{\text{вих}i} - T_{\text{вх}i})}{N}, \text{ хв} \quad (11)$$

де $T_{\text{вх}}$ та $T_{\text{вих}}$ – моменти входу та виходу поїздів на напрямку.

Дільнична швидкість

$$V_d = \frac{\sum NL}{60T_n}, \quad (12)$$

де $\sum NL$ – сумарні поїздо-години.

Середній простій локомотива в основному депо

$$T_{\text{ос}} = \frac{\sum_{j=1}^m (T_{\text{від}j} - T_{\text{пр}j})}{M_e}, \quad (13)$$

Середній простій локомотива в оборотному депо

$$T_{\text{об}} = \frac{\sum_{j=1}^m (T_{\text{від}j} - T_{\text{пр}j})}{M_e}, \quad (14)$$

де $T_{\text{від}_j}$ – момент відправлення j -го локомотива із пункту оборту;

$T_{\text{пр}_j}$ – момент прибуття j -го локомотива в пункт оборту;

M_e – кількість локомотивів.

Оберт локомотива

$$O_{\text{л}} = \frac{2L}{V_{\text{д}}} + T_{\text{ос}} + T_{\text{об}} \quad (15)$$

Необхідний експлуатаційний парк локомотивів

$$M_e = \frac{O_{\text{л}} N}{24} \quad (16)$$

Середньодобовий пробіг локомотива

$$S_{\text{л}} = \frac{2LN}{M_e} \quad (17)$$

Продуктивність локомотива

$$W_{\text{л}} = S_{\text{л}} Q_{\text{сер}} \quad (18)$$

Отже, запропонована імітаційна модель дозволить визначити вплив організації руху поїздів на показники роботи залізничних напрямків, знайти оптимальний графік підв'язки локомотивних бригад при кільцевому способі обслуговування поїздів локомотивами.

Проведені дослідження показали, що кількість вагонів і маса поїздів практично не впливають на тривалість знаходження поїздів на напрямку без врахування простоїв на технічних станціях та на дільничну швидкість руху поїздів. Коефіцієнти кореляції цих залежностей становлять $r_{\text{мТн}} = 0,09$ та $r_{\text{мVд}} = 0,06$, відповідно. На ці показники значно впливають ступінь виконання міністерського графіку руху поїздів та нерівномірність поїздопотоків.

Інша тенденція спостерігається на пасажиронапружених і одночасно завантажених напрямках. Тривалість пропуску вагонопотоку значно збільшується із зростанням кількості вагонів у складах поїздів та їх маси.

Використовуючи запропоновану модель, а також моделі роботи технічних станцій [5] можна визначити вплив параметрів поїздів та ор-

ганізації руху поїздопотоків на залізничному напрямку на його показники і, в першу чергу, на експлуатаційні витрати.

Дослідження показали, що для прискорення пропуску вагонопотоків на залізничних напрямках із нормальною завантаженістю дільниць необхідно формувати поїзди довжиною 48...52 вагони масою 3500...3800 т. Для зменшення експлуатаційних витрат за рахунок зменшення швидкості просування вагонопотоку по напрямку необхідно формувати довгосоставні поїзди підвищеної маси (58...65 ваг., 4300...4800 т).

При значній завантаженості дільниць напрямку, наприклад, при літньому розкладі графіку руху пасажирських поїздів, доцільним стає формування неповносоставних неповновантажних поїздів для прискорення пропуску вагонопотоків на напрямку. При цьому мінімум експлуатаційних витрат також має місце при формуванні довгосоставних поїздів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Левин, Д. Ю. Оптимизация потоков поездов [Текст] / Д. Ю. Левин. – М.: Транспорт, 1998. – 175 с.
2. Угрюмов, А. К. Вопросы автоматизации эксплуатационной работы железных дорог [Текст] / А. К. Угрюмов. – Л., 1976.
3. Персианов, В. А. Моделирование транспортных систем [Текст] / В. А. Персианов, К. Ю. Скалов, Н. С. Усков. – М.: Транспорт, 1972.
4. Зайченко, Ю. П. Исследование операций [Текст]: учеб. пособие для студ. вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища шк. Главное изд-во, 1979. – 392 с.
5. Банди, Б. Основы линейного программирования [Текст] / Б. Банди. – М.: Радио и связь, 1989. – 176 с.
6. Козаченко, Д. М. Програмный комплекс для имитационного моделирования работы залізничних станцій на основі добового плану-графіку [Текст] / Д. М. Козаченко, Р. В. Вернигора, Р. Г. Коробйова // Залізн. трансп. України. – 2008. – № 4. – с. 18-20.

Надійшла до редколегії 07.07.2009.

Прийнята до друку 18.07.2009.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ СКАТЫВАНИЯ ОТЦЕПОВ С СОРТИРОВОЧНЫХ ГОРОК

Виконано дослідження та розроблено методику вибору раціональних параметрів режиму гальмування керованого відцепу в групі з трьох відцепів із заданими номерами розділових стрілок. Методика призначена для рішення задачі оптимізації режимів гальмування відцепів складу.

Выполнены исследования и разработана методика выбора рациональных параметров режима торможения управляемого отцепа в группе из трех отцепов с заданными номерами разделительных стрелок. Методика предназначена для решения задачи оптимизации режимов торможения отцепов состава.

Researches are executed and the method of choice of rational parameters of the mode of braking of guided cut in a group of three cuts with the set numbers of dividing switches is developed. The method is aimed at the solution of optimization task of modes of braking the rolling stock cuts.

Одной из основных целей автоматизации сортировочных горок является повышение качества сортировочного процесса за счет минимизации неразделений отцепов на стрелках, повреждений вагонов и грузов, а также за счет увеличения степени заполнения сортировочных путей. Для решения перечисленных задач необходимо обеспечить выполнение требований интервального и прицельного регулирования скорости скатывающихся отцепов при расформировании составов на сортировочных горках.

Качество интервального регулирования характеризуется величиной интервалов между отцепами на разделительных стрелках, которые в значительной мере зависят от режимов торможения (РТ) отцепов [1 – 3].

Для обоснованного выбора оптимального режима торможения отцепа необходимо исследовать условия его разделения на разделительных элементах с другими отцепами расформируемого состава. Задачей оптимизации управления скатыванием отцепов состава при этом является определение таких РТ, при которых обеспечивается максимальная надежность разделения на стрелках скатывающихся отцепов. Для решения данной задачи разработан итерационный метод, при котором расформируемый состав рассматривается как система взаимосвязанных отцепов [4, 5]. Метод позволяет наилучшим образом распределить интервалы между отцепами состава; при этом максимизируется величина интервалов в неблагоприятных группах за счет некоторого их уменьшения в соседних более благоприятных. При использовании данного метода на каждой итерации осуществляется локальная оптимизация режима торможения среднего (управляемого) отцепа

критической группы из трех смежных отцепов (в дальнейшем – группа). В качестве критической выбирается группа, в которой разность интервалов на стрелках разделения смежных пар отцепов максимальна.

Необходимо отметить, что при оптимизации РТ отцепов в [4, 5] используется модель скатывания отцепов с равномерным торможением по всей зоне действия замедлителей [6]. В то же время в реальных условиях и зона торможения отцепа, и его интенсивность варьируются в достаточно широких пределах. При моделировании скатывания отцепа указанные изменения могут быть причиной существенной разницы во времени его движения, что особенно важно при решении задачи интервального регулирования скорости отцепов.

Исследования выполненные в [7] показали, что параметры РТ при регулируемой зоне торможения оказывают существенное влияние на продолжительность скатывания отцепов, а, следовательно, и на величину интервалов между ними. Параметрами, определяющими режим скатывания, являются вектор $U = (U', U'')$ скоростей выхода отцепа из верхней (ВТП) и средней (СТП) тормозных позиций и вектор $x = (x', x'')$ условных координат точек начала торможения ($x' \in [0, 1]$, $x'' \in [0, 1]$). При моделировании торможения на отцеп действует сила, удельная величина которой пропорциональна номинальной мощности замедлителя при выбранной ступени торможения.

Допустимые значения скоростей U' и U'' для каждого отцепа расформируемого состава образуют область допустимых скоростей (ОДС) его выхода из тормозных позиций (ТП) сорти-

ровочной горки. Указанная область определяет совокупность ограничений, которые необходимо учитывать при решении задачи оптимизации $PT \mathbf{R}_t = (U, \mathbf{x})$ скатывающихся отцепов.

В данной статье предложена методика определения оптимального режима торможения $\mathbf{R}_t$ управляемого отцепа в группе. Методика предназначена для корректирования режима торможения управляемого отцепа на очередной итерации при оптимизации режима расформирования состава.

Для комплексного решения задачи оптимизации режима торможения управляемого отцепа группы необходимо установить значения четырех управляемых параметров $\mathbf{R}_t = (U', U'', x', x'')$. Условием оптимальности является равенство интервалов δt_{12} в первой и δt_{23} во второй паре отцепов $\delta t_{12}(\mathbf{R}_t) = \delta t_{23}(\mathbf{R}_t) = \overline{\delta t}(\mathbf{R}_t) \rightarrow \max$. Выполнение указанного условия возможно, если диапазоны изменения указанных интервалов имеют общую область D ($\delta t_{12}(\mathbf{R}) \in D, \delta t_{23}(\mathbf{R}) \in D$). Учитывая, что целевая функция $\overline{\delta t}(\mathbf{R}_t)$ является нелинейной и негладкой, для решения задачи целесообразно использование методов прямого поиска, для реализации которых требуются только значения целевой функции.

В результате исследований была разработана следующая стратегия поиска оптимального режима торможения управляемого отцепа группы. Первоначально для некоторого значения скорости U_i'' выхода отцепа из СТП определяется множество значений $(U', x', x'')_j$ и соответствующие им величины $\overline{\delta t}_j, j=1, \dots, N$; здесь N – число узлов решетки значений (x', x'') , варьируемых в квадратной области Ω_x с постоянным шагом Δx в интервале $[0, 1]$. При этом для каждой точки решетки $(x', x'')_j$ определяется значение U'_j , при котором обеспечивается равенство $\delta t_{12} = \delta t_{23} = \overline{\delta t}_j$. Поиск U'_j осуществляется в интервале $[U'_{\min}, U'_{\max}]$, границы которого определяются по данным ОДС управляемого отцепа с использованием метода дихотомии. Дальнейший анализ полученных значений $\overline{\delta t}_j$ позволяет установить максимальное значение $\overline{\delta t}_i = \max \{ \overline{\delta t}_j \}$, которое может быть получено при данной скорости U_i'' , а также рациональные параметры режима торможения $(U', x', x'')_i$, обеспечивающие достижение указанного интервала.

Как показал анализ результатов оптимизации, полученных с использованием предложенной методики, максимальное значение величины $\overline{\delta t}$ всегда оказывается в одной из вершин (угловых точек) области Ω_x ($x' = (0, 1), x'' = (0, 1)$). При этом конкретные значения (x', x'') могут быть однозначно определены на основе анализа взаимного расположения участка разделения отцепов группы $[S_1, S_2]$ и координат точек начала и окончания торможения управляемого отцепа на ВТП ($S'_{\text{нт}}, S'_{\text{кт}}$) и СТП ($S''_{\text{нт}}, S''_{\text{кт}}$).

Участок разделения отцепов группы ограничивается точками входа управляемого отцепа на изолированный участок (ИЗУ) стрелки σ_1 разделения с первым $s_{\text{вх}}(\sigma_1)$ и выхода этого отцепа из ИЗУ стрелки σ_2 разделения с третьим отцепом $s_{\text{вых}}(\sigma_2)$. При этом возможны два варианта взаимного расположения координат точек входа $s_{\text{вх}}(\sigma_1)$ и выхода $s_{\text{вых}}(\sigma_2)$, которые определяют длину участка разделения: $S_1 = s_{\text{вх}}(\sigma_1), S_2 = s_{\text{вых}}(\sigma_2)$ в случае $s_{\text{вх}}(\sigma_1) < s_{\text{вых}}(\sigma_2)$; $S_1 = s_{\text{вых}}(\sigma_2), S_2 = s_{\text{вх}}(\sigma_1)$ в случае $s_{\text{вых}}(\sigma_2) < s_{\text{вх}}(\sigma_1)$.

Анализ результатов оптимизации режимов торможения показал, что все случаи возможного расположения координат участка разделения $s_{\text{вх}}(\sigma_1)$ и $s_{\text{вых}}(\sigma_2)$ относительно координат точек начала и окончания торможения отцепа на ТП спускной части горки можно классифицировать по четырем вариантам. Данные варианты характеризуются различным выбором оптимального значения x^* для достижения максимума величины δt .

Первый вариант – весь участок разделения расположен до координаты точки начала торможения управляемого отцепа на ВТП:

$$s_{\text{вых}}(\sigma_2) \leq S'_{\text{нт}}, \text{ если } s_{\text{вх}}(\sigma_1) < s_{\text{вых}}(\sigma_2), \\ \text{или } s_{\text{вх}}(\sigma_1) \leq S'_{\text{нт}}, \text{ если } s_{\text{вых}}(\sigma_2) < s_{\text{вх}}(\sigma_1).$$

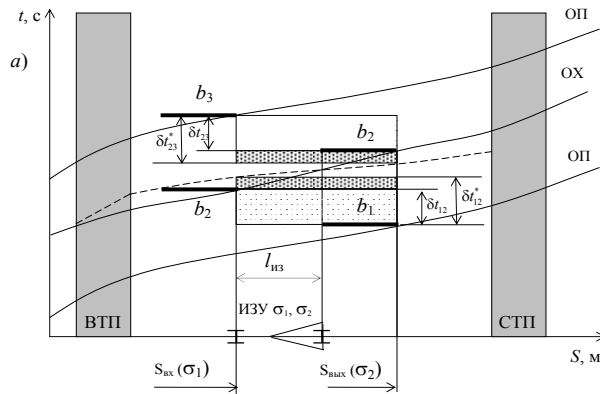
В данном варианте величины интервалов δt_{12} и δt_{23} не зависят от режима торможения и определяются конструкцией горки, параметрами отцепов и условиями скатывания. Допустимое значение интервалов на разделительных элементах, расположенных до точки начала торможения отцепа на ВТП, должен обеспечивать профиль спускной части сортировочной горки.

Второй вариант – координата конца участка разделения расположена между координатами точек начала торможения управляемого отцепа на ВТП $S'_{\text{нт}}$ и начала торможения на СТП $S''_{\text{нт}}$:

$$S'_{\text{нт}} < s_{\text{вых}}(\sigma_2) < S''_{\text{нт}}, \text{ если } s_{\text{вх}}(\sigma_1) < s_{\text{вых}}(\sigma_2), \\ \text{или } S'_{\text{нт}} < s_{\text{вх}}(\sigma_1) < S''_{\text{нт}}, \text{ если } s_{\text{вых}}(\sigma_2) < s_{\text{вх}}(\sigma_1).$$

Для данного варианта схема максимизации интервалов δt_{12} , δt_{23} представлена на рис. 1.

При этом, в случае, если $s_{\text{вх}}(\sigma_1) < s_{\text{вых}}(\sigma_2)$ (см. рис. 1,а), для увеличения интервалов δt_{12} и δt_{23} при сохранении их равенства, необходимо увеличить время скатывания отцепа $t_2(\sigma_1)$ до точки $s_{\text{вх}}(\sigma_1)$, и при этом одновременно увеличить среднюю скорость отцепа на участке $[s_{\text{вх}}(\sigma_1), s_{\text{вых}}(\sigma_2)]$, уменьшив за счет этого время



занятия этого участка $t_2(\sigma_2) - t_2(\sigma_1)$; график времени скатывания отцепа при указанном режиме показан на рис. 1,а пунктиром. Следовательно, в данном случае максимальное значение δt достигается при торможении отцепа на ВТП при $x' = 0$, тогда время $t_2(\sigma_1)$ максимально; скорость выхода из ВТП устанавливается из условия равенства $\delta t_{12} = \delta t_{23}$.

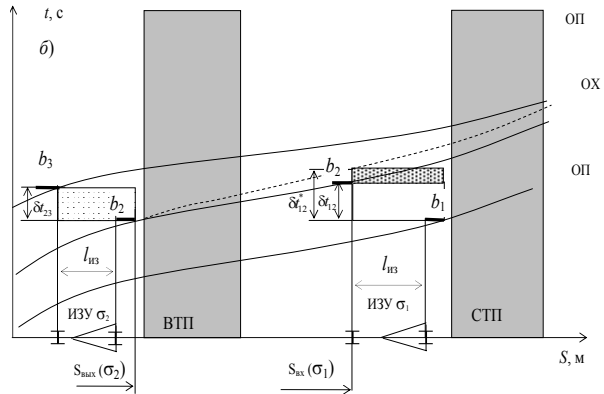


Рис. 1. Схема максимизации интервалов на разделительных стрелках, расположенных до СТП:
а) $s_{\text{вх}}(\sigma_1) < s_{\text{вых}}(\sigma_2)$; б) $s_{\text{вх}}(\sigma_1) > s_{\text{вых}}(\sigma_2)$

В случае $s_{\text{вх}}(\sigma_1) > s_{\text{вых}}(\sigma_2)$ выбор $x' = 0$ и уменьшение средней скорости отцепа на участке $[s_{\text{вых}}(\sigma_2), s_{\text{вх}}(\sigma_1)]$ позволяет увеличить значение интервала δt_{12} ; график времени отцепа при указанном режиме показан на рис. 1,б пунктиром. Величина интервала δt_{23} зависит от параметров отцепов, условий скатывания и конструкции горки. Для длинных отцепов ($s_{\text{вых}}(\sigma_2) > S'_{\text{нт}}$, за счет большого начального интервала между отцепами во второй паре, значение δt_{23} значительно превышает величину интервала δt_{12} , и поэтому добиться равенства интервалов δt_{12} и δt_{23} невозможно. Однако увеличение продолжительности скатывания отцепа до точки $s_{\text{вых}}(\sigma_2)$ ($x' = 0$) и уменьшение средней скорости отцепа на участке $[s_{\text{вых}}(\sigma_2), s_{\text{вх}}(\sigma_1)]$ позволяет, за счет незначительного уменьшения величины δt_{23} , добиться большего увеличения величины интервала δt_{12} .

В данном варианте значение x'' на величину интервалов δt_{12} и δt_{23} не влияет, и, следовательно, выбор режима торможения может осуществляться по другим критериям (условиям разделения с другими отцепами состава, расходу энергии, износу тормозных балок замедлителей и др.).

В подтверждение данных выводов для случая $s_{\text{вх}}(\sigma_1) < s_{\text{вых}}(\sigma_2)$ на рис. 2 приведено поле значений δt , полученное при величине $U'' = 4$ м/с для стрелок разделения $\sigma_1 = \sigma_2 = 2$.

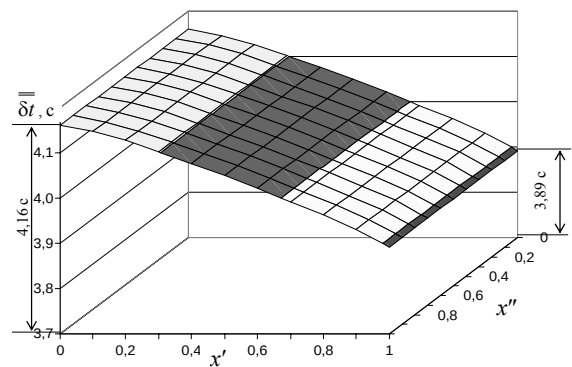


Рис. 2. Поле равных интервалов $\delta t = f(x)$ при расположении участка разделения до СТП

Как видно из рис. 2, максимум величины δt ($\delta t_{\text{max}} = 4,16$ с) достигается при $x' = 0$.

Третий вариант – координата начала участка разделения расположена до координаты точки окончания торможения отцепа на СТП $S''_{\text{кт}}$; при этом координата конца участка разделения должна быть расположена после координаты точки начала торможения отцепа на СТП $S''_{\text{нт}}$: $s_{\text{вх}}(\sigma_1) < S''_{\text{кт}}$ & $s_{\text{вых}}(\sigma_2) > S''_{\text{нт}}$, если $s_{\text{вх}}(\sigma_1) < s_{\text{вых}}(\sigma_2)$, $s_{\text{вых}}(\sigma_2) < S''_{\text{кт}}$ & $s_{\text{вх}}(\sigma_1) > S''_{\text{нт}}$, если $s_{\text{вых}}(\sigma_2) < s_{\text{вх}}(\sigma_1)$.

Схема максимизации интервалов δt_{12} , δt_{23} для различных вариантов взаимного размещения координат точек $s_{\text{вх}}(\sigma_1)$ и $s_{\text{вых}}(\sigma_2)$ представлена на рис. 3.

При этом, в случае, если $s_{\text{вх}}(\sigma_1) < s_{\text{вых}}(\sigma_2)$ (см. рис. 3,а), для увеличения интервалов δt_{12} и δt_{23} при сохранении их равенства необходимо увеличить продолжительность скатывания отцепы до точки $s_{\text{вх}}(\sigma_1)$, чтобы увеличить время $t_2(\sigma_1)$, а также увеличить среднюю скорость отцепы на участке $[s_{\text{вх}}(\sigma_1), s_{\text{вых}}(\sigma_2)]$ и за счет этого уменьшить величину $t_2(\sigma_2)$; график времени отцепы при указанном режиме показан на

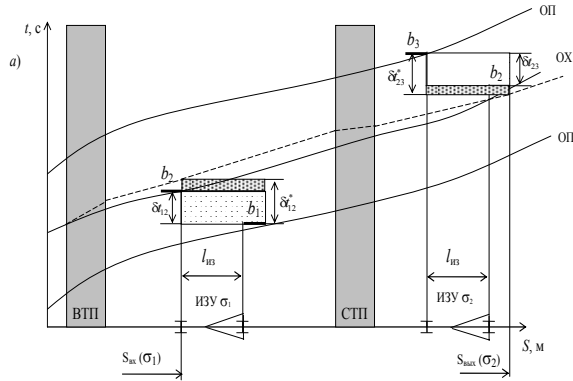


рис. 3,а пунктиром. При этом выбор значения x' должен обеспечивать максимальное значение времени в точке с координатой $S'_{\text{КТ}}$ для максимального увеличения величины $t_2(\sigma_1)$. Соответственно, значение x'' должно выбираться таким образом, чтобы величина времени в точке с координатой $S''_{\text{КТ}}$ было минимальным; это позволит максимально уменьшить значение $t_2(\sigma_2)$.

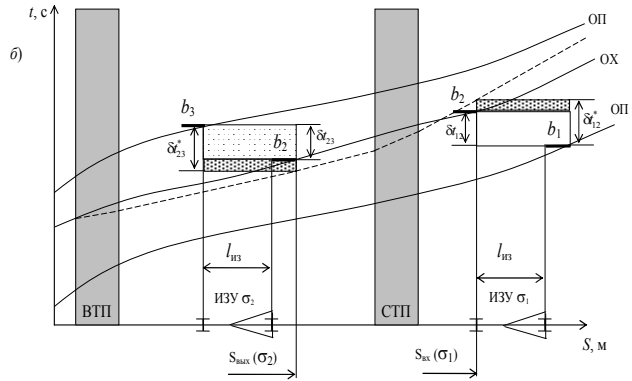


Рис. 3. Схема увеличения интервалов на разделительных стрелках при их комбинированном расположении относительно ТП: а) $s_{\text{вх}}(\sigma_1) < s_{\text{вых}}(\sigma_2)$; б) $s_{\text{вых}}(\sigma_2) < s_{\text{вх}}(\sigma_1)$

При $s_{\text{вых}}(\sigma_2) < s_{\text{вх}}(\sigma_1)$ для увеличения интервалов δt_{12} и δt_{23} необходимо, наоборот, уменьшить время движения отцепы на начальном участке для уменьшения $t_2(\sigma_2)$ и одновременно уменьшить среднюю скорость отцепы на участке $[s_{\text{вых}}(\sigma_2), s_{\text{вх}}(\sigma_1)]$ для увеличения $t_2(\sigma_1)$; график времени отцепы при указанном режиме показан на рис. 3,б пунктиром. В этом случае выбор значений x' и x'' противоположен варианту $s_{\text{вх}}(\sigma_1) < s_{\text{вых}}(\sigma_2)$. Выбор x' должен обеспечивать

максимальное уменьшение значения $t_2(\sigma_2)$, а значение x'' – максимальное увеличение величины $t_2(\sigma_1)$.

Для примера на рис. 4,а для случая $s_{\text{вх}}(\sigma_1) < s_{\text{вых}}(\sigma_2)$ ($\sigma_1 = 2$, $\sigma_2 = 5$) приведено поле значений $\overline{\delta t}$, полученное при величине $U'' = 5,0$ м/с; аналогично для случая $s_{\text{вых}}(\sigma_2) < s_{\text{вх}}(\sigma_1)$ ($\sigma_1 = 5$, $\sigma_2 = 2$) на рис. 4,б приведено поле значений $\overline{\delta t}$, полученное при величине $U'' = 4,0$ м/с.

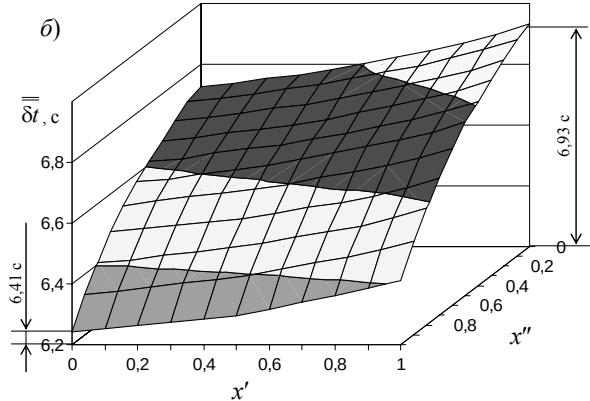
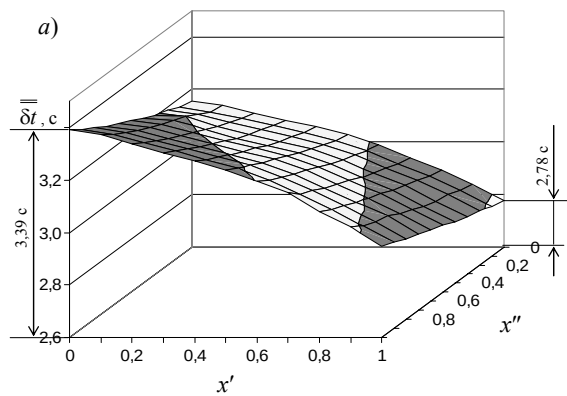


Рис. 4. Поле равных интервалов $\overline{\delta t} = f(\mathbf{x})$ при комбинированном расположении разделительных стрелок относительно ТП: а) $s_{\text{вх}}(\sigma_1) < s_{\text{вых}}(\sigma_2)$; б) $s_{\text{вых}}(\sigma_2) < s_{\text{вх}}(\sigma_1)$

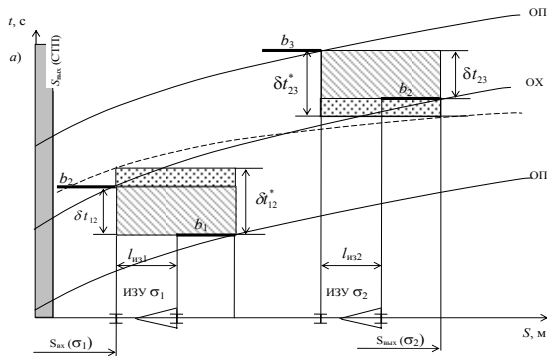
Как видно из рис. 4,а для случая $s_{\text{вх}}(\sigma_1) < s_{\text{вых}}(\sigma_2)$ максимум величины $\overline{\delta t}$ ($\delta t_{\text{max}} = 3,39$ с) достигается при $x' = 0$ и $x'' = 1$; для

$s_{\text{вых}}(\sigma_2) < s_{\text{вх}}(\sigma_1)$ выбор параметров вектора $\mathbf{x}$, обеспечивающих максимум $\overline{\delta t}$ ($\delta t_{\text{max}} = 6,93$ с), противоположен $x' = 1$ и $x'' = 0$ (см. рис. 4,б).

Четвертый вариант – координата начала участка разделения расположена после координаты окончания торможения отцепа на СТП $S''_{\text{КТ}}$:

$$s_{\text{ВХ}}(\sigma_1) \geq S''_{\text{КТ}}, \text{ если } s_{\text{ВХ}}(\sigma_1) < s_{\text{ВЫХ}}(\sigma_2),$$

или $s_{\text{ВЫХ}}(\sigma_2) \geq S''_{\text{КТ}}, \text{ если } s_{\text{ВЫХ}}(\sigma_2) < s_{\text{ВХ}}(\sigma_1).$



На рис. 5 представлена схема максимизации интервалов δt_{12} , δt_{23} на разделительных стрелках при $s_{\text{ВХ}}(\sigma_1) < s_{\text{ВЫХ}}(\sigma_2)$ (рис. 5,а) и $s_{\text{ВЫХ}}(\sigma_2) < s_{\text{ВХ}}(\sigma_1)$ (рис. 5,б).

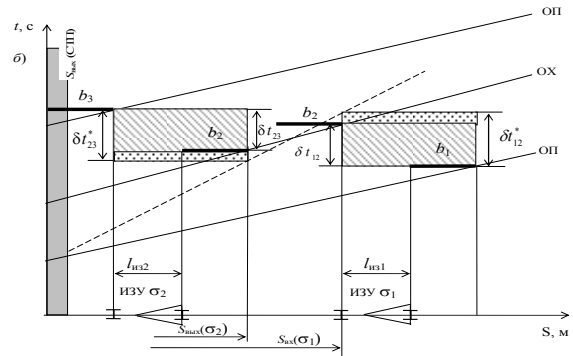


Рис. 5. Схема максимизации интервалов на разделительных стрелках, расположенных за СТП:

а) $s_{\text{ВХ}}(\sigma_1) < s_{\text{ВЫХ}}(\sigma_2)$; б) $s_{\text{ВХ}}(\sigma_1) > s_{\text{ВЫХ}}(\sigma_2)$

Так как варьирование x и определение U' в данном варианте производится при некотором значении скорости U'' , то графики скорости и времени скатывания отцепа после его выхода из СТП остаются неизменными. Поэтому добиться изменения средней скорости движения отцепа на участке разделения невозможно. Таким образом, независимо от взаимного расположения координат точек $s_{\text{ВХ}}(\sigma_1)$ и $s_{\text{ВЫХ}}(\sigma_2)$ существуют единственные значения $t_2(\sigma_1)$ и $t_2(\sigma_2)$, которые обеспечивают равенство интервалов δt_{12} и δt_{23} .

Для примера на рис. 6 приведено поле значений δt , полученное при величине $U'' = 4,0$ м/с для стрелок разделения $\sigma_1 = 4$, $\sigma_2 = 3$.

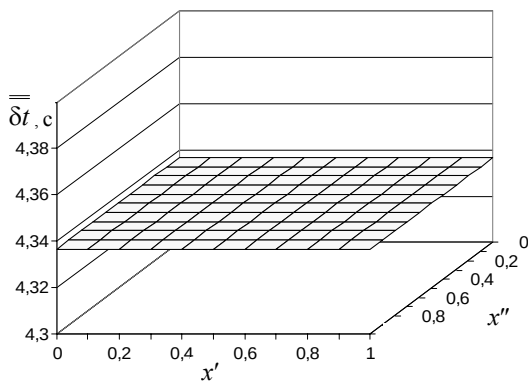


Рис. 6. Поле равных интервалов $\delta t = f(x)$ при расположении участка разделения за СТП

Как видно из рис. 6, несмотря на варьирование значений x' и x'' , величина δt остается неизменной ($\delta t = 4,337$ с); при этом равенство

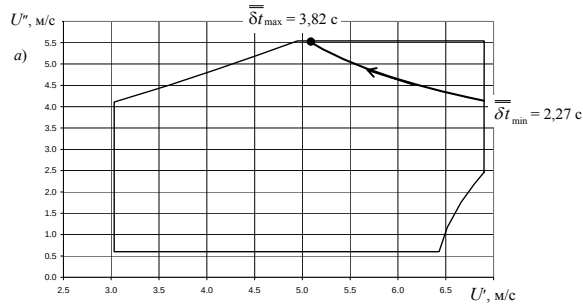
интервалов δt_{12} и δt_{23} достигается за счет соответствующего выбора значения U' . Следовательно для общности правил выбора вектора x значения x' и x'' можно выбирать в одной из угловых точек области Ω_x .

Таким образом, выполненные исследования показывают, что выбор вектора x , обеспечивающего максимальное значение величины δt , во втором и третьем варианте, однозначен и зависит от взаимного расположения координат участка разделения $s_{\text{ВХ}}(\sigma_1)$ и $s_{\text{ВЫХ}}(\sigma_2)$ относительно координат точек начала $S_{\text{НТ}}$ и окончания $S_{\text{КТ}}$ торможения отцепа на ТП спускной части горки.

Выбор значений (x', x'') в первом и четвертом вариантах, а также x'' во втором не влияет на интервальное регулирование в группе отцепов. Поэтому выбор вектора x в указанных вариантах может осуществляться по другим критериям. В частности, управляемый отцеп данной группы может разделяться с другими (несмежными) отцепами состава, где условия разделения могут относиться к другому варианту. Если же такие разделения у данного отцепа отсутствуют, то в этом случае параметры вектора x могут выбираться по другим критериям, например, по условиям обеспечения максимальной точности реализации заданных скоростей (U' , U'').

Полученный вывод позволяет сократить число управляемых переменных с четырех (U' , U'' , x' , x'') до двух (U' , U'') и существенно упростить методику оптимизации режима торможения управляемого отцепа группы.

Для окончательного выбора оптимальных значений скоростей (U' , U'') для управляемого отцепя группы варьируют скорость U'' в интервале $[U''_{\min}, U''_{\max}]$ и для каждого значения U'' находят U' . Таким образом находят результирующую зависимость $U' = f(U'')$ в ОДС управляемого отцепя. Последующий анализ характера изменения величины $\overline{\delta t}$ вдоль линии $U' = f(U'')$ позволяет найти оптимальный режим



торможения $\mathbf{R}^*_{\tau} = (U, x)$, при котором выполняется условие $\overline{\delta t}(\mathbf{R}^*) = \overline{\delta t}_{\max}$.

Для примера, на рис. 7,а в ОДС управляемого отцепя группы для стрелок $\sigma_1 = 2$ и $\sigma_2 = 5$ (случай $s_{\text{вх}}(\sigma_1) < s_{\text{вых}}(\sigma_2)$) показана линия $U' = f(U'')$, полученная при $x = (0, 1)$. На рис. 7,б приведена та же зависимость $U' = f(U'')$ для стрелок $\sigma_1 = 5$, $\sigma_2 = 2$ (случай $s_{\text{вых}}(\sigma_2) < s_{\text{вх}}(\sigma_1)$) при $x = (1, 0)$.

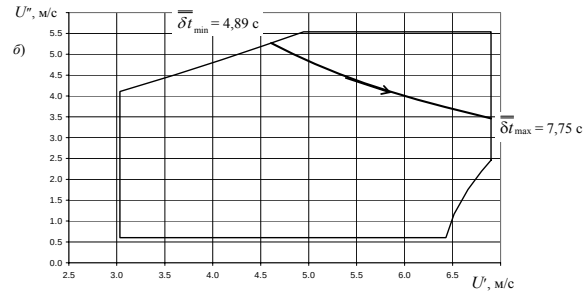


Рис. 7. Положение линии $U' = f(U'')$ оптимальных режимов при комбинированном расположении разделительных стрелок относительно ТП: а) $s_{\text{вх}}(\sigma_1) < s_{\text{вых}}(\sigma_2)$; б) $s_{\text{вых}}(\sigma_2) < s_{\text{вх}}(\sigma_1)$

Как видно из рис. 7, максимум величины $\overline{\delta t}$ достигается на одном из участков границы ОДС. В случае $s_{\text{вх}}(\sigma_1) < s_{\text{вых}}(\sigma_2)$ рост величины $\overline{\delta t}$ вдоль линии $U' = f(U'')$ происходит в направлении верхнего участка границы ОДС ($\overline{\delta t}_{\max} = 3,82$ с); если же $s_{\text{вых}}(\sigma_2) < s_{\text{вх}}(\sigma_1)$, то увеличение значения $\overline{\delta t}$ происходит в направлении нижнего участка границы ($\overline{\delta t}_{\max} = 7,75$ с).

Результаты выполненных исследований могут быть использованы при разработке методики оптимизации режима расформирования состава. Решение данной задачи необходимо для создания автоматизированных систем управления процессом роспуска составов на сортировочных горках.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бобровский, В. И. Анализ эффективности режимов торможения отцепов на сортировочных горках [Текст] / В. И. Бобровский, Д. Н. Козаченко, Н. В. Рогов // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2006. – Вип. 11. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2006. – С. 103-111.
2. Козаченко, Д. М. Дослідження впливу параметрів відцепів та умов їх скочування на величину інтервалів на розділових стрілках [Текст] / Д. М. Козаченко, М. І. Березовий, Р. Г. Коробйова // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту заліз.

трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2006. – Вип. 12. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2006. – С. 79-82.

3. Рогов, Н. В. Исследование условий разделения отцепов на стрелках [Текст] / Н. В. Рогов // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2007. – Вип. 15. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2007. – С. 114-119.
4. Бобровский, В. И. Итерационный метод оптимизации режимов торможения отцепов состава [Текст] / В. И. Бобровский, Н. В. Рогов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2003. – № 5. – С. 4-5.
5. Бобровский, В. И. Оптимизация режимов регулирования скорости отцепов при роспуске составов на горках [Текст] / В. И. Бобровский, Н. В. Рогов // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2004. – Вип. 4. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2004. – С. 174-182.
6. Бобровский, В. И. Математическая модель для оптимизации интервального регулирования скорости отцепов на горках [Текст] / В. И. Бобровский, Д. Н. Козаченко // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2003. – № 3. – С. 3-8.
7. Бобровський, В. І. Вплив режимів гальмування на тривалість скочування відцепів з гірки [Текст] / В. І. Бобровський, А. В. Кудряшов, Л. О. Єльнікова // Зб. наук. пр. – Х.: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 102. – С. 147-156.

Поступила в редколлегию 30.06.2009.
Принята к печати 09.07.2009.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВЗАЄМОДІЇ ПІДПРИЄМСТВ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОГО КОМПЛЕКСУ НА НАПРЯМКУ ДОНБАС – КРИВБАС ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЖОРСТКОГО ГРАФІКУ РУХУ ПОЇЗДІВ

При перевезенні сировини між підприємствами гірничо-металургійного комплексу на напрямку Донбас – Кривбас використовується значна кількість рухомого складу Укрзалізниці та приватних вагонів металургійних підприємств, які простоюють в очікуванні вантажних операцій на кінцевих станціях і погіршують оберт вагонів та знижують продуктивність їх використання за рахунок простою під час очікування вантажних операцій, значного порожнього пробігу та оборту маршрутних поїздів.

При перевозке сырья между предприятиями горно-металлургического комплекса на направлении Донбас – Кривбас используется значительное количество подвижного состава Укрзализныци и частных вагонов металлургических предприятий, которые простаивают в ожидании грузовых операций на конечных станциях и ухудшают оборот вагонов, снижают производительность их использования за счет простоя во время ожидания грузовых операций, значительного порожнего пробега и оборота маршрутных поездов.

In transportation of raw materials between the enterprises of ore mining and smelting complex on the Donbas – Kryvbas direction it is used a considerable quantity of Ukrzaliznytsya's rolling stock and private wagons of metallurgical enterprises, which stand pending the freight operations at terminals and worsen the turnout of wagons, and decrease the productivity of using them due to an idle time pending the freight operations, considerable empty run and turnout of block trains.

Під час реформування залізничного транспорту для перевезення вантажів гірничо-металургійного комплексу необхідно виділити жорсткі нитку графіку руху маршрутних поїздів, по яких будуть просуватися вантажі для підприємств.

Вибір раціональних технологічних параметрів організації процесу перевезень, які дозволили б практично реалізувати рух вантажних поїздів за твердим ниткам графіка руху маршрутів в умовах існуючих відхилень від норм часу, що діють, на виконання елементів роботи залізничного транспорту, удосконалення системи організації вагонопотоків з вантажами гірничо-металургійного комплексу на напрямку Донбас – Кривбас, зниження оборту вагонів та зменшення потрібного робочого парку вагонів для виконання необхідних обсягів перевезення.

Для досягнення поставленої мети в дослідженні вирішуються наступні завдання:

1) аналіз і статистична обробка даних про фактичні відхилення тривалості виконання операцій перевізного процесу від норм часу, що діють;

2) аналіз і статистична обробка даних про фактичні вагонопотоки на напрямку;

3) розробка заходів щодо мінімізації відхилень фактичного часу виконання операцій від встановлених нормативів;

4) розробка методики розрахунку раціональних величин резервів часу на виконання операцій процесу перевезень;

5) моделювання руху вантажних поїздів по твердих нитках графіка з різними резервами перегінних часів ходу;

6) визначення раціональних технологічних параметрів організації перевізного процесу з використанням твердих ниток графіка в системах погодженої доставки вантажів.

Проведено аналіз існуючої системи організації перевезень вантажів підприємств гірничо-металургійного комплексу на напрямку Донбас – Кривбас, існуючої технології перевезення сировини між підприємствами гірничо-металургійного комплексу, проведено статистичну вибірку показників роботи напрямку. Основуючись на даних про обсяги перевезень між підприємствами гірничо-металургійного комплексу з бази даних, Автоматизована система контролю вантажних перевезень Укрзалізниці (АСК ВП УЗ) за допомогою програм статистичної обробки даних проаналізувала усі вагонопотоки між підприємствами з січня 2007 по червень 2008 р. Аналіз проведений по 12 підприємствах, в кожному з котрих розглянуті найбільш

© Папахов О. Ю., Логвінова Н. О., 2009

стабільні вагонопотоки, які є можливість сформувати в маршрутні поїзди.

За допомогою пакету прикладних програм «MATLAB 6» побудовано діаграми змін потужності вантажопотоків, побудовані лінії тренда та виявлена закономірність зменшення потужності у лютому – березні та збільшення у червні – серпні від середнього значення.

Завантаження (розвантаження) маршрутних поїздів здійснюється на під'їзних коліях промислових підприємств з урахуванням часу на підготовку маршрутів по прийманню зі станції та здаванні на станцію. Неузгоджений підвід маршрутних поїздів викликає затримку останніх під час очікування навантаження та розвантаження.

Аналізуючи оберт вагонів по підприємствах гірничо-металургійного комплексу, можливо зробити висновок, що значний простій вагонів під вантажними операціями іноді на 30...50 % вище, ніж закладено у ЄТП.

Однією з основних проблем на залізничному напрямку [1, 2] практичної реалізації руху вантажних поїздів по графіку є непередбачені збої відхилення фактичної тривалості виконання операцій процесу перевезень від норм часу, що діють.

Для виявлення реальної картини існуючого виконання нормативного графіку руху поїздів у вантажному русі, в рамках дослідження, було проведено аналіз даних про фактичний рух вантажних поїздів. Як джерело інформації було використано АСК ВП УЗ.

Фактичний час доставки вантажів на залізничному напрямку Донбас – Кривбас істотно відрізняється від технологічного часу доставки (часу, розрахованого відповідно до нормативної організації напрямку вагонопотоків, плану формування і графіку руху поїздів).

На це впливають наступні фактори:

- 1) непарність обсягів перевезення на напрямку;
- 2) наявність поїзних локомотивів у основному та оборотному депо;
- 3) різні швидкості руху вантажних та пасажирських поїздів;
- 4) запізнення пасажирських поїздів і завдяки цьому збільшення коефіцієнту зйому вантажних поїздів пасажирськими;
- 5) коливання обсягів перевезень по місяцях, декадах та добах.

Із-за коливань терміну доставки вантажів фактичне завантаження елементів транспортної мережі напрямку вагається до 50 % і більш по відношенню до математичного очікування.

У реальних умовах фактична дільнична швидкість руху вантажних поїздів на напрямку може мінятися як в меншу, так і в більшу сторону відносно показника, закладеного в нормативний графік руху поїздів на напрямку, і складає до головного ходу 48 км/год.

Основними причинами коливань фактичного значення дільничної швидкості руху вантажних поїздів є відправлення на ділянку не по графіку і невиконання нормативних перегінних часів ходу. На досліджених перегонах математичне очікування часу ходу поїздів та відхилення випадкової величини від нормативного значення в середньому складає 2,72 хв., середнє квадратичне відхилення – 3,17 хв.

Таким чином, для всього напрямку Донбас – Кривбас математичне очікування часу ходу поїздів та відхилення випадкової величини від нормативного значення в середньому складає 66 хв., середнє квадратичне відхилення – 118 хв.

Необхідно відмітити, що вантажопотік між підприємствами гірничо-металургійного комплексу є достатньо рівномірним.

Зменшення та збільшення деяких обсягів перевезень змінюється лише у тих випадках, коли власники підприємств змінюють постачальників сировини, що є нормальною умовою під час ринкової економіки.

Повністю виключити відхилення фактичної тривалості виконання технологічних операцій процесу перевезень від встановлених нормативів практично неможливо. Має сенс говорити лише про максимальне зниження їх вірогідності та величини.

Принципово можливі два методи рішення цієї задачі:

- 1) усунення причин, із-за яких виконання операцій технологічного ланцюжка за встановлений проміжок часу стає неможливим;
- 2) вдосконалення методики визначення нормативного часу.

Причини появи відхилень можна розділити на технологічні та технічні.

Технологічні причини пов'язані з відмінностями технології роботи залізничного транспорту, на яку орієнтований розрахунок нормативного часу виконання операцій, від реально існуючих на практиці технологій організації руху поїздів. «Технологічні відхилення» мінімізуються при реалізації руху всіх категорій поїздів за твердими нитками графіка.

Технічні причини невиконання операцій технологічного ланцюга за встановлений проміжок часу пов'язані з низьким рівнем надійно-

сті технічних засобів залізничного напрямку. В першу чергу, сюди потрібно віднести поганий стан залізничної колії, несправності рухомого складу, пристроїв СЦБ, зв'язку і електропостачання. Для заходів щодо усунення причин «технічних відхилень» характерною є потреба в значних капітальних вкладеннях.

В умовах, коли повне усунення причин збоїв в роботі транспорту неможливе, доцільно мінімізувати вплив відхилень фактичної тривалості виконання операцій процесу перевезень від встановлених нормативів за рахунок того, що переглядається методика розрахунку нормативного часу [3]. До мінімально необхідного часу на виконання кожного елементу перевізної роботи, розрахованому для ідеальних умов роботи (за відсутності технологічних і технічних збоїв), необхідно додавати раціональний резервний час.

При існуючій системі організації руху вантажних поїздів «по готовності» необхідності в резервуванні елементів технологічного процесу роботи транспорту немає. Для практичної реалізації руху вантажних поїздів по твердих нитках графіка додатковий резервний час стає необхідним [4]. При використанні нормативів без резервів, розрахованих стосовно ідеальним умовам роботи підрозділів залізничного транспорту тверді нитки графіка із-за будь-яких незначних збоїв вироджуються в систему руху вантажних поїздів, що діє сьогодні, «по готовності».

Одним з основних елементів графіка руху поїздів є перегінний час ходу. Норматив часу на рух поїзда по кожному перегону напрямку Донбас – Кривбас визначається виходячи з його протяжності, профілю колії, ваги поїзда і типа локомотиву на основі тягових розрахунків.

Розглянемо, яким чином розмір коефіцієнта резервного часу ходу по перегонах ділянки впливає на економічні показники поїзної роботи залізничного напрямку.

При чималих величинах резервних часів виключаються відхилення, пов'язані з більшістю незначних збоїв у роботі залізниць. Жорстко розпланований процес перевезень буде практично у всіх випадках виконуватися на 100 %. Проте при збільшенні резервних часів зростає доля і величина необґрунтованих затримок рухомого складу і штучної зайнятості елементів інфраструктури залізничного транспорту. Вочевидь, що великі резерви істотно знизять нормативну дільничну швидкість і пропускну спроможність напрямку.

Використовуючи невеликі резерви, можливо отримати менші міжопераційні простоя та краще завантаження наявних технічних засобів. В той же час, при зменшених резервах з'являться збої, що порушують жорсткий ланцюжок взаємозв'язаних операцій технологічного процесу роботи транспорту.

Для виявлення фактичної динаміки зміни економічних показників поїзної роботи залізничного напрямку Донбас – Кривбас при зміні величини резервів перегінних часів ходу вантажних поїздів було виконано моделювання роботи ділянок.

По всіх варіантах графіків із різними величинами резервів часу ходу вантажних поїздів необхідно розрахувати наступні показники:

- 1) дільничну швидкість вантажних поїздів, км/год.;
- 2) відсоток виконання нормативного графіка руху вантажних поїздів по відправленню, %;
- 3) загальний час запізнення вантажних поїздів по відправленню, год.;
- 4) відсоток виконання нормативного графіка руху вантажних поїздів по прибуттю, %;
- 5) загальний час запізнення вантажних поїздів по прибуттю, год.;
- 6) простій поїзних локомотивів на станціях звороту, год.;
- 7) коефіцієнт потреби поїздових локомотивів, лок./пару поїздів;
- 8) потрібну кількість поїзних локомотивів в графіці звороту, лок.;
- 9) потрібну кількість локомотивів з резерву, лок.;
- 10) кількість зупинок вантажних поїздів;
- 11) загальну тривалість стоянок вантажних поїздів, год.;
- 12) середній простій транзитних поїздів на станції, год.

Проведені розрахунки і експериментальні перевірки показують, що стабілізація вантажного руху забезпечує скорочення загальних перевізних витрат на 20...25 % порівняно з існуючою сьогодні системою відправлення поїздів по готовності. Це досягається за рахунок прискорення звороту вагонів на 5...6 %, підвищення продуктивності локомотивів на 12...15 % і праці локомотивних бригад на 15...18 %.

Вищевикладені результати проведеного дослідження [5] дозволяють внести корективи в показники ефективності впровадження твердих ниток графіка.

Із врахуванням фактичних відхилень перегінних часів ходу вантажних поїздів від встановлених нормативів стабілізація вантажного ру-

ху забезпечити скорочення загальних витрат на 15...20 %.

При впровадженні твердих ниток графіка цей момент вимагає коректування.

В умовах пропонованої технології організації руху вантажних поїздів терміном доставки в договорі на перевезення вантажів залізничним транспортом має бути технологічний термін доставки. Це дасть можливість економічної оцінки зривів поїздів з твердих ниток графіка, дозволить підвищити рівень якості залізничного перевезення і залучити нових клієнтів.

Завдання максимального зниження вірогідності та величини відхилень фактичної тривалості виконання технологічних операцій перевізного процесу від встановлених нормативів повинно вирішуватися одночасно в двох напрямках: усунення причин, із-за яких виконання операцій технологічного ланцюжка за встановлений проміжок часу стає неможливим, і розробка методики розрахунку раціональних величин резервного часу.

Використання резервів часу дозволяє без значних вкладень грошових коштів істотно понизити вплив відхилень заздалегідь розпланованого ходу процесу перевезень.

Із зростанням величини резервного часу відбувається збільшення нормативних витрат і зменшення наднормативних витрат. Оптимальне значення резервного часу повинне визначатися мінімумом функції загальних перевізних витрат.

Без врахування витрат, зв'язаних із запізненням вантажних поїздів по прибуттю з ділянки, функція загальних витрат безперервно зростає із зростанням величини резервів перегінних часів ходу.

Вірогідність прибуття вантажного поїзда на технічну станцію з ділянки із запізненням не більше 10 хв. дорівнює 0,83...0,98. При цьому вирішується одна з основних проблем на напрямку впровадження твердих ниток графіка. Із

врахуванням цих витрат і результатів інших досліджень можна зробити висновок про те, що практична реалізація технології організації руху вантажних поїздів по твердих нитках графіка дозволить скоротити загальні перевізні витрати на 15...20 % і більш.

Існуюча методика розрахунку штрафних виплат вантажоодержувачам за порушення термінів доставки вантажів орієнтована на технологію організації руху вантажних поїздів, що діє, по готовності. При впровадженні твердих ниток графіка у вантажному русі необхідно перейти на нові принципи розрахунку штрафних виплат, диференційованих не за добу, а за годину.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Дьяков, Ю. В. Технология перевозок и график движения [Текст] / Ю. В. Дьяков, М. Х. Расулов // Ж.-д. трансп. – 1991. – № 4. – С. 7-12.
2. Некрашевич, В. И. Каким быть графику грузового движения [Текст] / В. И. Некрашевич, А. Ф. Бородин // Ж.-д. трансп. – 1992. – № 12. – С. 2-8.
3. Некрашевич, В. И. Использование поездных локомотивов в грузовом движении [Текст] / В. И. Некрашевич; ВНИИЖТ; БелГУТ. – Гомель: БелГУТ, 2001. – 270 с.
4. Расулов, М. Х. Выбор рациональной технологии пропуска поездов по графику на железнодорожных направлениях [Текст] : дис. ... канд. техн. наук / МИИТ. – М., 1990. – 331 с.
5. Папахов, О. Ю. Моделирование взаимодействия работы предприятий горно-металургического комплекса с железной дорогой [Текст] / О. Ю. Папахов, Н. О. Логвинова // Тези доповідей 69 Міжн. наук.-практ. конф. «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (ДНУЗТ). – Д., 2009. – С. 97.

Надійшла до редколегії 05.06.2009.

Прийнята до друку 11.06.2009.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД В АСПЕКТЕ НОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПАРАДИГМЫ

Розглянуто інформаційний підхід щодо організації навчального процесу у вищих навчальних закладах, який дозволяє на основі утворення спільного освітянського простору підвищити якість підготовки спеціалістів та їх конкурентоспроможність на ринку праці.

Рассмотрен информационный подход к организации образовательного процесса в высших учебных заведениях, позволяющий на основе создания единого образовательного пространства повысить качество подготовки специалистов и их конкурентоспособность на рынке труда.

The information approach to organization of educational process in higher education institutions, which on the basis of creation of uniform educational space allows improving the quality of training of specialists and their competitiveness at the labor market, is considered.

Введение

Одним из важнейших недостатков организации современной науки является фрагментарность научного знания, которая не позволяет получить целостной картины мира и исследуемого объекта [10]. Эти слова в полной мере можно отнести и к организации высшего образования, когда подготовка специалистов ведется по множеству узкоспециализированных направлений, каждое из которых имеет (или претендует) на свою собственную методологию и профессиональный язык, понятный лишь работающим в данной области.

Курс на дифференциацию специализаций профессиональной подготовки в высшей школе стимулируется, прежде всего, прагматическими соображениями, стремлением скорейшего завершения профессиональной подготовки и, соответственно, сокращением затрат на нее. Однако в настоящее время такая тенденция может стать тупиковой. Это связано с ростом в мире проблем глобализации, требующих для своего решения использования интегральных методов и объединенных усилий. А существующая сегментация и специализация в науке и образовании может содействовать только их разобщению.

Поэтому в настоящее время крайне необходимы новые воззрения и новая организация образовательных процессов, нужна новая образовательная парадигма как ядро, способное сплотить (притянуть), интегрировать процессы обучения в рамках специальностей, объединенных в одно направление профессиональной подго-

товки или в несколько близких (родственных) направлений.

Важное значение в процессе становления этой парадигмы имеет развитие информационного подхода, как основы формирования целостного мировоззрения человека и на этой основе решения им глобальных проблем современности, в том числе и проблем высшего образования.

Анализ исследований и публикаций

Важную роль в формировании и развитии методологии научного познания сыграло открытие метода системного подхода [1, 2]. Его использование оказалось исключительно плодотворным не только в естественных науках, но и при исследовании многих гуманитарных проблем, в том числе и проблем эффективной организации образовательных процессов.

Осознание значения взаимосвязи и взаимообусловленности явлений окружающего мира позволило человечеству в XX веке не только получить ряд выдающихся научных результатов, но также сформировать современную мировоззренческую парадигму, в основе которой лежит принцип системности.

Однако в последние годы исследователи стали все чаще убеждаться в том, что практически все существующие в природе взаимосвязи имеют информационный характер [3, 4]. Ведь именно информация является носителем смысла всех процессов, происходящих в природе и обществе.

Осознание главенствующей роли информации и стало причиной возникновения нового

фундаментального метода научного познания – метода информационного подхода. Его суть заключается в том, что при изучении любого объекта, процесса или явления в природе и обществе в первую очередь выявляются и анализируются наиболее характерные для них информационные аспекты.

Как и любой другой научный метод, информационный подход дает возможность увидеть изучаемое им целостное явление лишь во вполне определенном информационном ракурсе. Однако этот информационный аспект является емким и наглядным, что позволяет быстро и точно понять основные причины развития тех или иных процессов.

Выделение неразрешенных ранее частей общей проблемы, которым посвящена статья

В настоящее время метод информационного подхода находится в начальной стадии формирования и развития, и его возможности еще недостаточно изучены и осознаны. Но уже сегодня он оказался полезным при анализе многих проблем познания природы, человека и общества [5].

Одной из наиболее консервативных областей по отношению к активному использованию информационного подхода является так называемая социосфера. Именно к этой сфере относятся проблемы организации образовательных процессов. Различные аспекты социосферы исследуют экономика, социология, политология и другие науки. Однако информационные аспекты развития и функционирования социосферы в целом и системы образования в частности требуют сегодня особенно пристального и углубленного изучения. Научно-методологической базой подобного рода исследований должны стать такие новые направления, как социальная информатика и социальные технологии [5, 6]. Их развитию необходимо оказывать максимальное содействие, а полученные результаты своевременно использовать для трансформации системы образования.

Цель статьи

Основной целью статьи является обоснование необходимости использования информационного подхода для формирования новой образовательной парадигмы, ее описание и определение перспектив дальнейших исследований в данном направлении.

Изложение основного материала исследований с обоснованием научных результатов

Для начала исследования следует дать определение самому понятию информации. Понятие «информация» в фундаментальной науке появилось в середине XX в. в связи с развитием теории процессов управления – кибернетики. Оно оказалось исключительно плодотворным и очень быстро получило статус общенаучной категории, широко используемой не только специалистами в области кибернетики и передачи информации в технических системах, но и специалистами, работающими в сферах естественных и гуманитарных наук.

На фундаментальность и философскую значимость понятия «информация» указывал еще родоначальник кибернетики Норберт Винер. Его слова о том, что «информация это не материя и не энергия. Это – третье» можно считать пророческими. Многоплановость феномена информации заключается в том, что ее свойства специфическим образом проявляются в различных условиях протекания тех или иных природных и социально-экономических процессов. В связи с этим используется специальное понятие информационной среды как арены, на которой разворачивается действие информационных процессов и которая может существенно влиять на их протекание и результаты.

Использование информационного подхода в организации образовательных процессов позволит:

- Расширить возможности изучения объектов, процессов и явлений, представляя их как бы в новом аспекте информационной модели мира;
- Сформировать целостное, системное представление об объектах исследования;
- Придать системе образования способность к самоорганизации, т.к. информация является мощным фактором в самоорганизующихся системах любого вида [7, 8].

Интеграционный процесс в системе высшего образования, основанный на использовании информационного подхода, предполагает:

- Сосредоточение подготовки специалистов одного или нескольких родственных профессиональных направлений в одном центре (например, ВУЗе, факультете и т.д.). Это необходимо для создания единого образовательного пространства профессиональной подготовки, возможности совместного изучения фундаментальных и общих специальных дисциплин, а

также для ведения совместных исследований и обмена достижениями и результатами.

– В спектре специализаций этого центра должна быть хотя бы одна, связанная с изучением информационной среды, необходимой для организации эффективного управления объектами, процессами и явлениями сферы профессиональной деятельности остальных специализаций направления.

– Создание на базе всех специализаций профессионального направления научно-исследовательского объединения, в рамках деятельности которого каждая специализация может реализовать свои профессиональные интересы на практике при сотрудничестве с другими специализациями посредством единого информационного пространства.

Таким образом, получается целостная система профессионального образования, в которой есть специалисты, изучающие собственно объекты, процессы и явления и специалисты, которые изучают информационную составляющую (инструментарий), позволяющий эффективно управлять этими объектами. Объекты и инструментарий их исследования, соединяясь в одном образовательном центре, приводят к синергетическому эффекту [9].

В роли консолидирующей специальности практически по всем направлениям профессиональной подготовки может выступать кибернетика. При этом в зависимости от специфики объектов, процессов и явлений можно готовить специалистов по технической, экономической, медицинской и т.д. кибернетике. Т.е., несмотря на универсальность методов кибернетики, они все же должны настраиваться на специфику объекта управления.

Рассмотрим возможность реализации предложенного информационного подхода на примере структуры специальностей экономического профиля.

Центром подготовки может стать или экономический факультет технического ВУЗа, или специализированное высшее учебное заведение. Объектом изучения здесь являются сложные производственные системы. Консолидирующей специальностью выступает экономическая кибернетика, призванная разрабатывать подходы эффективного управления этими системами.

Основная задача такого управления – организация оптимального использования во времени и пространстве производственных ресурсов. Производственные ресурсы разнообразны, да и сам процесс управления ими многофунк-

ционален и многостадийен. Отсюда направление подготовки специалистов по экономике и предпринимательству вообрало в себя целый спектр профессий экономического профиля, занимающихся различными аспектами и стадиями управления экономическими системами.

Так, финансисты сосредоточены на решении проблем эффективного использования финансовых ресурсов, решая задачи планирования, анализа и диагностики финансового состояния предприятия, опираясь на данные бухгалтерского и оперативного учета.

Экономисты переносят акценты на проблемы управления материальными ресурсами, ищут резервы снижения производственных затрат. Специалисты учета и аудита изучают возможности адекватного отображения событий производственной системы и отражения их в стандартных формах отчетности.

В то же время процесс управления экономической системой связан с непрерывной переработкой информации, с использованием информационного ресурса. От умения организовать сбор, хранение, поиск и обработку данных во многом зависят результаты функционирования всей производственной системы. Выполнением этих функций занимаются специалисты по экономической кибернетике. Они как бы в центре информационных потоков, осуществляют связь между всеми функциями управления для всех производственных ресурсов. Отсюда вытекают особенности подготовки специалистов по экономической кибернетике. Они должны овладеть:

- знаниями на уровне фундаментальных экономических дисциплин;
- экономико-математическими методами и моделями на уровне практической реализации с использованием компьютерных технологий;
- умением организовать работу творческого коллектива, обеспечивая его необходимыми информационными ресурсами.

Основными практическими навыками, полученными ими в процессе обучения в высшем учебном заведении, должны быть:

- навыки в организации, проведении и обработке результатов экспертного опроса;
- умение анализировать существующие на предприятии информационные потоки и модифицировать их под новые условия функционирования объекта управления и новые информационные технологии;
- умение работать в коллективе специалистов экономического профиля.

Для достижения такого уровня образования по экономической кибернетике в условиях факультета или высшего учебного заведения необходимо внедрять в учебный процесс практику выполнения комплексных курсовых и дипломных работ, привлекать студентов к решению реальных практических задач информационного обслуживания всего образовательного центра. Ведь при такой организации учебного процесса, например, экономический факультет, представляет собой очень интересный, с точки зрения разработки систем поддержки принятия управленческих решений, учебно-педагогический коллектив. Специализация студентов позволяет интегрировать их во временные творческие коллективы для создания достаточно эффективных информационных систем. Классическими постановщиками задач могут выступать студенты таких специальностей, как экономика предприятий, финансы, маркетинг, а вопросы программирования и использования компьютерных технологий будут решать студенты кибернетики. Объединяет их всех единое информационное пространство, в котором функционируют экономические системы, изучение общих фундаментальных и специальных экономических дисциплин, комплексные исследовательские темы курсовых и дипломных работ.

Таким образом, во-первых, создаются условия развития навыков работы в коллективе, что приводит к пониманию необходимости интеграции усилий для эффективного решения профессиональных задач; во-вторых, появляется реальное осознание практической ценности результатов своего труда, а это означает, что интересы профессионального роста при обучении выдвигаются на первый план.

Предложенный информационный подход к организации образовательных процессов можно рассматривать как дальнейшее развитие системного подхода, когда появляются новые возможности изучения сложных объектов, процессов и явлений на основе использования общих свойств и закономерностей проявления информационных процессов.

Выводы и перспективы дальнейших разработок

Таким образом, информационный подход можно рассматривать как дальнейшее развитие метода системного подхода, дающее новые возможности исследования и организации сложных систем, таких как система образования на основе использования общих свойств и

закономерностей проявления информационных процессов.

Появление информационного подхода и его превращение в фундаментальный метод научного познания открывает новую информационную картину мироздания, качественным образом отличающуюся от традиционной вещественно-энергетической, не отвечающей современным представлениям об устройстве мира, т.к. в основе практически всех явлений в природе и в обществе лежат информационные процессы.

В то же время данный анализ позволяет сделать и другой важный практический вывод – о безусловной необходимости дальнейшего развития глобальной информатизации общества, которая существенно повышает информационную насыщенность последнего, его внутреннее разнообразие. А это, как следует из законов синергетики, содействует повышению устойчивости любой информационной системы, в том числе и системы образования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уемов, А. И. Системный анализ и общая теория систем [Текст] / А. И. Уемов. – М.: Наука, 1978. – 428с.
2. Вунич, Г. Теория систем [Текст] / Г. Вунич. – М.: Советское радио, 1978. – 362 с.
3. Сидоров, А. А. Информация – универсальный атрибут материи? [Текст] / А. А. Сидоров // Вестник РАН. – 1997. – № 8.
4. Егоров, В. С. Миропроявление. Информация. Самоорганизация [Текст] / В. С. Егоров // Информация и самоорганизация. – М.: Наука, 1996.
5. Колин, К. К. Социальная информатика – научная база постиндустриального информационного общества [Текст] / К. К. Колин // Информационные ресурсы России. – 1995. – № 3.
6. Социальные технологии государственного управления [Текст]. – М.: Мысль, 1996.
7. Колин, К. К. Фундаментальные проблемы информатики [Текст] / К. К. Колин // Системы и средства информатики. – 1995. – № 7.
8. Демин, А. И. Информационная экономика [Текст] / А. И. Демин. – М.: Палев, 1996.
9. Цимбал, Л. А. Синергетика информационных процессов. Закон информативности и его следствия [Текст] / Л. А. Цимбал. – М.: Наука, 1995.
10. Пригожин, И. Р. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой [Текст] / И. Р. Пригожин, И. Стингерс. – М.: Прогресс, 1986.

Поступила в редколлегию 15.07.2009.

Принята к печати 23.07.2009.

КОНЦЕПЦІЯ УПРАВЛІННЯ РЕГІОНАЛЬНИМИ ІННОВАЦІЙНИМИ ПРОЕКТАМИ

У даній статті розглянуто основи нової концепції управління регіональними проектами, заснованої на засадах індикативного управління і моделях прийняття рішень. Концепція спирається на виявлені автором особливості регіонального рівня управління проектами.

В данной статье рассмотрены основы новой концепции управления региональными проектами, основанной на принципах индикативного управления и моделях принятия решений. Концепция основывается на выявленных автором особенностях регионального уровня управления проектами.

In the paper the basic stages of a new conception of management for regional projects based upon the principles of indicative management and the decision-making models. The conception is based on the peculiarities of regional level of project management revealed by the author.

Вступ

Задача розробки і реалізації трансформаційної моделі інноваційного прориву, що спираться в основному на власні ресурси, є затребуваною і актуальною для сучасної України. Світовий досвід інтенсифікації економічного розвитку свідчить про необхідність концентрації існуючих ресурсів і зусиль у регіонах, які здатні виступити у якості своєрідного потягу соціально-економічного підйому.

Інноваційний процес може бути ефективним тільки за умови цілеспрямованого стимулювання інноваційної діяльності з боку держави, оскільки суцільні вигоди від впровадження інновацій значно перевищують ті, на які розраховують інноваційні підприємства. Перевищення суцільних вигод над власними пояснюється утворенням позитивних побічних ефектів, що виникають внаслідок інноваційної діяльності підприємств. Вони відчуються, перш за все, на регіональному рівні.

У кризовій фазі економічного розвитку необхідно сформулювати умови для всебічної підтримки інноваційної діяльності. В основі механізму дії кризи важливу роль відіграють інновації, що руйнують застарілі елементи економічної системи і утворюють умови для нового технологічного укладу. Для вирішення цієї проблеми доцільно розробити відповідну концепцію управління інноваційною діяльністю, утворити регіональне інноваційне середовище, яка визначає основних учасників цього процесу, наочно висвітлює їх функції і взаємозв'язки, а також основні етапи інноваційної діяльності.

Аналіз досліджень і публікацій

Проблемою оцінки ефективності інноваційних проектів постійно займаються вчені-економісти, про що свідчить значна кількість опублікованих наукових праць, що містять запропоновані ними теоретичні та методологічні підходи до оцінки ефективності інвестицій у новачі [1, 2, 4].

Але разом з цим питання оцінки ефективності проектних рішень на регіональному рівні майже не висвітлюються у цих дослідженнях. Це пов'язано, перш за все, із специфікою цілей оцінки проектів на рівні регіону, що обумовлюють необхідність використання інших методів і моделей оцінки регіональних проектів.

Вивчення наукових праць В. В. Вітлінського, В. В. Ковальова, В. П. Савчука, К. Ф. Ковальчука, Л. М. Бандоріної та ін., в яких наведені і досліджені методи оцінки інвестиційних проектів, показало, що існує математичний апарат, призначений для прийняття рішень у ситуаціях оцінювання та вибору інвестиційних проектів. Методи, що при цьому використовуються, умовно діляться на дві групи в залежності від того, чи враховують вони параметр часу.

До першої групи відносять ті методи, що засновані на дисконтуванні показників оцінки ефективності проектів, а саме: метод розрахунку чистої поточної вартості інвестиційного проекту (NPV); метод оцінки проекту за дисконтованим періодом окупності (DPP); метод розрахунку індексу рентабельності інвестицій (PI); метод розрахунку внутрішньої норми прибутковості (IRR), або модифікованої внутрішньої норми прибутковості (MIRR).

До другої групи належать методи оцінки ефективності проектних рішень, засновані на облікових оцінках. До них відносять метод оцінки терміну окупності проекту (РР) та метод розрахунку коефіцієнту ефективності інвестицій (ARR).

Крім того, методи оцінки і добору інвестиційних проектів розраховані на існування наступних умов:

- Оцінку і селекцію проектів здійснює суб'єкт господарювання сам або за його дорученням цю роботу виконують сторонні організації, що спеціалізуються на виконанні подібних консалтингових послуг. Тобто ініціатором, замовником і споживачем виступає окремо взятий суб'єкт господарювання;

- Вибір здійснюється серед однакових за призначенням проектів, відрізняються вони технологією, виконавцями, умовами впровадження і супроводження, вартістю і т.п. Але ці проекти однакові з точки зору кінцевого матеріального результату;

- Після прийняття рішення про фінансування конкретного проекту інші проекти з переліку тих, що оцінювалися, вважаються не ефективними і закриваються.

З точки зору окремого суб'єкта господарювання така постановка проблеми виправдана. У цьому випадку здійснюється саме задача оцінки і селекції проекту за умов, коли підприємство вже визначилося з напрямками свого подальшого розвитку і має конкретну ціль, для досягнення якої і обирається інвестиційний проект. У залежності від цілі обираються і критерії оцінки проектів. Таку постановку задачі оцінки і селекції проектів можна віднести до класу прийняття рішень в умовах визначеності. Вони відповідають задачам оцінки проектів на мікрорівні і не придатні для використання на регіональному рівні управління.

Інша ситуація виникає, коли оцінка проектів здійснюється в інтересах розвитку того чи іншого регіону, а не тільки окремого суб'єкта господарювання. Специфіку такої ситуації можна визначити наступним чином:

- Оцінку необхідно робити у двовимірному просторі інтересів регіону і суб'єктів господарювання, розташованих на території регіону. Ці інтереси не завжди співпадають. При цьому регіональні інтереси мають більш стратегічний характер, а інтереси підприємства частіше тактичні.

- Вибір здійснюється з переліку різних за призначенням проектів, що відбивають весь спектр можливих напрямків регіонального роз-

витку. Цей спектр відображає специфіку регіону, пов'язану зі спеціалізацією підприємств, що розташовані на території регіону, можливими пріоритетами у розвитку тих чи інших галузей виробництва на сучасному етапі.

- Результатом оцінки проектів є їх класифікація і діагностика (а не селекція) згідно з обраними цілями і пріоритетами регіонального розвитку, джерелами фінансування, можливостями масового впровадження на споріднених підприємствах регіону, соціальними наслідками для регіону і т.п. Навіть незначна зміна регіональних пріоритетів може змінити клас проектів. Тому проекти не закриваються для повторного розгляду, вони залишаються у базі для подальшого оцінювання. І тільки їх моральне старіння і поява нових інноваційних ідей досягнення того ж самого результату може привести до остаточного закриття проекту для розгляду.

Така суттєва специфіка оцінки проектів на регіональному рівні потребує розробки нового методичного підходу і значної трансформації існуючих моделей оцінки ефективності інвестиційних проектів. Це дозволить вирішити проблеми узгодження інтересів регіону і суб'єктів господарювання і запропонувати систему координації дій учасників інвестиційного процесу, побудовану на принципах індикативного управління.

Мета статті

Основною метою статті є пропозиція нової концепції управління регіональними інноваційними проектами, визначення її структури, функцій і технології розробки.

Викладання основного матеріалу з обґрунтуванням наукових результатів

Запропонована концепція регіонального управління інноваційними проектами формально надається за допомогою моделі організаційно-економічного механізму.

Організаційно-економічний механізм управління регіональним інноваційним проектами визначається нами як сукупність організаційно-економічних форм і методів, інструментів і важелів впливу на інноваційну діяльність, що взаємопов'язані у єдиному механізмі і дозволяють визначити стратегію управління регіональними інноваційними проектами з метою забезпечення стабільного інноваційного розвитку регіону.

Слід підкреслити, що організаційно-економічні методи необхідно пов'язати у єдиному

цілісному механізмі. Тому, спираючись на метод якісних структур, до складу організаційно-економічного механізму необхідно додати, крім аспекту організації і функціонування, аспект координації і зв'язку. Це дозволить системі зберігати свою цілісність і налагоджувати зв'язки із оточуючим середовищем для забезпечення дифузії інновацій, а також ефективно управляти внутрішнім інноваційним середовищем.

Організаційно-економічний механізм повинен охоплювати всі етапи управління регіональною інноваційною діяльністю, бути збалансованим, дієвим, цілісним задля підпорядкованості основній стратегічній цілі розвитку регіону.

У рамках процесного підходу організаційно-економічний механізм розглядається як логічна послідовність операцій (функцій) з прийняття рішень відносно подальшої долі регіональних інноваційних проектів. Слід пам'ятати, що прийняття рішень здійснюється за правилами індикативного управління.

Розробка організаційно-економічної моделі індикативного управління інноваційною діяльністю починається з визначення системи індикаторів, за допомогою яких можна формалізувати процес управління регіональним інноваційним розвитком за умов різних критеріїв добору, потім визначаються інструменти, за допомогою яких можлива реалізація того чи іншого регіонального індикатора, уточнюються результати, які необхідно отримати на кожному етапі системи індикативного управління.

Процес управління класично подається як процес, що складається із наступних функцій управління: планування, обліку, аналізу, діагностики, регулювання, стимулювання і організації виконання розроблених управлінських рішень. Всі ці функції управління можна звести до обмеженого кола моделей прийняття рішень [3]. Таким чином, розробка конкретної системи управління, у нашому випадку регіональними інноваційними проектами, вимагає від дослідника визначитися із змістовним наповненням функцій управління для подальшого використання відповідної моделі прийняття рішень.

Перелік функцій управління і специфіка об'єкту дослідження обумовлюють добір індикаторів, призначених для оцінки ефективності виконання кожної функції відповідно до поставленої мети. Тому, перш за все, необхідно визначитися із об'єктом і предметом дослідження.

Об'єктом дослідження виступають регіональні інноваційні проекти, а предметом дослід-

ження є методи, моделі і технології управління цими проектами на регіональному рівні. Результатом роботи системи індикативного управління інноваційними проектами вважається визначення стратегії управління кожним проектом і оцінка регіонального інноваційного потенціалу.

Розглянемо послідовно функції управління з метою визначення змісту індикаторів, здатних визначити і формалізувати коло задач, пов'язаних із реалізацією цієї функції, і у подальшому оцінити ефективність її виконання.

Розгляд процесу управління класично починається з функції планування, призначеною для визначення найкращої траєкторії функціонування об'єкту дослідження. Відносно регіональних інноваційних проектів як об'єкту дослідження слід зауважити, що їх перелік і направленість дій залежать від багатьох чинників і визначаються, перш за все, регіональними пріоритетами інноваційного розвитку з урахуванням найбільш поширених джерел виникнення інноваційної ідеї і можливостями суб'єктів господарювання продукувати відповідні інноваційні проекти. Тому роботу з планування слід починати заздалегідь шляхом визначення регіональних пріоритетів і доведення їх до учасників інноваційного середовища. Разом із цим необхідно розробити зрозумілу і водночас інформативну форму подання документів, необхідних для оформлення і реєстрації проектів і відкрити центр або сайт чи телефонну лінію для консультацій з цього приводу.

Планування для регіональних інноваційних проектів значною мірою відрізняється від функції планування для конкретного виробництва. Основна задача органів регіональної влади – спонукати суб'єкти господарювання до розробки інноваційних ідей, що відповідають визначеним регіональним пріоритетам. При цьому зрозуміло, що процес оформлення ідеї у проект потребує значного часу, тому поточна ситуація не обмежує коло проектів тільки пріоритетними, до розгляду приймаються підготовлені і оформлені проекти, робота над якими можливо починалася без визначених регіональних пріоритетів або з часом пріоритети змінювалися. На етапі планування важливо спрогнозувати кількісний і якісний склад проектів, що будуть запропоновані до розгляду. Функцію прогнозування можливо надати у вигляді моделі ранжування [3].

Нехай X – множина інноваційних проектів, що можуть бути надані до розгляду у плановому періоді, а P – відношення суворої переваги,

що визначається у відповідності до імовірності підготовки проекту на період планування. Розподіл імовірностей на множині X доцільно визначати методами експертного опитування.

Функція обліку є однією з найважливіших, її виконання призводить до формування інформаційної бази даних, що необхідна для всіх інших функцій управління. Обробка облікової інформації полягає в узагальненні даних, їх стисканні відповідно регіональному рівню управління. Специфіка регіонального рівня управління інноваційними проектами нами визначається наступним чином:

- Доступними і корисними для обробки вважаються узагальнені характеристики проектів, що відповідають основним критеріям їх оцінки, обраним таким чином, щоб висвітлити ступінь відповідності регіональним пріоритетам і інтересам;

- Значення цих характеристик обирається з переліку можливих значень за прозорою процедурою обґрунтування рішення і не потребує спеціальної експертизи проекту. Цю роботу можуть виконувати спеціалісти координаційного центру.

Процедура узагальнення, стискання даних у часі й у просторі адекватно формалізується у вигляді моделі класифікації [3].

Дані обліку використовуються для реалізації функцій аналізу, основна задачею якого є оцінка проблемної ситуації на підставі облікових даних та віднесення її до заздалегідь визначених агрегованих класів. Кожному класу відповідає своя стратегія управління – саме можлива кількість різних стратегій і визначає кількість агрегованих класів, які можна сформулювати після аналізу.

Таким чином, функцію аналізу можна надати у вигляді моделі класифікації. В цьому випадку за X приймаємо множину всіх класів проектів, отриману після класифікації на етапі обліку. Відповідно до визначеного відношення подібності множина X розбивається на агреговані класи $X_1, X_2, \dots, X_n$.

Основна задача регулювання – обрати найкраще управлінське рішення для кожного інноваційного проекту з урахуванням інтересів всіх

суб'єктів інноваційного регіонального середовища. Для цього проекти кожного агрегованого класу необхідно діагностувати на ступінь відповідності колу інтересів суб'єктів господарювання і регіону в цілому. Для вирішення цієї задачі доцільно використовувати моделі розпізнавання образів.

Функції стимулювання і організації забезпечують зворотній зв'язок у системі управління регіональними інноваційними проектами, реалізуються моделлю ранжування. Вони націлені, перш за все, на забезпечення ефективності втілення, реалізації управлінських рішень, їх супроводження. Якість виконання функцій стимулювання і організації оцінюється рівнем надійності системи управління і ступінню виконання планових, а у нашому випадку прогнозованих, показників.

Висновки і перспективи подальших розробок

Таким чином, запропонований організаційно-економічний механізм індикативного управління регіональним інноваційним розвитком є дієвим інструментом утворення і розвитку регіонального інноваційного середовища, який, з одного боку, розробляє систему досягнення інноваційних цілей, а з іншого боку, визначає і логічно пов'язує всі етапи здійснення інноваційної діяльності.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Ковалев, В. В. Методы оценки инвестиционных проектов [Текст] / В. В. Ковалев. – М.: Финансы и статистика. 2000. – 144 с.
2. Олексик, О. С. Методи оцінки інвестиційних проектів [Текст] / О. С. Олексик. – Тернопіль: Збруч, 2000. – 200 с.
3. Ковальчук, К. Ф. Интеллектуальная поддержка принятия экономических решений [Текст] / К. Ф. Ковальчук.
4. Савчук, В. П. Оценка эффективности инвестиционных проектов [Текст] / В. П. Савчук. – Д.: ГМетАУ, 1998. – 211 с.

Надійшла до редколегії 15.07.2009.

Прийнята до друку 23.07.2009.

ВИКОРИСТАННЯ ДИСКРИМІНАНТНОГО АНАЛІЗУ У СФЕРІ СУДНОПЛАВСТВА

Розглянуто техніку дискримінантного аналізу на прикладі державних українських судноплавних компаній, розділяючи їх на окремі групи з урахуванням стратегічних пріоритетів.

Рассмотрена техника дискриминантного анализа на примере государственных украинских судоходных компаний, разделяя их на отдельные группы с учетом стратегических приоритетов.

The technique of discriminant analysis on an example of the state Ukrainian shipping companies by dividing them on separate groups taking into account the strategic priorities is considered.

У більшості ситуацій в процесі проведення бенчмаркінгу, при дослідженні ринків збуту, видів товарів, джерел ресурсів і т.д. необхідно правильно розділити об'єкти, які вивчаються, на окремі групи відповідно до ключових стратегічних пріоритетів. Оскільки основною метою стратегічного аналізу є глибоке дослідження саме стратегічних, а не поточних проблем, слід правильно обкреслити сферу першочергової уваги і не витрачати час на вирішення другорядних завдань.

Діагностика і прогнозування зовнішніх та внутрішніх процесів підприємства передбачає використання різних методів угруповання об'єктів і виділення серед них тих груп (категорій, класів), які є стратегічно важливими. Серед цих методів можна виділити наступні види аналізу: дискримінантний, кластерний, факторний і регресійний.

Метою даної роботи є розгляд техніки дискримінантного аналізу на основі статистичних даних про розподіл світового морського флоту по країнах, показників флоту найбільших компаній – лінійних операторів, а також на прикладі державних українських судноплавних компаній, розділяючи їх на окремі групи з урахуванням стратегічних пріоритетів.

Необхідно підкреслити, що дискримінантний аналіз можна застосовувати тільки тоді, коли є певне уявлення про характер тих груп об'єктів, які планується виділити з генеральної сукупності. Наприклад, якщо аналітик повинен згрупувати конкурентів, йому слід знати, на які групи їх можна розділити. У разі, коли стратегічним пріоритетом компанії є боротьба за лідерство в галузі, найпростішим варіантом розділення конкурентів є виділення групи лідерів і групи інших компаній, що не претендують на лідерство.

У табл. 1 представлено розподіл тоннажу світового морського флоту щодо деяких країн (прапорів) [1]. Виділимо для аналізу основні показники – кількість наявних суден і тоннаж (брт, двт). Завдання полягає в тому, щоб визначити кількісну межу, яка б відокремлювала країни-лідери від усіх інших.

Для того, щоб почати процедуру визначення цієї межі, яка називається *дискримінантною лінією*, необхідно отримати дві вибірки, причому до першої повинні увійти представники лідерів, а в іншу – представники країн-аутсайдерів.

Кількість об'єктів у кожній групі, які називаються зразковими, повинна бути не менше, ніж кількість ознак об'єктів, вибраних для дискримінантного аналізу. Так, в нашому прикладі в дві вибірки необхідно включити не менше, ніж по три країни.

Допустимо, що ми вибрали три країни, враховуючи їх ринкові позиції (кількісним прикладом в нашому випадку може бути **кількість суден**):

1-а вибірка: Китай, Панама, Японія (найбільша кількість суден);

2-а вибірка: Німеччина, США, о. Тайвань (найменша кількість суден).

На першому етапі дискримінантного аналізу визначаються середні значення ознак кожної компанії спочатку по першій, а потім по другій вибірці. При цьому застосовуються формули:

$$\overline{X_i^1} = \frac{\sum_{j=1}^{n_1} x_{ij}^1}{n_1}; \quad \overline{X_i^2} = \frac{\sum_{j=1}^{n_2} x_{ij}^2}{n_2},$$

де $\overline{X_i^1}, \overline{X_i^2}$ – середні елементи векторів-стовпців;

i – індекс ознаки (кількість судів, місткість)
 $i = \overline{1, m}$;
 j – індекс країни $j = \overline{1, n}$;
 n_1, n_2 – кількість об'єктів в першій та другій вибірках, відповідно.

Таблиця 1

Розподіл тоннажу світового морського флоту по деяких країнах

Країна (прапор)	Число суден (більш як 300 GT)	Тоннаж	
		млн брт	млн двт
Багамські острови	1070	24,9	38,3
Великобританія	460	7,3	9,9
Німеччина	630	6,5	7,7
Греція	1200	25,1	43,2
Данія	1100	5,9	7,3
Індія	390	6,6	11
Італія	1325	6,2	8
Кіпр	1535	23	36,1
Китай	2050	14,9	22,4
Ліберія	1600	58,7	95,7
Мальта	1315	22,6	37,5
Норвегія	1170	22	33,9
Панама	4835	89,3	136,2
Росія	1755	9,5	12
Сент-Вінсент і Гренадіни	885	7,2	10,9
Сінгапур	970	18,5	29
США	375	9,8	12,9
о. Тайвань	690	5,9	7,8
Туреччина	1 150	6,6	7,4
Філіппіни	350	8,7	13,3
Південна Корея	704	7	10,6
Японія	3510	16,9	24,4

Вектори-стовпці по першій і другій вибірках в нашому прикладі мають вигляд:

$$\overline{X^1} = \begin{bmatrix} \overline{X_1^1} \\ \overline{X_2^1} \\ \overline{X_3^1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3465 \\ 40,4 \\ 61 \end{bmatrix}; \quad \overline{X^2} = \begin{bmatrix} \overline{X_1^2} \\ \overline{X_2^2} \\ \overline{X_3^2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 408,3 \\ 7,9 \\ 11,3 \end{bmatrix}.$$

Після цього необхідно визначити коваріаційні матриці S_1 і S_2 розміром $(m \times m)$ для першої і другої зразкових вибірок, відповідно. Для розрахунку елементів матриць використовуються формули:

$$S_{ik}^1 = \sum_{j=1}^{n_1} (x_i - \overline{x_k}) \cdot (x_k - \overline{x_k}) \quad ; \quad m \times m$$

$$S_{ik}^2 = \sum_{j=1}^{n_2} (x_i - \overline{x_k}) \cdot (x_k - \overline{x_k}) \quad . \quad m \times m$$

де i – індекс змінної ознаки $i = \overline{1, m}$;

k – індекс факторної ознаки.

Нагадаємо, що **коваріація** – це статистична міра взаємодії двох випадкових змінних, тобто того, наскільки дві змінні залежать одна від одної (наприклад, як кількість суден впливає на їх сумарну місткість). Позитивне значення коваріації показує тенденцію зміни в один бік, наприклад, кращу, ніж очікуване. Збільшення суден повинне, ймовірно, спричинити збільшення їх загальної місткості. Негативна коваріація показує, що тенденція збільшення суден супроводжуватиметься, як правило, гіршим, ніж очікуване, збільшенням місткості суден. Відносно невелике або нульове значення коваріації показує, що зв'язок між двома характеристиками слабкий або відсутній взагалі.

В результаті матриця по першій вибірці має вигляд:

$$S^1 = \begin{pmatrix} 3881150 & 102018 & 155996 \\ 102018 & 3593,71 & 5521,68 \\ 155996 & 5521,68 & 8484,56 \end{pmatrix}.$$

Матриця для другої вибірки прийме вигляд:

$$S^2 = \begin{pmatrix} 4116,67 & -110,5 & -159,87 \\ -110,5 & 5,66 & 4,27 \\ -159,87 & 4,27 & 4,61 \end{pmatrix}.$$

Слід зазначити деякі цікаві властивості коваріаційних матриць.

По-перше, матриця є квадратною, тобто кількість стовпців дорівнює кількості рядків, а загальне число осередків для N показників дорівнює N^2 .

По-друге, дисперсії показників лежать на діагоналі матриці, яка є осередками, лежачими на лінії, що проходить з лівого верхнього кута матриці в правий нижній кут.

По-третє, матриця є симетричною. Це означає, що елемент, розташований в i -му рядку j -го стовпця рівний елементу, розташованому в j -му рядку i -го стовпця. Тобто елементи осередків, розташованих над діагоналлю, повторюються у відповідних осередках, розташованих під діагоналлю. З першої коваріаційної матриці видно, що елемент з першого рядка другого стовпця (102018) рівний елементу другого ряд-

ка першого стовпця і т.д. Ця властивість пояснюється тим, що коваріація між двома показниками не залежить від порядку, в якому ці показники згадуються. Це означає, що, наприклад, коваріація між першим і другим показниками є такою ж, як і коваріація між другим і першим.

Наступним етапом є оцінка сумарної вибіркової дисперсії:

$$S' = S^1 + S^2.$$

Потім розраховуємо значення зворотної матриці S^{-1} .

Зворотна матриця прийме вигляд:

$$S^{-1} = \begin{pmatrix} 1.00275E-06 & -0.000135127 & 6.95194 \\ -5.94079E-05 & 0.300274476 & -0.1942975 \\ 2.02659E-05 & -0.192992504 & 0.1253257 \end{pmatrix}.$$

Тепер, маючи значення зворотної матриці, можна розрахувати значення вектора дискримінантних множників $C = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$ за формулою:

$$C = S^{-1} \cdot (\bar{x}^1 - \bar{x}^2);$$

$$X^{1-2} = \begin{pmatrix} 3056,7 \\ 32,5 \\ 49,7 \end{pmatrix};$$

$$S^{-1} \cdot X^{1-2} = \begin{pmatrix} 0,00212859 \\ -0,079261934 \\ 0,018377908 \end{pmatrix}.$$

Дискримінантна функція має загальний вигляд:

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_mx_m,$$

яку для нашого випадку слід записати як:

$$Z = 0,0021x_1 - 0,0792x_2 + 0,0184x_3.$$

По знайденій функції Z визначаються відповідні значення для кожної з 22 країн, які ми спробували згрупувати. На основі цих показників розраховується дискримінантна лінія, причому можуть використовуватися різні способи. Найпростіший з них – визначення середніх значень дискримінантних функцій для першої і другої вибірки окремо, а потім знаходження середньоарифметичного цих значень.

В результаті розрахунків була отримана дискримінантна лінія по країнах, за допомогою якого можна відокремити країни-лідери в світовому морському судноплаванні – **2,875**. До групи лідерів увійшли – Панама, Японія, Китай, Греція, Кіпр, Ліберія, Мальта, Норвегія,

Росія, Сінгапур, Туреччина. Це можна пояснити прагненням судновласників реєструвати тоннаж під так званим «зручним прапором».

До країн відкритої реєстрації відносяться в основному невеликі острівні держави, що не вимагають від іноземних компаній звітності. Ще одним чинником, що спонукає судновласників реєструвати там судна, є відсутність обмежень на комплектування екіпажів суден, тобто судноплавна компанія має право наймати моряків будь-якої національності. Найбільш відомими з таких країн є Панама, Ліберія, Кіпр, Китай, Японія.

Аналогічно проведені розрахунки, коли як пріоритетний показник виділений тоннаж (млн т двт). В результаті отримана межа дискримінації – **41,78404**. Група лідерів – Греція, Кіпр, Китай, Ліберія, Панама, Японія. Решта всіх країн має тоннаж нижче за цю межу.

Розглядаючи ситуацію на світовому ринку лінійних перевезень, можна відзначити, що в даний час існує десять найбільших лінійних компаній – лінійних операторів, які контролюють 60 % ринку, в портфелі замовлень цих компаній 70 % суден за показником дедвейту (табл. 2) [2].

Таблиця 2

Флот найбільших компаній-лінійних операторів на 01.01.2006 р.

Компанія	Наявний тоннаж			Портфель замовлень	
	TEU	Судна, од.	Доля, %	TEU	Судна, од.
Maersk	1665272	586	18,2	679185	133
MSK	784248	276	8,6	265107	37
CMA CGM Group	507954	242	5,6	358455	74
Evergreen Group	477911	155	5,2	188488	38
Hapag-Lloyd	412344	131	4,5	88978	15
CSCL	346493	123	3,8	139770	19
APL	331437	104	3,6	120892	30
Hanjin/Senator	328794	84	3,6	80064	14
COSCO	322326	126	3,5	171865	21
NYK	302213	118	3,3	192686	30

Досліджуючи найбільші лінійні компанії, що працюють на українському ринку контейнерних перевезень, нами визначена та кількість суден, яка відокремлює лідерів від останніх. При цьому виділено три основні показники, за допомогою яких здійснювався дискримінантний аналіз: кількість суден, ринкова частка компанії, замовлення об'ємів на нові судна.

В ході проведення дослідження визначено, що межа дискримінації пройшла на рівні **563**, тим самим виділився явний лідер – компанія **Maersk**. Це свідчить про те, що отримані дані цілком відображають сучасну тенденцію серед провідних лінійних операторів.

Також розглянуто ситуацію, коли було виділено показники з урахуванням контейнеромісткості, а саме – наявна контейнеромісткість, замовлена контейнеромісткість і наявна кількість суден. Межа для входу на ринок нових судновласників, що претендують на лідерство, пріоритетною ознакою якого є контейнеромісткість, склала **78978,01**. У числі компаній-лідерів провідне місце займають дві компанії, залишивши далеко позаду всіх інших, – це **Maersk** і **Mediterranean Shg Co (MSK)**, наявна контейнеромісткість яких перевищує розраховану величину.

Більшість українських судноплавних компаній працюють на міжнародному трамповому ринку, і визначення дискримінантної лінії необхідне для ефективної діяльності в турбулентній сфері морських перевезень (табл. 3) [3].

Спираючись на дискримінантний аналіз і статистичні дані, отримані наступні дані: дискримінантною лінією щодо кількості суден є **0,96**, а за реєстровою місткістю – **9,95**.

Компаніями-лідерами слід вважати ВАТ «Українське Дунайське пароплавство», АСК «Укррічфлот», а, відповідно до місткості, до тих, що лідирують, окрім вищезазначених, можна віднести також ТОВ «Торговий флот Донбасу», «Черноморпуть», що пояснюється наявністю у таких компаній суден невеликої місткості.

З метою формування конкурентоздатної стратегії компанії у сфері морських перевезень, необхідно інвестувати грошові кошти в сучасні судна, що відповідає специфіці вантажу, що перевозиться, і умовам його транспортування. А також переймати досвід компаній-лідерів, застосовувати сучасні інноваційні технології,

які здатні забезпечити здійснення якісних змін для підтримки високої ефективності транспортного процесу.

Таблиця 3

Найбільші судноплавні компанії України, їх кількість і місткість (за станом на 01.04.2005 р.)

Назва компанії	Кількість суден	Місткість, рег. т
ВАТ «УДП»	679	633042,8
АСБК «Укррічфлот»	175	278695,75
Торговий флот Донбасу	33	276449
Черноморпуть	31	59873,9
Чорноморнафтогаз	17	43750,4
Укрферрі	2	39019
Севастопольська компанія	6	34681
Черномортехфлот	64	33463
Херсонський МТП	42	29639,8
Столична судноплавна компанія	10	24203

Цінність дискримінантного аналізу для аналітика полягає в тому, щоб зосередитися на дослідженні тих об'єктів, які є стратегічно важливими. Якщо компанія намагається увійти до групи лідерів у своїй галузі, необхідно точно знати, хто з конкурентів реально може змагатися з нею, а також спланувати заходи для подолання бар'єрів для входу в галузь.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Ячная, Л. Государственная поддержка – плюс или минус мирового судостроения [Текст] / Л. Ячная // Транспорт. – 2005. – № 5-6. – С. 40-43.
2. Хайминова, Ю. Конкуренция на рынке морских грузоперевозок [Текст] / Ю. Хайминова, О. Акимов // Судостроение. – 2007. – № 4. – С. 12-13.
3. Все о торговом флоте Украины. 2005 (All about Merchant Marine of Ukraine. 2005) [Текст] : Справочник. – Одесса: Порты Украины, 2005. – 168 с.

Надійшла до редколегії 09.06.2009.

Прийнята до друку 25.07.2009.

О. Ю. СМЕРНОВА (Тюменский государственный нефтегазовый университет (ТюмГНГУ), Российская Федерация)

РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА ФОРМИРОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРУЗОВОЙ АВТОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕМЕННОГО ХАРАКТЕРА СПРОСА НА ПЕРЕВОЗКИ

На основі розвитку просторово-часового підходу до формування ефективності складних систем розроблено механізм формування ефективності вантажної автотранспортної системи в умовах змінного характеру попиту на перевезення. Даються визначення понять пристосованості вантажної автотранспортної системи, стандартних умов експлуатації.

На основе развития пространственно-временного подхода к формированию эффективности сложных систем разработан механизм формирования эффективности грузовой автотранспортной системы в условиях переменного характера спроса на перевозки. В статье даются определения понятий приспособленности грузовой автотранспортной системы, стандартных условий эксплуатации.

The mechanism of formation of efficiency of freight motor transport system in conditions of variable character of demand for freightage is developed on the basis of space-time approach development to efficiency formation for difficult systems. In the article the definitions of the notions of freight motor transport system adaptability, standard operation conditions are given.

Постановка проблемы исследования

Ключевым звеном транспортного комплекса является грузовой автомобильный транспорт, т.к. практически любые перевозки начинаются и/или заканчиваются с его участием. Формирование рыночных отношений в России привело к существенным структурным преобразованиям в автотранспортной отрасли. Выход на рынок большого количества частных владельцев грузовых автомобилей приводит к превышению предложения транспортных услуг над спросом, что стимулирует внутриотраслевую конкуренцию. К наиболее отрицательным для автомобильного транспорта условиям рыночной среды следует отнести изменение характера спроса на грузовые перевозки и его нестабильность. Анализ деятельности перевозчиков в таких условиях эксплуатации, позволяет сделать вывод о том, что большинство автотранспортных компаний оказались не готовы к значительному росту конкуренции и переменному характеру спроса и даже самые благополучные не покидают «зону риска». Таким образом, возникло противоречие между тем, что перевозчики вынуждены работать в условиях неравномерного спроса, ведущего за собой увеличение эксплуатационных затрат, и тем, что в рыночных условиях хозяйствования конкурентное окружение заставляет перевозчика искать новые пути эффективного функционирования.

В условиях планово-распределительной экономики государственные автотранспортные предприятия заранее знали свои объемы и корреспонденцию перевозок, а спрос стабильно превышал предложение по грузовым перевозкам. В условиях рыночной экономики классические методы организации и управления перевозочным процессом в полной мере не работают. Важнейшим фактором рыночного успеха предприятия является соответствие внутренней среды постоянно меняющимся требованиям рынка (внешней среды). Инвариантный научный инструментарий, адекватный рыночным условиям хозяйствования для преодоления такого противоречия, недостаточно разработан, что приводит к упущениям в конкурентной борьбе и, в конечном счете, к снижению эффективности транспортного процесса. Вследствие чего появляется необходимость в практически необходимом и теоретически значимом исследовании в области эффективного функционирования грузовых автотранспортных систем в условиях рынка.

Анализ публикаций по проблеме исследования

Научные основы эффективности работы подвижного состава автомобильного транспорта были разработаны в 50-60 гг. XX века в России С. Р. Лейдерманом. Дальнейшее развитие теории и практики повышения эффективности ра-

боты автомобилей и предприятий нашло отражение в трудах Л. Л. Афанасьева, Л. А. Бронштейна, Д. П. Великанова, Н. Н. Тихомирова, Б. Л. Геронимуса и других ученых. Признавая значимость выполненных исследований, отметим, что в классической теории организации перевозочного процесса на автомобильном транспорте отсутствовали вероятностно-адаптивные подходы.

Фундаментальные исследования в области системного анализа грузовых автомобильных перевозок были разработаны в 80-90-е годы XX века под руководством А. В. Вельможина, В. А. Гудкова, И. В. Кочетова, В. Н. Лившица, Г. А. Кононовой, В. М. Курганова, В. М. Мандрицы, Л. Б. Миротина, В. И. Николина, С. А. Панова, В. И. Сергеева, М. П. Улицкого и других ученых. Впервые были сформулированы и разработаны этапы системного анализа автотранспортных систем как сложных и открытых систем типа «человек – машина».

Следует отметить важные зарубежные исследования по методологическим моделям: «жизнеспособной фирмы» Стаффорда Бира и «жизнестойкого предприятия» Йосси Шеффи. В исследованиях по структурной устойчивости систем различного назначения Дж. Касти отмечает, что, вероятно, адаптируемость можно представить себе как меру способности системы к поглощению внешних возмущений без резко выраженных последствий для ее поведения в переходном или установившемся состоянии. В отечественной научной литературе существует ряд работ, посвященных устойчивости хозяйственных систем по отраслям, но дефиниция термина «устойчивость» трактуется по-разному. Так, Е. В. Бережная [1] предлагает под устойчивостью понимать способность системы поддерживать намеченный режим функционирования, компенсировать действие внешних возмущений (помех) и обеспечивать возвращение в состояние равновесия. Е. В. Будрина [2] при исследовании транспортного рынка формулирует устойчивость как способность возвращаться в состояние равновесия после того, как это состояние нарушено под влиянием внешних/внутренних возмущающих воздействий. Большинство авторов сходится на общей формулировке устойчивости и включает в данное понятие равновесность, гибкость, синергичность, кооперативность, адаптивность, живучесть, помехозащищенность, надежность, безопасность и ряд других подэлементов. Таким образом, до настоящего времени остается дискуссионной трактовка понятий «устойчивость»

и «адаптивность», а понятие «приспособленность» применительно к системе организации перевозок до настоящего времени не рассматривалось.

Внимание отечественных и зарубежных представителей научных школ сконцентрировано на показателе эффективности функционирования транспортных систем. Даны общие и множество частных трактовок этого понятия и предложены различные методы измерения. Вместе с тем считается, что эффективность – качественная категория, которая характеризуется результативностью, интенсивностью функционирования системы, степень достижения цели и уровень организованности системы и т.д. Это свидетельствует о многогранности категории эффективности с одной стороны, и с другой – о сложности ее представления в показателях и измерителях. Эффективность любой деятельности принято выражать с помощью отношения результата к затратам, обуславливающим этот результат.

В практической деятельности на автомобильном транспорте используется несколько производственных показателей:

- объем перевозок, измеряемый тоннами;
- грузооборот, измеряемый тонно-километрами;
- скорость доставки.

В условиях современной рыночной экономики рассматривать подходы к оценке эффективности автотранспортной системы без учета экономических показателей не представляется корректным, и себестоимость перевозок необходимо рассматривать в ряду наиболее существенных показателей эффективности.

Цель исследования

Целью настоящего исследования является повышение эффективности грузовых автотранспортных систем на основе выявления и использования закономерностей их изменения под влиянием рыночной неравномерности спроса на грузовые перевозки.

Механизм формирования эффективности грузовых автотранспортных систем в рыночных условиях

Согласно пространственно-временной концепции функционирования сложных систем в научной школе Л. Г. Резника [3], эффективность автотранспортной системы формируется с учетом уровня приспособленности к фактическим условиям эксплуатации. С целью иссле-

дования эффективности необходимо раскрыть механизм формирования эффективности грузовых автотранспортных систем в рыночных условиях с учетом уровня их приспособленности к переменному характеру спроса на перевозки, что в свою очередь позволит выявить количественные закономерности, являющиеся основой для научного подхода к решению заявленной проблемы исследования. Дефиниция термина приспособленность сформулирована как свойство системы сохранять на номинальном уровне показатели эффективности при переменном характере отклонений условий внешней среды от стандартных. Стандартными условиями для грузовой автотранспортной системы является полное использование потенциальных провозных возможностей с определенным соотношением постоянных и переменных затрат в текущий интервал времени при определенных рыночных ценах. В таких условиях показатель эффективности будет иметь плановое или номинальное значение. Отклонение фактических условий эксплуатации характеризуется переменным характером рыночного спроса, когда провозные возможности невосстребованы частично или полностью, а показатель эффективности является фактически реализованным и будет ниже номинального. Степень влияния переменного характера спроса на эффективность грузовой автотранспортной системы будет зависеть от уровня приспособленности к таким условиям. Вышеуказанные положения раскрывают механизм формирования приспособленности грузовой автотранспортной системы, разработанный посредством реализации пространственно-временного подхода (рис. 1).

Поддержание высокого уровня приспособленности в условиях переменного характера спроса на грузовые перевозки повлечет за собой дополнительный расход материальных ресурсов, что приводит к необходимости решения задачи оптимизации с учетом ограничения – установления наилучшего соответствия между системой и окружением. Задача управления приспособленностью – свести к минимуму такие потери путем регулирования соотношения переменных и постоянных затрат и определения рациональных провозных возможностей с окончательным решением о составе и структуре парка подвижного состава.

Целевая функция управления процессом приспособленностью может быть сформулирована следующим образом – свести к минимуму потери, связанные с переменным характером спроса. Потери представляют собой сумму двух слагаемых: упущенной выгоды (недополученных доходов) и прямых убытков (затрат на простой подвижного состава).

Чем выше неравномерность спроса во времени, тем большее количество всех ресурсов (трудовых, финансовых и материальных) должен иметь транспорт для выполнения своей функции. Организация резервирования ведет к увеличению себестоимости транспортных услуг.

Выводы и перспективы исследования

В ходе исследования был разработан механизм формирования эффективности грузовых автотранспортных систем в рыночных условиях. Суть этого заключается в том, что степень влияния переменного характера спроса на эф-

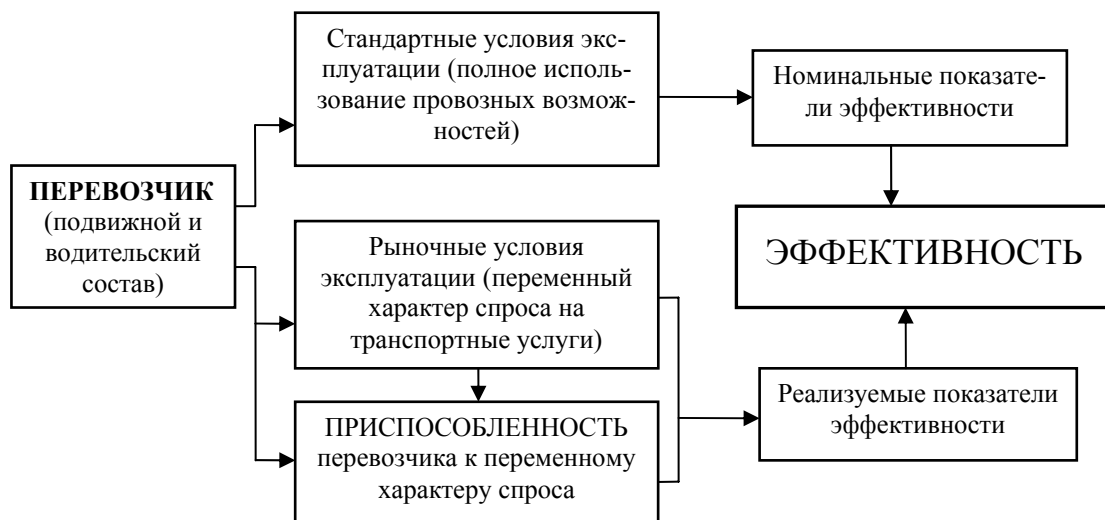


Рис.1. Механизм формирования эффективности грузовой автотранспортной системы в условиях переменного характера спроса

фективность грузовой автотранспортной системы будет зависеть от уровня приспособленности к таким условиям. Следовательно, появляется возможность выявить количественные закономерности, являющиеся основой для научного подхода к решению заявленной проблемы исследования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бережная, Е. В. Методология и экономико-вероятностные модели управления автотранспортными системами в нестабильной экономической среде [Текст] : автореф. дис. ... докт. экон. наук: 08.00.05 / Бережная Елена Викторовна. – СПб., 2000. – 37 с.
2. Будрина, Е. В. Методология и методы регулирования рынка на транспорте [Текст] : автореф. дис. ... докт. экон. наук: 08.00.05 / Будрина Елена Викторовна. – СПб., 2002. – 39 с.
3. Резник, Л. Г. Эффективность использования автомобилей в различных условиях эксплуатации [Текст] / Л. Г. Резник, Г. М. Ромалис, С. Т. Чарков. – М.: Транспорт, 1989. – 127 с.

Поступила в редколлегию 28.05.2009.

Принята к печати 04.06.2009.

А. В. ШВЕЦ (Одесский национальный морской университет)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОНТЕЙНЕРОПОТОКА ИНТЕРМОДАЛЬНОГО ОПЕРАТОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

У статті поставлено задачу прогнозування контейнеропотока, що освоюється інтермодальним оператором, для визначення надалі моменту часу, коли придбання нової одиниці рухомого складу буде найбільш економічно ефективним. Проведено аналіз існуючих методів прогнозування та відповідного програмного забезпечення, а також запропоновано власну методику прогнозування контейнеропотока інтермодального оператора, яка використовує теорію нечітких множин та методи нелінійного програмування.

В статье поставлена задача прогнозирования контейнеропотока, освоенного интермодальным оператором, для определения в дальнейшем момента времени, когда приобретение новой единицы подвижного состава будет наиболее экономически эффективным. Проведен анализ существующих методов прогнозирования и соответствующего программного обеспечения, а также предложена собственная методика прогнозирования контейнеропотока интермодального оператора, которая использует теорию нечетких множеств и методы нелинейного программирования.

The task of this article is to make a forecast of the container flow (which is being mastered by intermodal transport operator) in order to determine in future such moment when the purchase of new transport unit will be most cost-effective. Here the analysis of existing forecast methods and appropriate software products is done as well as the own methods for forecasting the containers flow of intermodal transport operator which use fuzzy sets theory and methods of non-linear programming are offered.

1. Постановка задачи

Согласно документу «Терминология комбинированных перевозок», подготовленному в 2001 г. тремя межправительственными организациями (Европейский союз, Европейская конференция министров транспорта, Европейская экономическая комиссия ООН), интермодальная перевозка – это последовательная перевозка грузов двумя или более видами транспорта в одной и той же грузовой единице или автотранспортном средстве без перегрузки самого груза при смене вида транспорта. Интермодальными операторами (ИО) в Украине являются транспортно-экспедиторские организации. До середины 2008 г. (до наступившего мирового экономического кризиса) наблюдался стремительный рост перевозок контейнеров, как в мире, так и в Украине. В связи с этим у многих ИО возникла потребность в приобретении новых единиц собственного подвижного состава (автомобильного, железнодорожного или внутреннего водного транспорта) для перевозок на наземном участке пути (вместо использования услуг сторонних перевозчиков). Первым этапом решения поставленной задачи является прогнозирование контейнеропотока ИО. Следует отметить, что для контейнеропотока свойственна сезонность, т.е. значительное расхождение значений за различные кварталы

года. В данной статье приводится обзор существующих методов прогнозирования и программного обеспечения, реализующего эти методы, а также предлагается разработанная автором методика прогнозирования контейнеропотока ИО.

Целью данной статьи является разработка методики прогнозирования контейнеропотока, освоенного интермодальным оператором. При этом получение прогнозных данных не должно требовать значительных затрат времени для учета всех или основных факторов, воздействующих на изменение контейнеропотока (т.е. подразумевается использование лишь данных о ретроспективном контейнеропотоке ИО).

2. ОБЗОР МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

В источнике [1] приводится информация, что на данный момент разработано более 150 методов прогнозирования [1, с. 58]. По степени формализации методы экономического прогнозирования можно подразделить на интуитивные и формализованные.

К интуитивным методам относятся методы экспертных оценок и методы исторических аналогий и прогнозирования по образцу.

К формализованным методам относятся следующие группы методов:

- методы, выявляющие функциональную зависимость прогнозируемого показателя от воздействующих факторов;
- нейросетевое прогнозирование;
- методы на базе теории нечетких множеств.

Рассмотрим подробнее формализованные методы прогнозирования.

2.1. Методы, выявляющие функциональную зависимость прогнозируемого показателя от воздействующих факторов

Основная идея рассматриваемой группы методов состоит в выявлении функциональной зависимости фактических уровней временного ряда рассматриваемого показателя от воздействующих на него факторов с тем, чтобы использовать эту зависимость для расчета прогнозных значений рассматриваемого показателя.

В соответствии с источниками [1, 2], рассматриваемую группу методов можно разделить на 3 подгруппы:

- методы аппроксимации;
- общие статистические методы по выявлению тренда;
- методы регрессионного анализа.

К методам аппроксимации автор монографии [2] относит, в частности, следующие:

- полиномиальная аппроксимация (методы Лагранжа и Ньютона);
- сплайн-аппроксимация.

Основная идея метода (интерполяционной формулы [3, с.527]) Лагранжа заключается в том, чтобы найти многочлен, который принимает значение 1 в одной узловой точке и 0 во всех остальных. Для определения коэффициентов при переменных многочлена используют интерполяционные многочлены специального вида, к которым, в частности, относится полином Лагранжа. Метод Ньютона (интерполяционная формула Ньютона для неравноотстоящих значений аргумента [3, с. 544]) использует определенную форму полинома, который аппроксимирует искомую функцию, соответствующую всем наблюдениям рассматриваемого временного ряда. В целом, методы Лагранжа и Ньютона отыскивают один и тот же полином.

Сплайн-аппроксимация отличается от полиномиальной аппроксимации. Сплайном называется функция, которая вместе с несколькими производными непрерывна на рассматриваемом отрезке, а на каждом отдельном интервале этого отрезка является некоторым многочленом невысокой степени.

Рассмотренные выше интерполяционные формулы сплайн-аппроксимации, Лагранжа и Ньютона, а также нерассмотренные формулы Гаусса, Стерлинга, Бесселя, первая и вторая интерполяционные формулы Ньютона непригодны для прогнозирования, что исходит из задачи интерполирования [3, с. 507], для решения которой эти формулы были выведены. Так, на практике функции, полученные при использовании методов Лагранжа и Ньютона, оказываются очень чувствительными к ошибкам, особенно на границах рассматриваемого интервала. При использовании сплайн-аппроксимации вычисляется функция, которая со временем (при экстраполировании) будет только возрастать или убывать, в зависимости от значений нескольких последних наблюдений [2, с. 53-56].

К общим статистическим методам по выявлению тренда можно отнести следующие [2, с. 58-62; 4, с. 82-88]:

- сглаживание способом скользящей средней;
- экспоненциальное сглаживание;
- аналитическое выравнивание (методом наименьших квадратов).

Сглаживание способом скользящей средней состоит в том, что каждый уровень из уровней ряда динамики заменяется средней данного уровня и соседних с ним. Применение такого метода на практике себя не оправдывает, поскольку не дает возможности выявить тренд с учетом хотя бы одного воздействующего на прогнозируемый показатель фактора.

В соответствии с методом экспоненциального сглаживания, все значения временного ряда $y(t)$ из выбранной выборки, которая состоит из m последних показателей, рассчитываются следующим образом:

$$y_p(t) = y(t) \cdot \beta^{T-t}, \quad (t = T - m + 1, \dots, T),$$

где β – коэффициент экспоненциального сглаживания, $\beta = \text{const}$, $0 < \beta \leq 1$;

m – глубина выборки временного ряда, $1 < m \leq T$.

При прогнозировании показателей с большим разбросом значений методом экспоненциального сглаживания линия тренда проходит достаточно близко к фактическим данным, но повторяет их с некоторым запаздыванием, а полученные остатки имеют достаточно большую величину.

Метод наименьших квадратов представляет собой определение такой функциональной зависимости, при которой сумма квадратов от-

клонений фактических уровней от рассчитанных по формуле этой зависимости минимальна. Как будет показано ниже, этот метод в классическом виде непригоден для регрессионного анализа динамических рядов для прогнозирования в силу нарушения одной из предпосылок регрессионного анализа. Пренебрежение таким нарушением может повлечь к очень большим ошибкам прогноза.

Таким образом, все рассмотренные выше методы, хоть и описаны в литературе, как методы прогнозирования, не могут на практике гарантировать необходимую точность прогноза.

2.2. Методы регрессионного анализа

Отправной точкой во всех методах регрессионного анализа является регрессионная модель, имеющая в общем случае следующий вид:

$$y_u = \sum_{i=1}^k \beta_i f(x_{ui}) + \varepsilon_u, \quad (u = \overline{1, N}), \quad (1)$$

где N – количество наблюдений (уровней) временного ряда;

k – количество независимых переменных (факторов), заложенных в модель;

y_u – зависимая переменная;

x_{ui} – независимая (объясняющая) переменная (фактор);

β_i – коэффициент;

ε_u – случайная составляющая, называемая также случайным возмущением [5, с. 17] или ошибкой [6, с. 24-25].

Классический регрессионный анализ опирается на следующие основные предпосылки [5, с. 23-26; 7, с. 61]:

Возмущение (ε_u) и зависимая переменная есть величины случайные с распределением одного и того же вида, а объясняющая переменная x_{ui} – величина не случайная.

Математическое ожидание возмущения равно нулю.

Дисперсия возмущения (или зависимой переменной) постоянная для всех наблюдений.

Возмущение (ε_u) имеет нормальное распределение.

Матрица F , представленная ниже, не случайна:

$$F = \begin{pmatrix} f(x_{11}) & f(x_{12}) & \dots & f(x_{1k}) \\ f(x_{21}) & f(x_{22}) & \dots & f(x_{2k}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(x_{N1}) & f(x_{N2}) & \dots & f(x_{Nk}) \end{pmatrix}. \quad (2)$$

На значения параметров β_i не налагается никаких ограничений, т.е. предварительно об их значениях ничего неизвестно, и при вычислениях они могут получаться какими угодно.

Ранг матрицы F , представленной ранее в выражении (2), равен числу коэффициентов в модели k , т.е. $\text{rank}(F) = k$.

В регрессионном анализе можно выделить 2 группы моделей:

– Модели, основанные на данных пространственных выборок. В экономике под пространственной выборкой понимают набор показателей экономических переменных, полученных в данный момент времени. Другими словами, все наблюдения получают примерно в неизменных условиях, т.е. представляют собой набор независимых выборочных данных из некоторой генеральной совокупности.

– Модели, основанные на данных временных рядов. Временной (динамический) ряд – выборка наблюдений, в которой важны не только сами наблюдаемые значения, но и порядок их следования друг за другом.

Модели первой группы представляют собой классические модели регрессии, в то время как модели из второй группы таковыми не являются и нарушают третью из перечисленных выше основных предпосылок регрессионного анализа. Этим обуславливается появление специфических методов регрессионного анализа временных рядов, приведенных ниже, которые могут быть использованы для прогнозирования:

- обобщенный метод наименьших квадратов;
- взвешенный метод наименьших квадратов;
- двухшаговый метод наименьших квадратов (метод инструментальных переменных);
- нелинейный метод наименьших квадратов;
- метод максимального правдоподобия.

При всем многообразии линейных и нелинейных регрессионных моделей все же предпочтение отдается линейным моделям исходя из следующих соображений:

– Уравнения регрессии линейны при нормальном распределении случайной величины, что, в свою очередь, является одной из принятых предпосылок.

– Ожидаемое значение ошибки прогноза, т.е. математическое ожидание квадрата отклонения наблюдаемых значений от сглаженных (или теоретических) оказывается меньше в том

случае, если уравнение регрессии выбрано линейным.

Также стоит отметить, что линейную модель можно привести к такой форме, чтобы учесть специфику прогнозируемого показателя. Так, например, для интермодального оператора специфичным свойством является сезонность грузопотока. Методы для учета сезонных временных рядов для линейных регрессионных моделей изложены в книге [6, с. 330].

При использовании однофакторных моделей трудно составить такую модель, которая бы правильно выявляла тенденцию изменения прогнозируемого показателя и учитывала бы его колебания с достаточным уровнем точности, поскольку такая модель не учитывает влияние факторов соответствующей предметной области явно. По этой же причине нельзя быть уверенным в какой-либо точности прогнозов вообще.

Использование многофакторных моделей может дать очень точный прогноз. Но точность в данном случае тем выше, чем точнее учтены все факторы, влияющие на зависимую переменную. Такой учет факторов представляется очень сложной задачей, особенно если в рамках какого-то проекта необходимо произвести несколько прогнозов (для разных показателей, имеющих абсолютно разную природу). В этом случае потери времени на выработку модели с достаточным уровнем точности могут себя не оправдать.

2.3. Нейросетевое прогнозирование

Искусственные нейронные сети (ИНС) — совокупность моделей биологических нейронных сетей. Они представляют собой сеть элементов — искусственных нейронов — связанных между собой синаптическими соединениями. Сеть обрабатывает входную информацию и в процессе изменения своего состояния во времени формирует совокупность выходных сигналов. Работа сети состоит в преобразовании входных сигналов во времени, в результате чего меняется внутреннее состояние сети и формируются выходные воздействия. Обычно ИНС оперирует цифровыми, а не символьными величинами.

Важнейшим понятием в теории нейронных сетей является персептрон. Толкование термина «персептрон» претерпело изменения с развитием теории нейронных сетей, и сейчас в литературе приводятся различные его трактования. В данной работе для персептрона будем использовать определение, данное многослой-

ному персептрону Хайкином С.: «сеть, состоящая из множества сенсорных элементов (входных узлов или узлов источника), которые образуют входной слой; одного или нескольких скрытых слоев вычислительных нейронов и одного выходного слоя нейронов» [8, с. 219] (рис. 1).

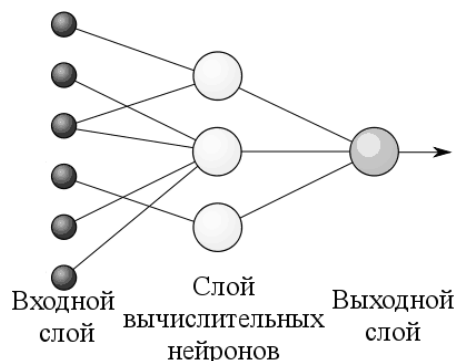


Рис. 1. Логическая схема элементарного персептрона

Для прогнозирования возможно использование моделей ИНС следующих видов:

- Однослойный персептрон – это персептрон, у которого только один вычислительный (обучаемый или скрытый) слой.

- Многослойный персептрон – это персептрон, у которого количество вычислительных слоев превышает 1.

Раньше ученые ставили под сомнение эффективность использования многослойных персептронов в сравнении с однослойными. Так, например, американские ученые Минский М. и Пейперт С. придерживались следующей точки зрения: «Проблема расширения идеи персептрона не просто техническая, она также и стратегическая. Однослойный персептрон уже показал, что его стоит изучать, несмотря на строгие ограничения (и даже благодаря им!). Он обладает многими свойствами, привлекающими внимание: линейность, интригующая способность к обучению, очевидная простота персептрона как разновидности устройства для параллельных вычислений. Нет никаких оснований предполагать, что любое из этих достоинств распространяется на многослойный вариант» [9, с.230]. Действительно, при использовании однослойного персептрона и, например, базы данных легко получить работающую систему прогнозирования, исследовав зависимость прогнозируемой величины от независимых переменных. Причем учет или неучет системой внешних параметров будет определяться включением или исключением соответствующего входа в нейронную сеть. Простую систему проще настраивать для полу-

чения более точных прогнозов. В то же время, другой американский ученый, Уоссермен Ф., считает, что «многослойные сети обладают большими возможностями, чем однослойные, и в последние годы были разработаны алгоритмы для их обучения» [10].

В монографии [2] автор использовал в своих расчетах при прогнозировании развития финансовых временных рядов, для которых характерен большой разброс значений, двухслойный персептрон; и полученные результаты превосходили результаты, полученные при использовании методов, выявляющих функциональную зависимость прогнозируемого показателя от воздействующих факторов. Но были также отмечены и недостатки. Так, прогноз, который получается при использовании нейронных сетей, с наибольшей вероятностью повторяет предыдущее значение временного ряда. Точность прогноза может быть увеличена путем включения в модель разных факторов или за счет эффективной предварительной обработки данных и поиска оптимальной конфигурации сети. При прогнозировании изменения курсов удается исключить общую тенденцию развития финансового показателя и зависимость от предыдущего значения курса. Но при этом точность угаданных знаков изменения курса оказывается очень низкой – немногим более 50 % [2, с. 84].

Построение нейронной сети на основе множественной регрессии нецелесообразно, поскольку усложняет модель, увеличивает субъективность выбора модели и уменьшает ее гибкость, настраиваемость и масштабируемость.

Преимущество нейронных сетей состоит в том, что исследователь не является заложником выбора математической модели поведения временного ряда. Построение нейросетевой модели происходит адаптивно во время обучения, без участия исследователя. При этом в общем случае нейронной сети предъявляются примеры из базы данных, и она сама подстраивается под эти данные. Однако исследователь может с самого начала воспользоваться каким-либо алгоритмом определения важности (например, используя нейронную сеть с общей регрессией и генетической подстройкой) и сразу определить значимость входных переменных, чтобы потом исключить из рассмотрения мало влияющие факторы.

Недостатком нейронных сетей является их недетерминированность. Имеется в виду то, что после обучения имеется «черный ящик», который каким-то образом работает, но логика при-

нятия решений нейросетью совершенно скрыта от исследователя. В принципе, существуют алгоритмы «извлечения знаний из нейронной сети», которые формализуют обученную нейронную сеть до списка логических правил, тем самым создавая на основе сети экспертную систему. К сожалению, эти алгоритмы не встраиваются в нейросетевые пакеты программного обеспечения, к тому же наборы правил, которые генерируются такими алгоритмами, достаточно объемные.

Существенным недостатком нейронных сетей является потребность в большом массиве ретроспективной информации для качественного обучения разработанной нейросистемы.

2.4. Методы на базе теории нечетких множеств

За последнее время (с 1975 г.) появились различные методы, основанные на теории нечетких множеств. Отличие их состоит в используемом алгоритме нечеткого вывода. Так, в книге [11] рассмотрены 4 из них: алгоритмы Мамдани, Цукамото, Ларсена и Сугено. В целом, суть их сводится к следующим этапам:

- фаззификация;
- построение базы нечетких знаний;
- агрегирование подусловий в нечетких правилах;
- активизация подзаключений в нечетких правилах;
- аккумуляция заключений нечетких правил;
- формирование нечеткого логического вывода (дефаззификация).

Фаззификация представляет собой процедуру нахождения значений функций принадлежности входных лингвистических переменных на основе обычных (не нечетких) исходных данных. Другими словами, выбирается вид функции принадлежности и определяются промежутки, на которых входная лингвистическая переменная ассоциируется с заданными на этом этапе лингвистическими оценками, например: «низкий», «ниже среднего», «средний», «выше среднего» и «высокий».

Построение нечеткой базы знаний представляет собой запись набора нечетких правил (экспертных высказываний) вида «ЕСЛИ-ТО», описывающих изменение уровней временного ряда и факторов, воздействующих на прогнозируемый показатель. База правил систем нечеткого вывода предназначена для формального представления эмпирических знаний и знаний

экспертов в той или иной проблемной области [11, с. 187].

Агрегирование представляет собой процедуру определения степени истинности условий по каждому из правил системы нечеткого вывода.

Активизация в системах нечеткого вывода – это процедура нахождения степени истинности каждого из подзаключений правил нечетких продукций.

Аккумуляция (аккумулирование) в системах нечеткого вывода представляет собой процедуру или процесс нахождения функции принадлежности для каждой из выходных лингвистических переменных.

Дефаззификация представляет собой процедуру или процесс нахождения обычного (не нечеткого) значения для каждой из выходных лингвистических переменных множества. Для дефаззификации могут использоваться следующие методы: метод центра тяжести, метод центра тяжести для одноточечных множеств, метод центра площади (медиана), метод левого модального значения (наименьший из максимумов), метод правого модального значения (наибольший из максимумов), центр максимумов [11, с. 197; 12, с. 12].

Для увеличения точности прогнозов необходимо использовать механизм настройки модели. В книге [13] при прогнозировании количества заболеваний аппендикулярным перитонитом у детей в Виннице автором для настройки модели использовался метод наименьших квадратов.

В литературе по регрессионному анализу не рекомендуется использовать в качестве уравнения регрессии полином, при котором значения зависимой переменной точно совпадают с уровнями временного ряда, поскольку такая «подгонка» модели может привести к тому, что тенденция, необходимая для прогнозирования, не будет выявлена. При использовании же теории нечетких множеств такое ограничение отсутствует. И при использовании механизма настройки модели прогнозные значения будут максимально точно приближены к фактическим.

Использование методов нечеткой логики на практике позволяет сделать тем более точный прогноз, чем точнее отражают действительность экспертные высказывания, заложенные в модель. Следует отметить, что учет факторов в методах прогнозирования на базе нечеткой логики не настолько трудоемок по сравнению с методами регрессионного анализа.

В отличие от нейронных сетей, нечеткие множества обладают следующими преимуществами:

- Логика принятия решений не скрыта от исследователя, поскольку она основана на высказываниях (базе нечетких знаний), сформулированных на естественном языке;

- Для точного прогноза при использовании нечетких множеств можно использовать ретроспективные данные за более короткие сроки, чем при использовании нейронных сетей. Другими словами, нечеткие множества «обучаются» быстрее, чем нейронные сети.

- При долгосрочном прогнозировании нельзя полагаться на результаты, полученные при использовании одного метода прогнозирования. Но после проведенного анализа становится ясным, что основным методом прогнозирования, используемым при решении поставленной задачи в исследовательской работе, должен быть метод на базе теории нечетких множеств. Дополнять этот метод прогнозирования следует методами, базирующимися на искусственных нейронных сетях и/или регрессионном анализе.

3. Обзор программных средств, реализующих рассмотренные методы прогнозирования

Для проведения расчетов с использованием рассмотренных методов на данный момент разработано большое количество программных средств. Так, методы регрессионного анализа и нейронных сетей получили свою реализацию в таких программных продуктах, как MATLAB (компоненты Statistics Toolbox, Neural Network Toolbox), SPSS, STATISTICA. Несмотря на то, что теория нечетких множеств является самой «молодой» из вышеизложенных, для реализации ее алгоритмов разработан ряд программных продуктов, обзор наиболее распространенных из которых приведен ниже.

Программное средство FuziCalc, разработанное компанией Fuziware (США), поддерживает нечеткие вычисления в среде электронных таблиц, позволяющий вводить в ячейки таблиц диапазоны возможных значений исходных данных и составлять на их основе прогнозы. Однако возможности данного программного средства как электронных таблиц весьма ограничены – программа предлагает лишь базовые средства от мощных универсальных электронных таблиц. Главный недостаток – наличие и необходимость одновременного использования двух электронных таблиц: обычной универ-

сальной (например, MS Excel) и специализированной типа FuziCalc.

Программа FExcel, разработанная компанией ИНЭКС, работает непосредственно в среде популярных электронных таблиц MS Excel. FExcel выполнен в виде обычной надстройки MS Excel. Таким образом, эта программа расширяет стандартный Excel возможностями по обработке нечетких чисел. Однако FExcel реализует лишь основные операции над нечеткими числами (арифметические операции, несколько известных методов дефазификации).

Пакет нечеткой логики CubiCalc, разработанный компанией Hyperlogics (США), снабжен модулем RuleMaker и позволяет извлекать знания из числовых данных и преобразовывать их в систему нечетких правил, на основе которых делаются выводы в зависимости от задаваемых значений входных параметров. Основными недостатками этого программного средства являются сложный интерфейс и плохая адаптированность к решению задач прогнозирования.

Аналогично программа fuzzyTECH, разработанная компанией INFORM GmbH (Германия), является специализированным средством, которое позволяет разрабатывать нечетко-логические модели в графическом режиме, а также преобразовывать их в программный код на одном из языков программирования с возможностью последующей реализации в программируемых микроконтроллерах [14].

Программная среда MATLAB позволяет решать широкий спектр задач, требующих применение нечетких множеств (компонент Fuzzy Logic Toolbox) и нейронных сетей (компонент Neural Network Toolbox). Большое разнообразие задач обуславливается тем, что их модели описываются в среде MATLAB собственным языком программирования высокого уровня, ориентированным на математические вычисления, что снимает рамки возможностей графического интерфейса, по сравнению с выше рассмотренными программными средствами.

Все вышеперечисленные программные продукты, реализующие методы прогнозирования, как на базе теории нечетких множеств, так и использующие регрессионный анализ и нейронные сети, имеют один основной недостаток – достаточно сложный для понимания графический интерфейс. Это обусловлено стремительным наращиванием функциональности программных продуктов их разработчиками от версии к версии без пересмотра графического интерфейса. В подтверждение этому служат многочисленные семинары и тренинги, ини-

циируемые разработчиками некоторых из вышеперечисленных программных средств для обучения своих потенциальных пользователей.

Среди рассмотренных программных средств наиболее универсальным и функциональным является система MATLAB.

4. ИЗЛОЖЕНИЕ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОНТЕЙНЕРОПОТОКА ИО

Предлагается методика прогноза контейнеропотока интермодального оператора (ИО) на базе теории нечетких множеств, которая состоит из следующих основных этапов:

Анализ ретроспективных данных и выделение термов (например: объем перевозок «малый», «средний», «большой») и их границ.

Формирование нечеткой базы знаний Мамдани (составление нечетких правил, основываясь на данных о совершенных перевозках контейнеров интермодальным оператором).

Формирование модели нечеткого логического вывода на базе сформированных правил (определение типа и параметров функций принадлежности для каждого термина, определение метода дефазификации).

Настройка модели нечеткого логического вывода при помощи метода наименьших квадратов.

Рассмотрим каждый из вышеперечисленных этапов подробнее.

4.1. Анализ ретроспективных данных и выделение термов

Для иллюстрации методики будут использованы данные о перевозках контейнеров в TEU-эквиваленте, совершенных одним из транспортно-экспедиторских предприятий Украины. Динамика перевозок за 2002 – 2007 гг. представлена на рис. 2.

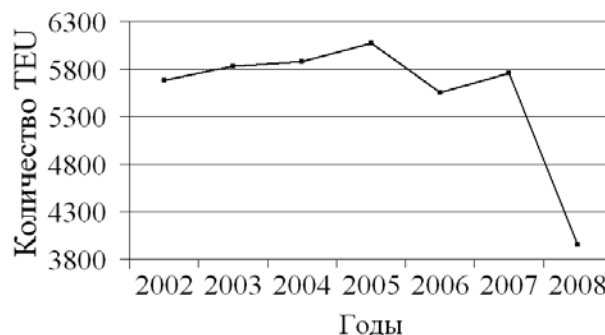


Рис. 2. Количество перевезенных контейнеров интермодальным оператором в TEU-эквиваленте по годам

Для контейнерных перевозок, как было отмечено ранее, свойственна сезонность. Это проиллюстрировано на рис. 3, где на графике изображена динамика изменения контейнеропотока ИО по кварталам за 2002-2007 гг. и первый квартал 2008 г.

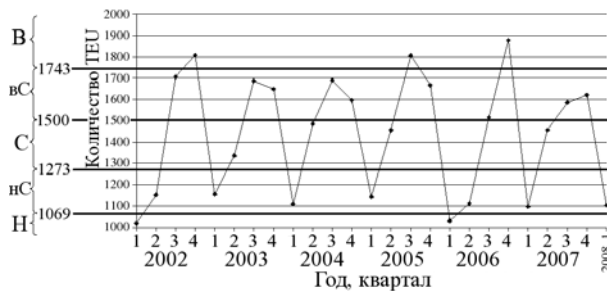


Рис. 3. Количество перевезенных контейнеров интермодальным оператором в TEU-эквиваленте по кварталам

Проанализировав ретроспективные данные, для лингвистической переменной «уровень перевозок контейнеров» можно выделить 5 термов: «низкий» (Н), «ниже среднего» (нС), «средний» (С), «выше среднего» (вС), «высокий» (В). Границы этих термов отображены на рис. 3. Термы должны задаваться экспертом таким образом, чтобы количество сформированных нечетких правил было минимально и, в то же время, максимально полно описывало изменение уровней динамического ряда.

4.2. Формирование нечеткой базы знаний Мамдани

При поквартальном прогнозировании контейнеропотока использованы 4 лингвистические переменные на входе и 4 переменные на выходе системы нечеткого логического вывода. Перечислим эти переменные. Переменные на входе:

- x_1 — уровень перевозок контейнеров ИО в 1-м квартале текущего года;
- x_2 — уровень перевозок контейнеров ИО во 2-м квартале текущего года;
- x_3 — уровень перевозок контейнеров ИО в 3-м квартале текущего года;
- x_4 — уровень перевозок контейнеров ИО в 4-м квартале текущего года.

Переменные на выходе:

- y_2 — уровень перевозок контейнеров ИО во 2-м квартале текущего года;
- y_3 — уровень перевозок контейнеров ИО в 3-м квартале текущего года;
- y_4 — уровень перевозок контейнеров ИО в 4-м квартале текущего года;

y_1 — уровень перевозок контейнеров ИО в 1-м квартале следующего года.

Сформулируем правила на естественном языке.

ЕСЛИ x_1 = «низкий» И x_2 = «ниже среднего», ТО y_4 = «высокий».

ЕСЛИ x_1 = «ниже среднего» И x_2 = «средний», ТО y_4 = «выше среднего».

ЕСЛИ x_1 = «низкий», ТО y_2 = «ниже среднего».

ЕСЛИ x_1 = «ниже среднего», ТО y_2 = «средний».

ЕСЛИ x_2 = «ниже среднего» И x_4 = «высокий», ТО y_3 = «средний».

ЕСЛИ x_2 = «средний» И x_4 = «выше среднего», ТО y_3 = «выше среднего».

ЕСЛИ x_2 = «средний» И x_4 = «выше среднего», ТО y_3 = «высокий».

ЕСЛИ x_3 = «выше среднего», ТО y_1 = «ниже среднего».

ЕСЛИ x_3 = «высокий», ТО y_1 = «низкий».

Подобный принцип формирования правил нечеткой базы знаний описан в главе 8.3 книги [1].

4.3. Формирование модели нечеткого логического вывода

4.3.1. Определение типа функции принадлежности

Существует несколько типов функций принадлежности, которые получили широкое применение [2, с. 15-19; 12, с. 20]: треугольная, трапециевидная, гауссова, квазиколоколообразная, сигмоидная и синглтонная. Треугольная и трапециевидная функции просты в использовании и доступны для понимания, но они не имеют простых производных, вследствие чего их настройка возможна только с использованием генетических алгоритмов. Такие функции принадлежности, как гауссова, квазиколоколообразная и сигмоидная имеют простую производную, и их настройка может производиться с использованием точных методов оптимизации, в частности градиентных методов. Синглтонная функция принадлежности используется для синглтонной модели нечеткого логического вывода и неприменима в рассматриваемой модели Мамдани. Так, для обеспечения возможности использования в расчетах точных методов нелинейного программирования (вместо генетических алгоритмов) используется гауссова функция принадлежности. Она имеет следующий вид:

$$\mu(u) = e^{-\frac{(u-b)^2}{2c^2}},$$

где u – элемент нечеткого множества;
 b – координата максимума функции;
 c – коэффициент концентрации функции.

4.3.2. Определение параметров функций принадлежности для каждого терма

Определение параметров функций принадлежности для каждого терма задается таким образом, чтобы абсциссы точек пересечения функций принадлежности каждого из термов были равны границам между ними, заданными на этапе анализа ретроспективных данных. На рис. 4 показано окончание редактирования функций принадлежности в системе MATLAB (подпрограмма Fuzzy Logic Toolbox). Как видно из рисунка, абсциссы точек пересечений функций принадлежности соответствуют ранее заданным границам термов; редактируемая функция принадлежности терма «ниже среднего» имеет параметры $b = 1127$ и $c = 116$. Полученные таким образом параметры функций принадлежности всех термов сведены в табл. 1.

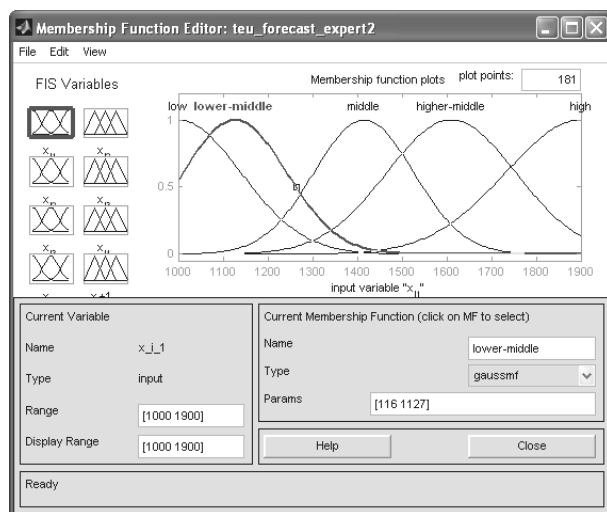


Рис. 4. Изображение функций принадлежности термов в окне MATLAB, а также параметров b и c для терма «ниже среднего»

4.3.3. Выбор метода дефазификации

В настоящих расчетах использовался наиболее популярный из используемых методов – метод центра тяжести (Centre of Gravity – COG [15, с. 111]), который выражается формулой:

$$COG = \frac{\sum_{i=1}^k u_i \mu_A(u_i)}{\sum_{i=1}^k \mu_A(u_i)}$$

для нечеткого множества

$$\tilde{A} = (\mu_A(u_1)/u_1, \dots, \mu_A(u_k)/u_k).$$

Таблица 1

Параметры функций принадлежности каждого из термов

Название терма	Параметры функции принадлежности	
	b	c
Низкий	1000	140
Ниже среднего	1127	116
Средний	1415	112
Выше среднего	1610	144,6
Высокий	1900	169

4.4. Настройка модели нечеткого логического вывода

Потребность в настройке модели нечеткого логического вывода обуславливается низкой степенью вероятности того, что лицо, определяющее термы, их границы и функции принадлежности для них, сделает это настолько точно, что сформированная им нечеткая модель будет максимально полно описывать закономерности рассматриваемой системы. В подтверждение этому рассмотрим прогноз, выполненный на базе сформированной ранее нечеткой модели. Результаты прогноза представлены в графическом виде на рис. 5.



Рис. 5. Прогноз контейнеропотока на 1 год вперед при использовании модели нечеткого логического вывода до ее настройки

Для настройки модели нечеткого логического вывода Мамдани в [12, с. 53-58, с. 239-244] С. Д. Штовба предлагает использовать нижеизложенный метод. Формулируется задача нелинейного программирования, в которой целевая

функция (Root Mean Square Error – *RMSE*) в общем случае имеет следующий вид:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{r=1, M} (y_r - F(P, W, X_r))^2} \rightarrow \min ,$$

где M – количество уровней динамического ряда, относящихся к обучающей выборке;

y_r – значение прогнозируемого показателя на r -том уровне ряда;

X_r – вектор входных переменных для прогнозирования значения показателя на r -том уровне ряда;

P – вектор параметров функций принадлежности термов входных и выходных переменных;

W – вектор весовых коэффициентов правил базы знаний;

$F(P, W, X_r)$ – результат вывода по нечеткой базе знаний Мамдани с параметрами (P, W) при значении входов X_r .

Фактически, целевая функция реализует метод наименьших квадратов. Структурными ограничениями данной математической модели являются следующие:

- ограничения на вектор P , обеспечивающие соответствие нечетких множеств своим термам;

- координаты вектора W должны находиться в диапазоне $[0, 1]$.

После настройки рассматриваемой системы нечеткого логического вывода с помощью подпрограммы Optimization Toolbox системы MATLAB значение оценки *RMSE* уменьшилось с 82,9826 до 30,8864 (по сравнению с ненастроенной системой). Результаты прогноза представлены на рис. 6, а измененные параметры функций принадлежности сведены в табл. 2.

5. ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Как видно из прогноза, объемы освоенного интермодальным оператором контейнеропотока продолжали бы расти со свойственными им сезонными колебаниями, если бы не кризисные явления, данные о которых не получили своего отражения в анализируемом динамическом ряду. Данная методика предполагает, что прогноз выполняется на микроэкономическом уровне интермодального оператора. Кризисные явления должны прогнозироваться отдельно, а результаты такого прогноза должны переноситься на результаты прогноза, выполненного по

предложенной методике. Прогнозирование кризисных явлений в мировой экономике является отдельной задачей, и дальнейшие исследования в этом направлении будут востребованы не только в решении задач, описанных в данной статье.



Рис. 6. Прогноз контейнеропотока на 2 года вперед при использовании настроенной модели нечеткого логического вывода

Таблица 2

Параметры настроенных функций принадлежности каждого из термов

Название термина	Параметры функции принадлежности	
	b	c
Низкий	935,0782	60,2321
Ниже среднего	1119,3052	60,0000
Средний	1432,6950	115,1655
Выше среднего	1560,6198	126,6369
Высокий	1983,3384	93,3588

Для более точного прогноза возможен перебор различных типов функций принадлежности и методов дефаззификации. В результате этого перебора может быть отобрана такая модель, для которой после ее настройки значение показателя *RMSE* будет минимальным.

В дальнейшем возможна разработка методики прогнозирования освоенного контейнеропотока ИО с использованием нейро-нечетких сетей.

Дальнейшие исследования могут быть проведены в направлении выработки методики прогнозирования, объединяющей несколько прогнозов, выполненных с использованием разных математических методов и моделей, в один.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прогнозирование и планирование экономики [Текст] : учеб. пособие / В. И. Борисевич и др.;

- под общ. ред. В. И. Борисевича, Г. А. Кандауровой. – Мн.: Интерпрессервис; Экоперспектива, 2001. – 380 с.
2. Матвійчук, А. В. Аналіз та прогнозування розвитку фінансово-економічних систем із використанням теорії нечіткої логіки [Текст] : монографія / А. В. Матвійчук. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 206 с.
 3. Демидович, Б. П. Основы вычислительной математики [Текст] / Б. П. Демидович, И. А. Марон. – 3-е изд. – М.: Наука, 1966. – 664 с.
 4. Статистика [Текст] : учеб. пособие / Е. И. Теслюк и др. – 2-е изд. – Мн.: Ураджай, 2000. – 360 с.
 5. Вучков, И. Прикладной линейный регрессионный анализ [Текст] / И. Вучков, Л. Бояджиева, Е. Солаков [пер. с болг. Ю. П. Адлера]. – М.: Финансы и статистика, 1987. – 239 с.
 6. Бокс, Дж. Анализ временных рядов, прогноз и управление [Текст] / Дж. Бокс, Г. Дженкинс. – М.: Мир, 1974. – Т. 1. – 406 с.
 7. Кремер, Н. Ш. Эконометрика [Текст] : учеб. для вузов / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко; под ред. проф. Н. Ш. Кремера. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 311 с.
 8. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс [Текст] / С. Хайкин. – 2-е изд. [пер. с англ.] – М.: Изд. дом «Вильямс», 2006. – 1104 с.
 9. Минский, М. Перцептроны [Текст] / М. Минский, С. Пейперт [пер. с англ. Г. Л. Гимельфарба, В. М. Шарыпанова / под ред. В. А. Ковалевского]. – М.: Мир, 1971. – 261 с.
 10. Уоссермен, Ф. Нейрокомпьютерная техника: Теория и практика [Текст] / Ф. Уоссермен [пер. с англ. Ю. А. Зуева, В. А. Точенова]. – М.: Мир, 1992. – 240 с.
 11. Леоненков, А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH [Текст] / А. В. Леоненков. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.
 12. Штовба, С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB [Текст] / С. Д. Штовба. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.
 13. Ротштейн, А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети [Текст] / А. П. Ротштейн. – Винница: УНИВЕРСУМ-Вінниця, 1999. – 320 с.
 14. Деревянко, П. М. Модели и методы принятия стратегических решений по распределению реальных инвестиций предприятия с применением теории нечетких множеств [Текст] : дисс. ... канд. экон. наук. – СПб., 2006. – 224 с.
 15. Negnevitsky, M. Artificial intelligence: a guide to intelligent systems [Текст] / Michael Negnevitsky. – Harlow: Pearson Education Ltd., 2005. – 415 p.

Поступила в редколлегию 04.06.2009.
Принята к печати 10.06.2009.

М. М. МОРОЗ, В. В. ДРАГОБЕЦЬКИЙ, А. Г. МАРКЕВИЧ (Кременчуцький державний політехнічний університет ім. Михайла Остроградського)

ЗАГАЛЬНІ ПІДХОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЛИСТОВИХ ЗАГОТОВОК

Розглянуто технологічний процес розрізання листового металу як множину технологічних процесів, розподілену на підмножини. Запропоновано класифікацію технологічних процесів заготівельного виробництва та критерій оптимальності з метою пошуку оптимального технологічного процесу виробництва листових заготовок.

Рассмотрено технологический процесс разрезания листового металла как множество технологических процессов разбитых на подмножества. Предложено классификацию технологических процессов заготовочного производства и критерий оптимальности с целью поиска оптимального технологического процесса производства листовых заготовок.

The technological process of cutting the sheet metal as a set of technological processes divided on subsets is considered. The classification of technological processes of preparation production and the criterion of optimality with the search purpose of optimum technological process of producing the sheet bars are offered.

На підприємствах промисловості відсоток виробництва листового матеріалу є достатньо високим. Одна з основних операцій виготовлення листових заготовок – це вирізування. Тому розкрій металу на заготовки важливий з точки зору економії матеріальних і трудових ресурсів.

У промисловості використовуються методи термічного та механічного розрізання. Різноманітність цих методів при подібних технологічних можливостях великою мірою ускладнює вибір найбільш раціонального і оптимального технологічного процесу. Початково для вибору оптимальної технології розрізання та оптимальних меж її використання треба розробити класифікатор розкрою листових матеріалів. Використовуємо підхід до класифікування, наведений у примірнику [1]. Нехай технологічний процес зображується функцією Y . Розіб'ємо множину технологічних процесів Y на три підмножини: заготівельно-обробляючі – Y_1 , монтажно-складальні – Y_2 , випробувально-регулюючі – Y_3 .

Кожна з цих множин складається з дрібніших. Наприклад, заготівельно-обробляючі – це формоутворення – Y_{11} , додання фізико-механічних властивостей Y_{12} , різання – Y_{13} . Технологічні процеси різання можна відобразити як: електрофізичні Y_{131} , електрохімічні Y_{132} , механічні Y_{133} , комбіновані.

У свою чергу, електрофізичні (ЕФ): електроерозійний Y_{1311} , плазмовий Y_{1312} , електронно-променевий Y_{1313} , лазерний Y_{1314} , ультразвуковий Y_{1315} . Ці методи використовують енергію

електромагнітного поля, яка перетворюється у зоні обробки у теплову, плавлення і випаровування.

Комбіновані методи з'єднують електрофізикохімічні: абразивно-електрохімічні Y_{1341} , ультразвуковий-електрохімічний Y_{1342} , плазмово-механічний Y_{1343} , алмазно-ерозійний Y_{1344} .

Механічні методи: чистове вирізування Y_{1321} , відрізування гумою та поліуретаном Y_{1322} , поелементне штампування Y_{1323} , комплексне штампування Y_{1324} та ін.

Матеріал, що оброблюється, характеризуємо дискретною функцією M_i ($i = 1, 2, 3, \dots$): M_1 – достатньо-пластичні матеріали ($\delta \geq 2,0 \dots 3 \%$, HRC 35...38, $\sigma_b \leq 1000 \text{ Н/мм}^2$); M_2 – малопластичні матеріали ($\delta \leq 1 \dots 2 \%$), а також волокнисті (шкіра, фетр тощо), M_3 – матеріали особливо високої твердості (HRC > 40); M_4 – матеріали, для обробки яких потрібні спеціальні термічні режими.

Конструктивні параметри деталі класифікуємо відповідно до класифікатора ЄСКД, який включає повний перелік деталей не тіла обертання; площинні; зігнутих з листа; штаби та стрічки тощо.

Форми та розміри лімітуючих елементів плоских листових деталей характеризуємо функціями з метою: кутовий виступ або западина без закруглення – α ; кутовий виступ або западина з закругленням – R ; виступ або западини з паралельними сторонами; перемичка – a , в отворі; для круглих отворів – d , для некруглих отворів e, d, c (де d – діаметр отвору; розмір контуру L, B (де L – розмір, що оформлюється,

B – довжина, якою формується цей розмір). Взаєморозташування отворів та контуру Δl – відстань між центрами отворів або від краю деталі до центру отвору Δl ; допуски на розмір контуру – Δ , погрішності форми профілів після роздільних операцій β ; ширини різку – γ ; чистоти поверхні; t – товщина заготовки.

Технологічний процес отримання конкретної листової деталі запишеться наступним чином: $Y_{131-4,1-5}, M_i, 74XXXX, \alpha, R, a, b, l, d, c, L, B, \Delta l, \Delta, \beta, \gamma, t, R_z$.

Використання цієї методики будування класификатора дає можливість також відшукати оптимальний технологічний процес при наданих початкових та крайових умовах. Перш за все, для кожного конкретного підприємства треба виявити типи деталей та орієнтовані методи їх виготовлення. Після цього переходимо до аналізу конструктивних характеристик деталей, що відноситься до даного способу обробки. Необхідно виявити конструктивні елементи деталей, утруднені або зовсім нездійснювані вибраними способами та засобами розрізання. Це значною мірою звужить пошук оптимальних меж використання різноманітних способів розрізання.

Математизуємо процес пошуку оптимальних меж використання устаткування для термічного або механічного розрізання.

Припустимо, що кожній ознаці класификатора ми записуємо безперервну функцію, яка відображає особливості технологічного процесу. Зробивши вибір такої функції, створюємо функціонал

$$T(Y, M, \alpha, R, \dots). \quad (1)$$

Вважаємо, що ознак класифікації – n . При неможливості завдання якоїсь функції у вигляді неперервної, можливо розглядати не n -мірну множину технологічних процесів, $(n-1)$ -мірну множину для кожного дискретного значення даної функції:

$$T(M, \alpha, K, \dots) \quad \text{при } X = X_1;$$

$$T(Y, \alpha, K, \dots) \quad \text{при } X = X_2 \text{ і т.д.}$$

При більш простому варіанті відшукування функціональне значення кожної функції задається на дискретній множині. Причому чисельні значення задаються таким чином, щоб урахувати ступінь оптимальності за даним значенням функції. Дискретна множина значень параметрів процесу поділяється на групи, кожна з яких характеризується сукупністю числових

коефіцієнтів p_i^j , які ураховують параметри процесу. Параметрами можуть бути: оброблюваність матеріалів, шорсткість, точність, середня питома продуктивність, середня питома витрата енергії тощо. При цьому виконується умова

$$\sum_{i=1}^n p_i^j = 1.$$

Можна стверджувати, що процес T_i буде оптимальним за n параметрами, якщо множення усіх коефіцієнтів для нього буде мінімальним. Попередній пошук оптимального технологічного процесу включає наступні етапи:

1. Вибір на множині технологічних процесів конкретно заданого.
2. Виявлення основних параметрів деталей, що впливають на технологічний процес.
3. Вибір критеріїв оптимальності технологічного процесу.
4. Установлення взаємного зв'язку між критеріями оптимальності та основними параметрами деталі.
5. Пошук екстремуму за сутністю критеріїв.
6. Виявлення оптимального технологічного процесу конкретної деталі.

На першому етапі для заданої деталі або класу деталей проводимо вибір зіставлених варіантів технологічного процесу розрізання. Основними характеристиками технологічного процесу будуть такі:

1. Товщина деталі. Цей параметр великою мірою характеризує прийнятний спосіб вирізування. Наприклад, газолазерне вирізування припустимо використовувати для тонколистових металевих і неметалевих матеріалів товщиною до 4 мм.

2. Максимально припустима ширина різку. Від неї залежить якість різку, економічність використання матеріалів, продуктивність процесу, припустимість використання вирізаних заготовок для виготовлення зварних конструкцій.

3. Габарити деталі (ширина, довжина або діаметр тощо). Ці параметри визначають вибір устаткування, обладнання та оснащення, засобів автоматизації, необхідність технологічного розчленовування тощо.

4. Матеріали деталі. Параметр суттєво впливає на вибір методу вирізування та режими технологічного процесу.

5. Якість поверхні різку. Цей параметр, як і попередній, впливає на вибір методу та режими технологічного процесу. Також це відноситься до точності, яку забезпечує процес вирізання.

Обмежимося цими характеристиками деталі або заготовки.

Критерії оптимальності технологічного процесу можуть бути різноманітними. Загальноприйнятим є економічний критерій (якщо є вільність вибору та схеми технологічного процесу).

Приймаємо за критерій оптимальності коефіцієнт технологічності P_i , враховуючий складність та собівартість виготовлення деталі.

Перш за все, здійснюється етап вибору множини технологічних процесів, гарантуючих отримання конкретної деталі. Якщо ми обмежимося тривимірним простором з координатними t, M_i, LxB , то для конкретної плоскої деталі відповідає точка A^0 з координатами t_A^0, M_{iA}^0, LxB_A^0 . Точці A^0 у координатній сітці $t - M_i - LxB$ відповідають технологічні процеси виготовлення конкретної деталі. Фіксуємо геометрію деталі та її матеріал, визначаємо крайові точки поверхні $t_{\max}, t_{\min}, M_i, (LxB)_{\max}, (LxB)_{\min}$.

Якщо характеристики деталі укладаються усередині областей, що обмежують можливість виготовлення такого класу деталей, то їх виробництво прийнятими способами можливо здійснити. Якщо характеристики деталі не укладаються усередині області, необхідно поширювати область, зсувати межі додатковими заходами. Для цього можна використовувати, наприклад, термічну обробку, застосування комбінованих методів вирізування та пробивання або нагрівання листового металу перед роздільними операціями.

Підібраний критерій технологічності P , функціонально залежний від основних параметрів, вибирається від залежності цього критерію P^I від середньої продуктивності; P^{II} – від середніх затрат енергії; P^{III} – шорсткості та точності; P^{IV} – товщини заготовки; P^V – типу устаткування, що використовується; P^{VI} – коефіцієнту оброблюваності матеріалу. Такі залежності наведені у примірниках [1 – 4]. Таким чином, для характеристик конкретної деталі обчислюємо параметри технологічного процесу. Порівняльний аналіз отриманих величин дає можливість вибрати метод вирізування і розрахувати коефіцієнти P_i , оптимальним технологічним про-

цесом буде такий, у якого критерій технологічності

$$P = P_i \cdot P^I \cdot P^{II} \cdot P^{III} \cdot P^{IV} \cdot P^V \cdot P^{VI}.$$

Пошук екстремуму виконується послідовним наближенням, кожний наступний критерій технологічності P порівнюється зі значенням критерію на попередньому кроці наближенням, якщо $P_{i+1} < P_i$, виконуємо коректування параметрів технологічного процесу. Якщо $P_{i+1} < P_i$, то P_i відповідає шуканому технологічному процесу. Це дає змогу знайти не тільки оптимальний технологічний процес виготовлення конкретної деталі або класу деталей та скоректувати конструкцію деталі у випадку неможливості та недоцільності її виготовлення діючими методами. При цьому можливо зафіксувати ряд найбільш важливих параметрів, наприклад, товщина, матеріал та габарити заготовки.

Такий підхід до класифікації технологічних процесів заготівельного виробництва дає можливість вирішити задачу вибору оптимального процесу вирізування. Для визначення оптимальних меж використання термічних методів вирізування серед порівняних оптимальних технологічних процесів застосовуємо методи лінійного програмування.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Рыжов, Э. В. Оптимизация технологических процессов механической обработки [Текст] / Э. В. Рыжов, В. И. Аверченко; отв. ред. А. П. Гавриш; А.Н. УССР. Ин-т сверхтвердых материалов. – К.: Наук. думка, 1989. – 192 с.
2. Горбунов, М. Н. Технология заготовительного производства [Текст] / М. Н. Горбунов. – М.: Машиностроение, 1978. – 462 с.
3. Исаченков, Е. И. Штамповка резиной и жидкостью [Текст] / Е. И. Исаченков. – М.: Машиностроение, 1967. – 367 с.
4. Технология самолетостроения [Текст] / А. Л. Абилов и др. – М.: Машиностроение, 1970. – 499 с.

Надійшла до редколегії 17.06.2009.

Прийнята до друку 26.06.2009.

О. М. ШАПОВАЛОВА, А. В. ДЕЙНЕГА (Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара)

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ СЛИТКА И ВАКУУМИРОВАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ СЕРЫ В КОЛЕСНОЙ СТАЛИ МАРКИ КП-2

З позиції термодинаміки описано умови утворення сульфідів у сталях. Вперше виявлено закономірність розподілу сірки у промислових вакуумованих злитках сталі КП-2. Визначено хімічний склад неметалевих включень в колісній сталі, виробленій за різними технологіями.

С позиции термодинамики описаны условия образования сульфидов в сталях. Впервые выявлена закономерность распределения серы в промышленных вакуумированных слитках колесной стали марки КП 2. Установлен химический состав неметаллических включений в колесной стали, произведенной по различным технологиям.

From positions of thermodynamics the conditions of formation of sulfides in the steels are described. The regularity of sulfur distribution of in the industrial vacuumized bars from the wheel steel of mark КП-2 is first elucidated. The chemical composition of non-metal inclusions in the wheel steel produced according to different technologies is determined.

Сера, являясь вредной и трудноудаляемой примесью колесных сталей, резко снижает их ударную вязкость и трещиностойкость из-за образования простых и сложных сульфидов с Fe, Mn, Ca, Ti, которые действуют как концентраторы напряжений в металле. Соединения серы в сталях классифицируются по [1 – 5]:

- химическому составу (FeS, MnS, CaS, TiS, CeS, Al_2S_3);
- структуре: однофазные (FeS, MnS, CaS), многофазные (FeS – (Fe MnS), FeO – (Fe MnS)) и др;
- форме: глобулярные (I тип), эвтектические (II тип), остроугольные или ограниченные (III тип);
- условиями образования (в жидкой стали выше температуры ликвидус; в интервале температур ликвидус-солидус; ниже линии ликвидус).

В табл. 1 представлены термодинамические данные и характеристики кристаллической решетки сульфидов.

Исходя из значений энтальпии, свободной энергии и температуры плавления, наиболее прочными с позиции межатомной связи являются сульфиды в ряду убывания: $CeS \rightarrow CaS \rightarrow TiS \rightarrow MnS$ (рис. 1).

Учитывая температуру плавления колесной стали КП-2, все перечисленные сульфиды являются тугоплавкими соединениями, а относительно низкие значения энтропии свидетельствуют об устойчивости рассматриваемых сульфидов.

С железом сера образует несколько сульфидов – FeS, Fe_2S_3 , Fe_3S_4 , FeS_2 . В сталях формируется моносulfид железа FeS. Максимальные растворимости серы в δ -Fe – 0,018 %/масс и в γ -Fe – 0,05 %/масс установлены при температуре перитектического превращения (1365 °C по диаграмме состояния Fe-S). С понижением температуры растворимость серы в аустените снижается, и при эвтектической температуре 988 °C она равна 0,013 % S. При 700 °C растворимость серы в α -Fe составляет 0,005 %. Однако, в крупных слитках колесной стали вследствие высокой склонности серы к зональной и дендритной ликвации даже при низких содержаниях в стали сера находится не в твердых растворах, а в виде сульфидов. В промышленных сталях они составляют ~ 60 % от общей массы неметаллических включений [6, 7].

При соотношении в стали $Mn:S \leq 30$ формируются, в основном, сульфиды FeS, при $Mn:S \leq 40$ образуются комплексные сульфиды (Mn, Fe)S; при $Mn:S \leq 70 \dots 100$ основное количество серы связано в сульфиды Mn в виде MnS.

В настоящей работе исследованы промышленные слитки волнистого и круглого поперечного сечения, отлитые из невакуумированной и вакуумированной стали марки КП-2. В них соотношение концентрации марганца к содержанию серы составляло:

- волнистый слиток невакуумированной стали марки КП-2 – $Mn:S \sim 18$,
- круглый слиток вакуумированной стали марки КП-2 – $Mn:S \sim 77$.

Таблица 1

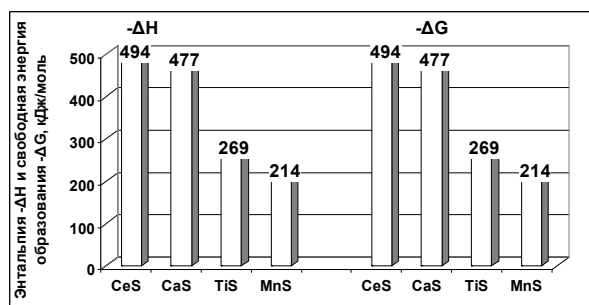
Характеристики термодинамических свойств и кристаллических решеток сульфидов

Сульфид	Энтальпия $-\Delta H^0$, кДж/моль	Энтропия $-\Delta S^0$, Дж/моль $\times K^{-1}$	Свободная энергия образования $-\Delta G^0$, кДж/град $\times$ моль	Температура плавления, $^{\circ}C$	Кристаллическая решетка
FeS	100,4	60,3	68,0	1190	гексагональная
MnS	214,3	81,3	145,5	1630	гцк
TiS	269,0	56,0	189,0	2100	гексагональная
NiS	79,0	53,0	-	808	гексагональная
CaS	477,0	57,0	360,0	2400	гцк
CeS	494,0	-	412,0	2400	гцк
Al ₂ O ₃	724	96,3	58,0	1100	гексагональная
CrS	176	65,0	-	1565	гексагональная

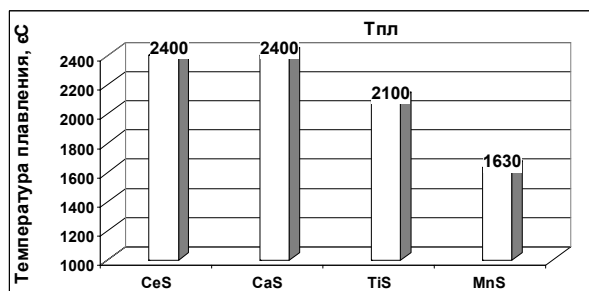
Следовательно, в вакуумированной колесной стали имеется тенденция к образованию в основном сульфидов марганца с комплексными сульфидами (Mn, Fe)S.

Исследованием химического состава неметаллических включений на растровом электронном микроскопе JEOL ISN-636OLA с японской приставкой установлено:

- В волнистом слитке невакуумированной стали марки КП-2 состав сульфидов глобулярной формы был разнообразным и включал серу (31...24 %) от общего содержания всех элементов, марганец (42,38...52,28 %), железо (16,8...27,9 %), кремний (0,29...0,52 %); металлографическим методом подтверждено присутствие глобулярных сульфидов (Mn, Fe)S, MnS; удлиненных окисульфидов. Они содержали 4,9 % кислорода, 0,52 % кремния, 24,3 % серы, 42,38 % марганца, 27,9 % железа. Обнаружены мелкие сульфиды Fe и Mn с добавками V и Cr (8 и 1,27 %, соответственно) (рис. 2, табл. 2). Этими двумя элементами микролегирована сталь марки КП-2.



а)



б)

Рис. 1. Термодинамические характеристики сульфидов:
а – энтальпия и свободная энергия;
б – температура плавления

- В волнистом слитке (в верхней части) обнаружены пленочные шпинели, окисульфиды, содержащие значительное количество кислорода (17...18 %), серы (1,0...1,3 %), марганца (до 13 %), кремния (~ 1,0 %), железа (67...77 %) и расположенные по бывшим границам зерен аустенита.

- Сульфиды, как правило, размещаются в феррите.

- На отдельных включениях шпинелей, содержащих кроме кислорода, марганец, алюминий, железо и кремний, выявлены начальные стадии коррозионного разрушения.

Таблица 2

Химический состав неметаллических включений

№ точки	S	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Всего, %
020	34,16	0	1,80	2,51	43,2	18,32	100
021	38,04	1,24	11,83	13,38	0	35,5	100

В образцах из круглого вакуумированного слитка обнаружены:

- сульфиды типа MnS и (Mn, Fe)S, содержащие Ca;

- шпинели, расположенные на границе феррита и перлита;

- алюмосиликаты в оболочке сульфидов (Fe, Mn)S;

- сложные комплексные соединения, содержащие кальций (25,39 %), алюминий (32,23 %), кремний (2,47 %), железо (22,14 %), магний (0,47 %), кислород (17,3 %);
- пластины Fe_3C .

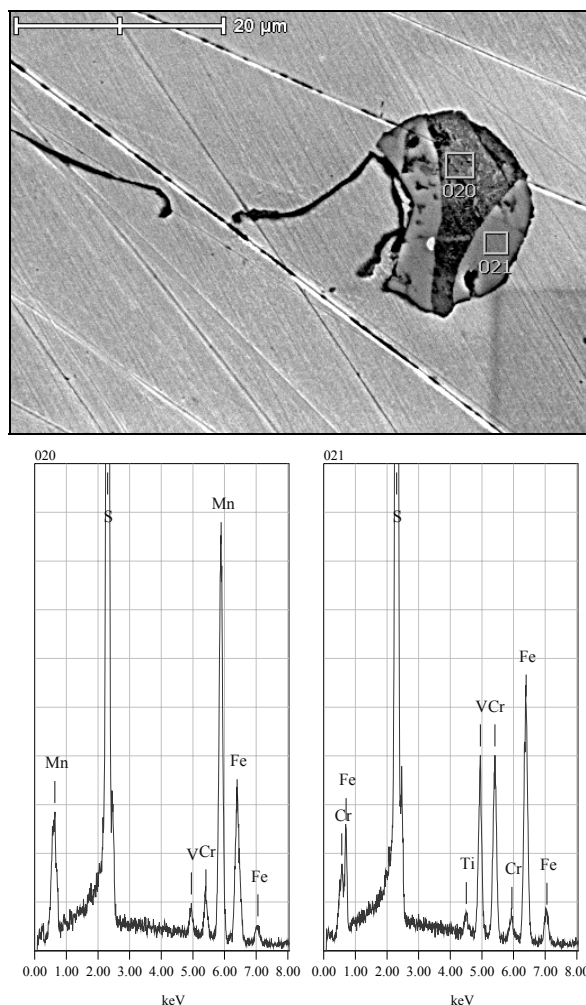


Рис. 2. Общий вид и химический состав неметаллического включения в невакуумированной колесной стали

Составы всех неметаллических включений в вакуумированном металле включали Al, Ca, Si, O в повышенных количествах (рис. 3, табл. 3).

Это связано с тем, что по технологии рас-

плавы стали марки КП-2 подвергают двухстадийному раскислению алюминиевой проволокой с последующим модифицированием порошковой SiCa проволокой. Избыточное количество активного алюминия соединялось с кислородом в оксиды алюминия Al_2O_3 и шпинели, значительная часть которых осталась в металле, не успевая всплывать в шлак. По всей вероятности это происходило после вакуумирования и второй стадии раскисления алюминиевой порошковой проволокой, когда температура металла была значительно ниже (1560°C) по сравнению с первой обработкой Al (1600°C).

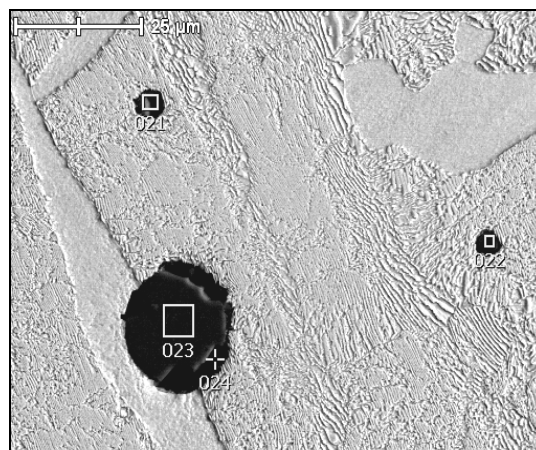


Рис. 3. Общий вид и химический состав неметаллического включения в вакуумированной колесной стали

Общее содержание серы в сульфидах и сложных комплексных неметаллических включениях было, как правило, в несколько раз ниже, чем в невакуумированных плавках стали марки КП-2. Комплексная внепечная обработка позволяет в 2...3 раза снизить содержание серы, что значительно повышает ударную вязкость и трещиностойкость металла после деформации и термической обработки.

Исследовано также распределение серы по сечению темплетов многосегментного и круглого слитков (см. рис. 4) [8].

Таблица 3

Химический состав неметаллических включений

№	O	Mg	Al	Si	S	C	Fe
021	17,75	0	27,76	2,99	0,34	20,1	30,77
022	18,76	1,63	34,29	0,26	0,34	17,74	26,98
023	17,41	2,58	30,86	0,94	0,47	27,44	20,3
024	14,40	0	2,64	26,43	0,99	6,21	48,67

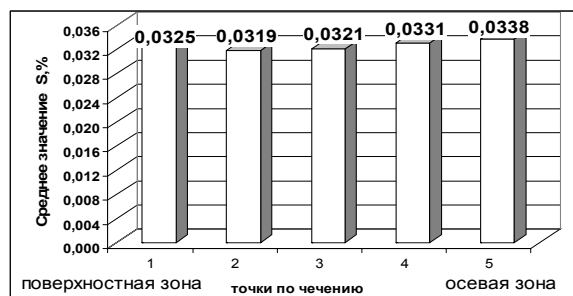
Установлено:

- Характер неравномерного распределения серы в многосегментном и круглом слитках разный.

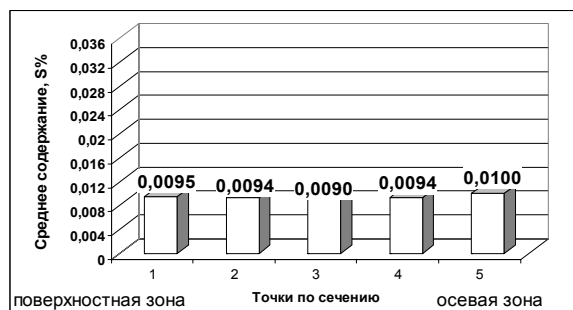
- В многосегментном слитке обнаружено повышенное содержание серы в поверхностной зоне, что обусловлено конструкцией слитка. А именно, чередованием выпуклых его сегментов с впадинами (рис. 5).

При кристаллизации жидкого расплава в объеме выпуклого сегмента дендриты растут в направлении противоположном теплоотводу вплоть до взаимного столкновения.

Междендритные пространства не полностью подпитываются жидким расплавом, т.к. они оказываются замкнутыми от основного объема жидкой фазы. В таких участках располагаются последние порции жидкого расплава, обогащенные серой.



а)



б)

Рис. 4. Распределение серы по сечению слитков стали марки КП-2:

а – невакумированного многосегментного;
б – вакумированного круглого

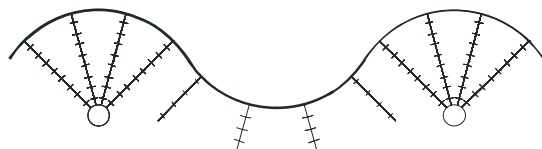


Рис.5. Схема роста дендритов в многосегментном (волнистом) слитке

Поскольку соединения серы с железом (FeS) образуются при температуре более низкой, чем у расплава, атомы серы перемещаются вглубь, обогащая его до концентраций, при которых

возможно формирование сульфидов и шпинелей. На рис. 6 при увеличении $\times 120$ показан участок, в котором сформировалась шпинель на основе Fe, Mn, O, Si совместно с сульфидом.

Проведенными исследованиями распределения серы по высоте многосегментного и круглого слитков установлено (рис. 7.):

- По высоте многосегментного слитка концентрация серы увеличивается от донной части слитка к подприбыльной. Содержание серы в донной части слитка составляет 0,0308%, что на 3,2 % ниже, чем в средней, и на 18,8% ниже, чем в верхней подприбыльной части.

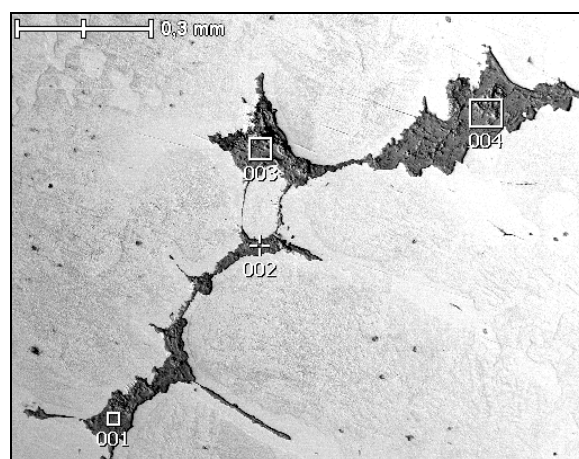


Рис. 6. Общий вид и химический состав неметаллического включения в вакумированной колесной стали

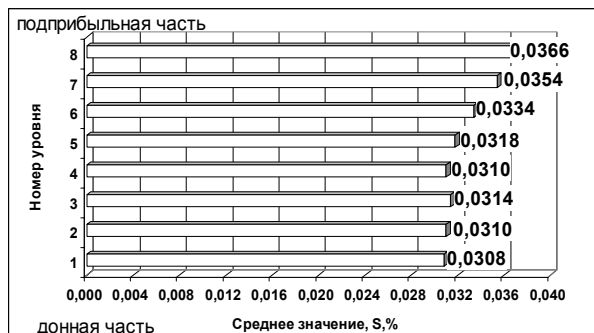
Таблица 4

Химический состав неметаллических включений

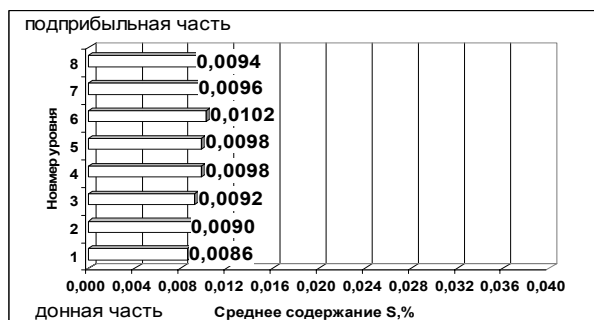
№ точки	O	Si	S	Mn	Fe	Всего, %
001	17,65	0,36	0,97	3,06	77,95	100
002	18,4	0,41	1,02	13,27	66,89	100
003	18,16	0,95	1,00	0,84	79,05	100
004	17,32	0,75	1,29	1,02	79,62	100

- Распределение серы в круглом слитке имеет другой характер (рис. 7,а): максимальная концентрация серы обнаружена в средней части (4, 3, 6 горизонты). В расположении шестого горизонта она на 8,5 % больше, чем в данной части, что связано с условиями охлаждения и конструкцией слитка.

- Обнаружено неравномерное распределение серы вдоль поперечного сечения слитков, как многосегментного, так и круглого. В круглом слитке колебание содержания серы по сечению составляет 11 %, в многосегментном – 6 %.



а)



б)

Рис. 7. Распределение серы по высоте слитков стали марки КП-2:

а — невакуумированного многосегментного;
б — вакуумированного круглого

Выводы

1. Исходя из термодинамических характеристик, установлена последовательность образования сульфидов в колесной стали марки КП-2.

2. Показано по результатам статической обработки массива данных химического состава промышленных сталей марки КП-2, что в круглом слитке вакуумированной стали значительно больше вероятность образования сульфидов марганца с комплексными сульфидами (Fe, Mn)S, чем в многосегментных невакуумированных слитках.

3. Современными высокоточными инструментальными методами впервые доказано, что в многосегментных слитках образуются сложные шпинели и сульфиды, а в круглых слитках — сульфиды MnS, (Fe, Mn)S и шпинели, содержащие Ca, Si и O.

4. Обнаружено меньшее содержание и более равномерное распределение серы по высоте и сечению круглого вакуумированного слитка в сравнении с тем, которое имеет место в многосегментном невакуумированном слитке.

5. Установлено, что общее содержание S в круглых вакуумированных промышленных слитках в 3 и более раз ниже, чем в многосегментных невакуумированных слитках.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Губенко, С. И. Неметаллические включения в стали [Текст] / С. И. Губенко, В. В. Парусов, И. В. Деревянченко. — Д.: Арт-пресс, 2005. — 536 с.
2. Малиночка, Я. Н. Сульфиды в сталях и чугунах [Текст] / Я. Н. Малиночка, Г. З. Ковальчук. — М.: Металлургия, 1988. — 248 с.
3. Явойский, В. И. Неметаллические включения и свойства стали [Текст] / В. И. Явойский, Ю. И. Рубенчик, А. П. Оженко. — М.: Металлургия, 1980. — 176 с.
4. Включения и газы в сталях [Текст] / В. И. Явойский и др. — М.: Металлургия, 1979. — 272 с.
5. Гуляев, А. П. Чистая сталь [Текст] / А. П. Гуляев. — М. Металлургия, 1975. — 184 с.
6. Шаповалова, О. М. Комплексное влияние серы и фосфора на механические свойства Ст07ЮТ [Текст] / О. М. Шаповалова, Т. В. Носова, С. Ю. Васильев // Придніпровський наук. вісник. — Д., 1998. — С. 34-35.
7. Шаповалова, О. М. Комплексное влияние серы с компонентами малоуглеродистых сталей 07ЮТ, 09Г2С на их механические свойства [Текст] / О. М. Шаповалова, Т. В. Носова // Тр. II межд. конф. «Наука и освіта». — Д., 1999. — С. 980-981.
8. Шаповалова, О. М. Влияние технологии производства на распределение серы в слитках колесной стали [Текст] / О. М. Шаповалова, А. В. Дейнега // Металознавство та термічна обробка металів. — т. 3. — Д.: ПДБАтаА, 2008. — С. 34-37.

Поступила в редколлегию 17.06.2009.

Принята к печати 25.06.2009.

В. Д. ШЕЛЯГІН, В. Ю. ХАСКІН, О. Т. НІКУЛІН, А. В. БЕРНАЦЬКИЙ,
О. В. СІОРА (Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України, Київ)

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ЛАЗЕРНОЇ ПОВЕРХНЕВОЇ ОБРОБКИ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ДЕТАЛЕЙ КОЛІСНИХ ПАР ВАГОНІВ

Досліджено можливість застосування процесів лазерної поверхневої обробки для відновлення й збільшення довговічності колісних пар залізничних вагонів. Визначено вплив критичних параметрів процесу на глибину зони лазерного впливу і їхній взаємозв'язок з отриманою структурою й твердістю.

Исследована возможность применения процессов лазерной поверхностной обработки для восстановления и увеличения долговечности колесных пар железнодорожных вагонов. Определено влияние критических параметров процесса на глубину зоны лазерного влияния и их взаимосвязь с полученной структурой и твердостью.

Possibility of application of processes of laser superficial processing for restoration and increase of a resource of operation of shafts and rims of wheels of railway cars is investigated. The influence of critical parameters of process on depth of a zone of laser influence and their interrelation with the structure obtained and hardness is determined.

Протягом останнього часу проблема підвищення довговічності деталей і вузлів залізничного транспорту, які швидко зношуються, вирішувалася шляхом підвищення фізико-механічних властивостей поверхневих шарів за рахунок оптимального вибору матеріалів пар тертя, використання процесів термічної та хіміко-термічної обробок, гальванічних і іонно-плазмових покриттів, зміцнення робочих поверхонь обкаткою, струмами високої частоти тощо. Однак, зміни фізико-механічних властивостей поверхневих шарів матеріалів традиційними методами не завжди забезпечують оптимальне поєднання характеристик міцності, трибології та інших, які істотно збільшують довговічність деталей виробів.

У процесі експлуатації рухомого складу деталі залізничного транспорту змінюються внаслідок зношування або появи різного роду несправностей. У результаті виникає необхідність застосування технологій діагностики й ремонту. Так, наприклад, актуальним є завдання відновлення й ремонту ходової частини залізничних вагонів [1, 2].

Одним з вузлів ходової частини вагона, що працює в найбільш важких умовах, є колісна пара. Її вісь постійно відчуває вплив значних статичних і динамічних навантажень. Крім того, на неї діють додаткові напруги стискання в місцях пресових з'єднань із колесами та удари від рейок за наявності дефектів на поверхні кочення коліс і на стиках. На працездатність осі впливають різні технологічні порушення при її

виготовленні й обробці. Сполучення низки цих факторів сприяє виникненню в осі місцевих напружень, які разом з явищами втоми призводять до утворення тріщин. Глибина дефектного шару на шийках осей становить порядку 0,1...0,3 мм на діаметр.

При відновленні шийок осей їх необхідно попередньо механічно обробити (проточити) у розмір, менший номінального на 0,4...0,5 мм на діаметр, потім наплавити з урахуванням припуску під фінішну механічну обробку й, остаточно, прошліфувати у номінальний розмір. При цьому такі дефекти наплавленого шару, як тріщини, раковини й пори, неприпустимі. Твердість наплавленого шару повинна становити HRC 30...35.

Традиційно деталі вагонів відновлювали дуговими або газополум'яними способами зварювання (ручним дуговим, автоматичним і напів-автоматичним під шаром флюсу й у середовищі захисних газів) й наплавлення (плазмово-дуговим, газовим тощо) [3]. До недоліків цих способів варто віднести великий (понад 1 мм) припуск на чистову механічну обробку й значний розігрів відновлювальної деталі, що може негативно позначитися на її геометрії після остигання. Крім того, матеріал осі колісної пари (Сталь 60) є важкозварним і не рекомендується для дугових способів зварювання й наплавлення [4]. Тому, на наш погляд, доцільно для відновлення шийок осей вагонів застосувати лазерне наплавлення неперервним випромінюван-

ням CO₂-лазеру, що дозволяє усунути зазначені недоліки.

До переваг лазерного наплавлення належать: забезпечення високої металургійної якості наплавленого шару, дрібної дисперсності структури і мінімальної зони термічного впливу (ЗТВ); мінімізація ефекту перерозподілу компонентів з матеріалу основи в наплавлений шар; можливість управління фізичними і геометричними параметрами шару, який наплавають; практична відсутність деформацій і жолоблень деталей після наплавлення тощо.

В промислово розвинених країнах активний розвиток технологій лазерної поверхневої обробки розпочався ще у середині 90-х років й триває до сих пір. В першу чергу, зміни пов'язані з появою лазерного обладнання нового покоління. До нього можна віднести компактні, достатньо потужні CO₂-лазери і технологічні комплекси з комп'ютерним управлінням на їх основі. Окремий інтерес викликають щільні CO₂-лазери, які мають значний потенціал технологічних застосувань завдяки достатньо великій потужності випромінювання, яке вони генерують (до 8 кВт), відсутності прокачного засобу, дуже малим витратам робочих газів (повна заміна робочої суміші – раз на півроку – рік), малим габаритам. Окрім нових моделей CO₂-лазерів з'явилися Nd:YAG-лазери з підвищеним експлуатаційним ресурсом і потужністю, що мають діодну накачку, а також вкрай компактні і достатньо потужні діодні та дискові лазери. Відмітимо також появу принципово нових оптоволоконних лазерів, що дозволяють сполучати високі (до 100 кВт) потужності неперервної генерації випромінювання з особливо тривалим (від 100 тис. до 1 млн мотогодин) ресурсом роботи. Основною рисою лазерів нового покоління є підвищення їх загального ККД. Для CO₂-лазерів він збільшився з 5...10 % до 8...15 %, для Nd:YAG-лазерів – з 1...2 % до 5...8 % і більше, у діодних лазерів він становить до 42...50 %. Підвищення ККД у сполученні зі зниженням собівартості лазерного обладнання, збільшенням його компактності та економічності витрат газів знижують собівартість процесів лазерної обробки, роблять їх більш доступними.

В ІЕЗ ім. Є. О. Патона проводилося відпрацювання технології лазерного наплавлення достатньо широкої номенклатури деталей двигунів та ходової частини залізничного транспорту. В процесі таких досліджень було встановлено, що у зв'язку з особливостями основного металу осей вагонів, у якості присаджувального

матеріалу для лазерного наплавлення шийок рекомендується використовувати порошки сплавів на основі нікелю, що самофлюсуються. Технологія наплавлення таких матеріалів досить докладно описана в [5].

Авторами проводилося відпрацювання технології лазерного наплавлення шийок вагонних осей на зразках-імітаторах, виконаних зі сталі 60, із присадкою порошків ПГ-СР2 і ПГ-12Н-01, що дають твердість порядку HRC 40 [6]. В якості джерела лазерного випромінювання використовували CO₂-лазер ЛТ-104 (довжина хвилі випромінювання $\lambda = 10,6$ мкм). У результаті були обрані наступні параметри режиму: потужність випромінювання 3,2...3,5 кВт; швидкість наплавлення 64...72 м/год; діаметр плями фокусування випромінювання 2,5...3,0 мм; масові витрати порошку для наплавлення 0,2...0,25 г/с. В експериментах застосовували лінзи з монокристалів хлориду калію з фокусною відстанню $F = 300$ мм. Досліди проводилися й з іншими присаджувальними матеріалами (порошки ПГ-10Н-01, ПГ-10Н-04, ПГ-АН6, ПГ-АН9, ПГ-12Н-02, ПГ-Н1 з грануляцією 40...160 мкм).

Для виявлення структур отриманих наплавлених шарів із зразків вирізали темплети розміром 20×20×20 мм, затискали їх в оправки та виготовляли макро- і мікрошліфи. Останні протравлювали електролітичним способом у 20 %-ому водному розчині сірководневого амонію. Мікроструктури досліджували на мікроскопі «Neophot 32», твердість вимірювали на твердомірі m-400 «Лесо» при навантаженнях 50 г та 10 г.

При вивченні поверхні отриманих зразків було встановлено, що в наплавленому шарі утворюються мікротріщини. Їхня кількість, розмір і періодичність повторення залежать від багатьох факторів (наприклад, твердості шару, що наплавається, хімічного складу й грануляції присаджувального порошку, характеру й швидкості відведення тепла). Визначення їхньої кількості, ширини і довжини здійснювалося за допомогою мікроскопа МБС-10. Вдалося установити наступне. Чим вище густина потужності лазерного випромінювання і чим більше прогрів зразка, що наплавають, тим менша кількість мікротріщин спостерігається. При цьому тріщини простягаються у напрямі, поперечному наплавленим валикам, і мають значну довжину (часто проходять через весь наплавлений шар). Із збільшенням погонної енергії відстань між такими поперечними тріщинами зростає (може досягати 5...10 мм і більше). Ширина трі-

щин може коливатися в межах від 10 до 100 мкм. Зі зниженням густини потужності випромінювання, підвищенням швидкості наплавлення, зниженням погонної енергії, зменшенням сумарного теплового внеску в деталь, яку наплавляють, з'являється сітка тріщин з порівняно дрібним кроком (1...5 мм). Ширина тріщин у випадку такої сітки зазвичай коливається в межах 3...40 мкм. У перехідних варіантах можлива сітка тріщин із більш широкими поперечними тріщинами і вузькими повздовжніми.

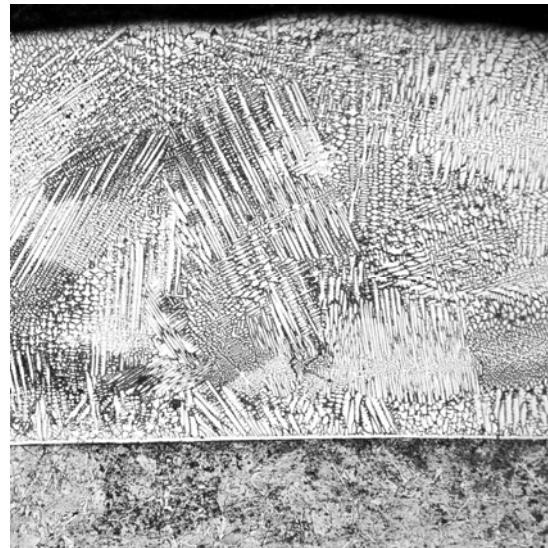
Фрактографічні дослідження поверхонь тріщин на оптичні й растровому електронному мікроскопах дозволили встановити, що поверхня зламу валика аналогічна поверхні руйнування гладкого циліндричного зразка при одноосовому розтягуванні. У поверхні валика є зона зрізу, під нею перебуває радіальна зона, що займає основну частину поверхні тріщини. У радіальній зоні дрібні рубці спрямовані до місця зародження тріщин. Місцями зародження тріщин є рідкі прошарки, застигаючі при більш низькій температурі, ніж основний сплав, а також нерозплавлені пори й частки порошку, яким наплавляли. При великому збільшенні можна розрізнити слабо обкреслені фасетки відколу на місці більше крихкої фази.

Найбільш радикальним і, разом з тим, простим методом усунення тріщиноутворення є попередній підігрів деталі, що наплавляється. Однак, з огляду на більшу масу вагонних осей і порівняно повільне відведення тепла, необхідно сполучення попереднього й супутнього підігріву ділянки деталі, що наплавляється, до температури, що перевищує нижню границю температурного інтервалу крихкості для використуваного присаджувального матеріалу.

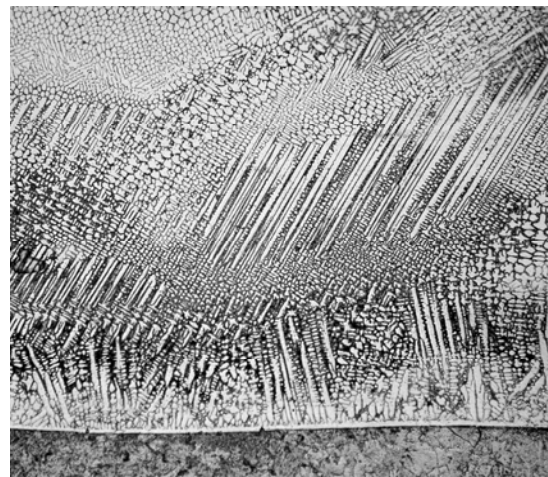
За результатами аналізу мікроструктур наплавлених зразків, вимірів їхньої твердості й мікротвердості, рентгенофазового аналізу можна сказати наступне. При лазерному наплавленні на границі валика з основним металом утворюється тонкий світлий пластичний шар, як видно з рис. 1. Як показують результати рентгеноспектрального аналізу, він являє собою перехідну зону зі структурою неперервного ряду твердих розчинів від залізної до нікелевої основи. Товщина перехідної зони збільшується при зниженні швидкості наплавлення. Під перехідною зоною в основному металі спостерігається зона термічного впливу (ЗТВ).

При лазерному наплавленні сплаву ПГ-12Н-01 за даними рентгенофазового аналізу у наплавлених шарах утворюються дві основні структурні складові: ізолювані коміркові, а

іноді й розгалужені зерна γ -твердого розчину нікелю й евтектика γ -Ni+Ni_n(B,C). Також наплавлений шар має в своєму складі карбід Cr₂₃C₆ з гексагональною ґраткою, борід нікелю Ni₃B з ромбічною ґраткою, борід Ni₄B₃ з орторомбічною ґраткою, евтектику γ -Ni+Ni₅Si₂, утримуючу силіцид Ni₅Si₂ з гексагональною ґраткою. Результати рентгеноструктурного аналізу добре погоджуються з результатами скануючої електронної мікроскопії.



а)



б)

Рис. 1. Фотографії мікроструктур наплавленого лазером шару порошку ПГ-12Н-01 на Сталь 60 при збільшеннях: а)×100; б)×400

Всі структурні складові є дрібнодисперсними. Твердий розчин пересичений легуючими компонентами. Аналіз показує, що процес утворення карбідів і боридів іде через утворення сегрегацій хрому або утворення метастабільних проміжних фаз. Розподіл мілкодисперсних тве-

рдих фаз, що утворилися, є рівномірним. У результаті мікротвердість наплавленого сплаву значно вирівнюється порівняно із традиційними методами наплавлення.

Крім відновлення шийок осей вагонів також актуальним є завдання підвищення експлуатаційного ресурсу поверхонь катання колісних пар, тобто ободів коліс. Однак, такий ефект не повинен супроводжуватися зниженням терміну служби рейок. Наші дослідження показали, що найбільше наближення до необхідного результату дає «острівкове» зміцнення, що створює тверді зносостійкі ділянки металу порівняно м'якій матриці, що демпфірує. Реалізувати таке зміцнення можна лазерною термообробкою (ЛТО) без оплавлення, застосовуваної як фінішна операція.

Ідея запропонованої розробки полягає в застосуванні лазерного випромінювання для створення високошвидкісного термічного циклу локального нагріву-охолодження поверхневих шарів зміцнюваних сталевих виробів із отриманням твердих і зносостійких дрібнокристалічних структур, а також для локального розплавлення цих шарів з метою їхньої модифікації та отримання нових структур із наперед заданими властивостями.

В ІЕЗ ім. Є. О. Патона на зразках-імітаторах була відпрацьована технологія ЛТО сталей без оплавлення. Вона містить у собі: очищення й знежирення зміцнюваної поверхні, нанесення поглинаючого покриття, властиво ЛТО й видалення залишків поглинаючого покриття. Для підвищення ефективності лазерної обробки деталей використовуються різного роду покриття для штучного зниження коефіцієнта відбивання лазерного випромінювання. Як поглинаючі покриття зручніше за все наносити спеціально розроблені водорозчинні полімерні (наприклад, МЦС-510, СГ-504, ФС-1М) [7]. Вони мають високу (порядку 80...90 %) поглинаючу здатність, дешеві, не токсичні, не горять, не виділяють кіптяви при лазерному нагріванні, легко наносяться пневморозпилюванням, фарбуванням пензлем або валиком. У випадку застосування покриття МЦС-510 є прийнятним режим ЛТО з наступними параметрами: потужність випромінювання 3,0...3,2 кВт; ширина доріжки загартування 9 мм; швидкість 60 м/год. Глибина доріжки ЛТО при цьому становила 0,7...0,8 мм, оплавлення на поверхні було відсутнє. Для досягнення ефекту «острівкового» зміцнення на ободі колеса, жолобника й частини реборди варто застосовувати сканування, що надає доріжці зміцнення пилкоподібну форму.

Зміцнені зразки випробовували на зносостійкість методом сухого тертя за схемою «циліндр – штир» на спеціально розробленій машині. Контртіла виготовляли зі Сталі 45 з наступним загартуванням до твердості порядку HRC 55. Питомий тиск установлювали в межах 10...16 МПа, число обертів випробовуваного зразка – у межах 50...1600 хв⁻¹, лінійні швидкості тертя – 1600...54000 м/год. Зношування зразків вимірювали по зміні діаметра мікрометром із ціною розподілу шкали 0,01 мм, а також по зміні маси зважуванням на коромислових вагах МТЗ № 206 з точністю ± 10 мг. Для підвищення точності вимірів збільшували час тертя. Результати випробувань показали, що зміцнені зразки перевищують по зносостійкості зразки, виконані з матеріалу стандартного вагонного колеса, в 2...3 рази.

Висновки

1. Для ведення процесу відновлення шийок вагонних осей можливе використання лазерного наплавлення із застосуванням присаджувальних твердих сплавів на основі нікелю.

2. Експериментально встановлено залежності між технологічними параметрами лазерного випромінювання й розмірами наплавлених шарів. Проведення експериментів на циліндричних зразках показало, що в діапазоні потужності лазерного випромінювання від 1 до 3 кВт оптимальний діаметр плями випромінювання на поверхні, що наплавляють, прямо пропорційний потужності й становить 1 мм на 1 кВт для швидкостей процесу 10...30 мм/с і масових витрат наплавочного порошку 0,1...0,3 г/с. Відповідний діапазон густин потужності випромінювання $W_p = (0,5...5,0) \cdot 10^5$ Вт/см². Час існування ванни розплаву при цьому може варіюватися від 0,03 до 0,3 с.

3. При лазерному наплавленні забезпечується рівномірний розподіл твердих фаз в більш м'якій і пластичній матриці та утворення вузької перехідної зони, яка є визначальною для міцності зчеплення нанесеного шару з основним металом, а також для мінімізації проникнення основного металу у наплавлений та величини ЗТВ у основному металі.

4. Для усунення характерного дефекту лазерного наплавлення – появи мікротріщин, необхідно ведення попереднього й супутнього підігріву ділянки деталі, що наплавляється, до температури, що перевищує нижню границю температурного інтервалу крихкості для використовуваного присаджувального матеріалу.

5. Дослідження показали, що зносостійкість металу, зміцненого лазерним випромінюванням без оплавлення, підвищується щонайменше у 2...3 рази. При цьому для усунення мікротріщин і зниження залишкового напруженого стану зміцнених шарів доцільно перемещати зміцнені ділянки основного металу із необробленими.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Інструкція з формування й змісту колісних пар тягового рухливого состава залізниць колії 1520 мм [Текст] : ЦТ/4351 від 31.12.1985. – М.: Транспорт, 1988. – 87 с.
2. Инструкция по формированию и содержанию колесных пар тягового подвижного состава железных дорог колеи 1520 мм [Текст] : ЦТ/4351 от 31.12.1985. – М.: Транспорт, 1988. – 87 с.
3. Богданов, А. Ф. Эксплуатация и ремонт колесных пар вагонов [Текст] / А. Ф. Богданов, В. Г. Чурсин. – М.: Транспорт, 1985. – 269 с.

4. Марочник сталей и сплавов [Текст] / В. Г. Сорокин и др.; под общ. ред. В. Г. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.
5. Величко, О. А. Лазерное упрочнение и наплавка промышленных изделий [Текст] / О. А. Величко // Новые процессы и оборудование для газотермического и вакуумного покрытия: сб. науч. тр. / АН УССР. Ин-т электросварки им. Е. О. Патона; редкол.: К. А. Ющенко (отв. ред.) и др. – К., 1990. – С.17-21.
6. ГОСТ 21448-75. Порошки из сплавов для наплавки [Текст]. – Введ. с 01.01.77 до 01.01.87.
7. Технологические лазеры [Текст] : справочник в 2 т. – Т.1: Расчет, проектирование и эксплуатация / Г. А. Абильситов и др.; под общ. ред. Г. А. Абильситова. – М.: Машиностроение, 1991. – 432 с.

Надійшла до редколегії 03.06.2009.

Прийнята до друку 18.06.2009.

А. В. АСАНІНА, О. М. БОГУШКО (Інститут економіки та менеджменту Національного авіаційного університету, Київ)

ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ КАПІТАЛУ АВІАТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ В УМОВАХ КРИЗИ ЛІКВІДНОСТІ

У статті проаналізовано тенденції формування структури капіталу підприємств в умовах кризи ліквідності. Відзначено основні тенденції формування структури капіталу, які, на сьогодні, характерні для авіатранспортних підприємств. Досліджено необхідність використання позикового капіталу, а також його особливості.

В статье проведен анализ тенденций формирования структуры капитала предприятий в условиях кризиса ликвидности. Определены основные тенденции формирования структуры капитала, которые сегодня характерны для авиатранспортных предприятий. Исследована необходимость использования заемного капитала, а также его особенности.

Tendencies of forming the capital structure of enterprises in conditions of the liquidity crisis are analyzed in the article. The basic tendencies of forming the capital structure, which characterize aviation transport enterprises, are determined. The necessity of using the loan capital and its peculiarities are also investigated.

Постановка проблеми

В сучасних умовах розвитку економіки авіатранспортні підприємства почали практичну роботу з реформування методів управління формуванням капіталу задля досягнення його оптимальної структури. Оскільки обґрунтованих науково-практичних рекомендацій у цій області не було напрацьовано, на даний момент застосовуються методи «проб і помилок». З метою створення ефективних методів управління формуванням структури капіталу в умовах вітчизняної економіки існуючі методи повинні бути реформовані в єдиний оптимальний науково-обґрунтований комплекс методів управління капіталом. Комплекс питань, пов'язаних зі здійсненням фінансової діяльності авіатранспортних підприємств, вимагає досить глибоких знань теорії і практичних навичок в системі розробки і реалізації управлінських рішень щодо формування оптимальної структури капіталу, розподілу, використання та обігу грошових коштів.

Потенціал управління капіталом входить до загального стратегічного потенціалу підприємства, тому дослідження структури капіталу є складовою частиною загального фінансового аналізу капіталу та однією з умов забезпечення потенціалу щодо розвитку підприємства.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Питання управління формуванням структури капіталу на підприємствах давно обговорю-

ються серед вчених і практиків, серед яких: Г. Дж. Александер, Дж. Брейлі, Є. Ф. Брігхем, Дж. Ван Хорн та ін. Є розробки вітчизняних авторів, до них відносяться: І. О. Бланк, О. Д. Василик, А. М. Поддєрьогін, О. С. Стоянова, В. М. Суторміна, Г. Б. Поляк, О. О. Терещенко.

Невирішена раніше частина загальної проблеми

Проте постійні зміни в економіці України взагалі, та у функціонуванні авіатранспортних підприємств зокрема, вимагають подальших досліджень.

Мета статті

Метою статті є аналіз основних тенденцій формування структури капіталу підприємств різних галузей економіки взагалі та авіатранспортних підприємств зокрема в умовах кризи ліквідності.

Виклад основного матеріалу

На сучасному етапі розвитку економіки ефективність діяльності будь-якого підприємства пов'язана із гнучким реагуванням на потреби ринку, що передбачає підвищення якості, а також зниження собівартості виробленої продукції й послуг, пошук нових, найчастіше нетрадиційних джерел фінансування, ефективне вкладення фінансових ресурсів у активи під-

приємства [1]. Результати діяльності підприємства багато в чому визначаються ефективністю функціонування його системи управління формуванням оптимальної структури капіталу, ступенем її відповідності цілям і завданням, що стоять перед підприємством.

В умовах кризи ліквідності в Україні в практичній діяльності авіатранспортних підприємств особливого значення набуває оптимізація структури капіталу. Аналіз дослідження структури капіталу підприємств різних галузей економіки взагалі та авіатранспортних підприємств зокрема показав зміни співвідношення власних та позикових коштів. Так, ще протягом 2004–2008 рр. спостерігалася тенденція щодо збільшення частки позикових коштів у сукупному капіталі. Залучені кошти зазвичай домінували у структурі капіталу підприємств. Головною перевагою позикового капіталу була його нижча вартість порівняно з власними коштами. Але наприкінці 2008 р. зазначена тенденція почала змінюватися – частка позикового капіталу в сукупному капіталі почала різко знижуватися [9]. Це пов'язано з виникненням ризику неповернення позикових коштів підприємствами, зі збільшенням витрат щодо обслуговування позикового капіталу в умовах кризи ліквідності, яка викликана прогресуванням світової економічної кризи. Зміни питомої ваги позикового капіталу в сукупному капіталі підприємств можна представити за допомогою графіку (рис. 1) [9].

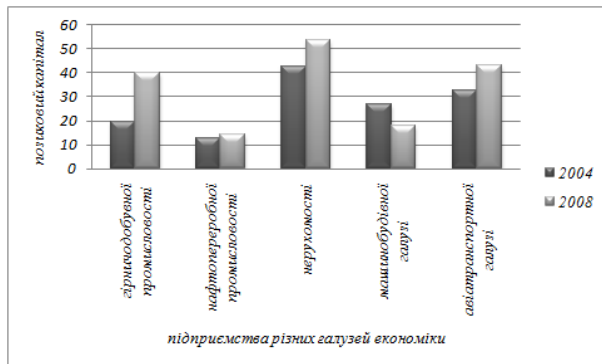


Рис. 1. Зміни питомої ваги позикового капіталу в сукупному капіталі підприємств різних галузей економіки

Починаючи з 2004 р., вченими-економістами на основі статистичних даних до підприємств, що мали ускладнення в організації господарської діяльності, в більшості випадків відносили ті підприємства, у яких спостерігалася неефективне управління структурою капіталу. Зазначені підприємства переходили від балансу з більшою часткою позикового капіталу до ба-

лансу з більшою часткою власних коштів. Інші підприємства, у яких проблем щодо управління структурою капіталу не спостерігалось, зазвичай розглядали два варіанти фінансування господарської діяльності: емісію акцій або ж залучення позикового капіталу. Незважаючи на позитивні прогнози фінансових експертів внаслідок розміщення акцій, більшість підприємств все ж таки не зважувалася на емісію, побоюючись зміни організаційно-правової форми, а також втрати частини бізнесу. Альтернативою власним коштам вважалося більш дешеве джерело фінансування господарської діяльності – позикові кошти [3, 5, 9].

В 2008 р. в умовах кризи ліквідності ситуація почала змінюватися: частим явищем стало використання коштів, які було залучено за допомогою нової емісії акцій, що призвело до падіння коефіцієнта левєриджу. Слід зазначити, що за статистичними даними останніх десяти років коефіцієнт левєриджу становив у середньому 30 % (позиковий капітал становив 30 % від власного капіталу), але в сучасних умовах розвитку економіки спостерігається тенденція падіння коефіцієнта на 25...30 % (поточні прогнози оцінюють, що позиковий капітал становитиме 20 % від власного капіталу та залишиться на цьому рівні) [6, 9].

Фінансовий левєридж характеризує використання позикового капіталу, який впливає на зміну коефіцієнта рентабельності власного капіталу. Іншими словами, фінансовий левєридж – це об'єктивний фактор, який виникає із появою позикових коштів у сукупному капіталі та дозволяє підприємству отримати додатковий прибуток на власний капітал. Показник, який відображає рівень отримання додаткового прибутку на власний капітал за рахунок різної частини використання позикових засобів, називається ефектом фінансового левєриджу. Складовою частиною фінансового левєриджу є коефіцієнт левєриджу, який характеризує суму позикового капіталу, що використовує підприємство, із розрахунку на одиницю власного капіталу. Виділення цих складових дозволяє цілеспрямовано керувати ефектом фінансового левєриджу в процесі господарської діяльності підприємства. Коефіцієнт фінансового левєриджу – це важіль, що вказує на позитивний або негативний ефект, який отримується за рахунок відповідного значення його диференціалу. Диференціал фінансового левєриджу характеризує різницю між коефіцієнтом валової рентабельності активів і середнім розміром відсотка за кредит. При позитивному значенні диференціалу

ла приріст коефіцієнта фінансового левериджу позитивно впливає на підвищення приросту коефіцієнта рентабельності власного капіталу і, навпаки, при негативному значенні диференціалу приріст коефіцієнта фінансового левериджу збільшує темп зниження коефіцієнта рентабельності власного капіталу. Знання механізму впливу фінансового левериджу на рівень прибутковості власного капіталу і рівень фінансового ризику дозволяє цілеспрямовано управляти вартістю і структурою капіталу підприємства [4, 8].

Враховуючи вищезазначені статистичні дані зміни питомої ваги позикового капіталу в сукупному капіталі підприємств в умовах кризи ліквідності, слід зазначити, що коефіцієнт левериджу варіює від галузі до галузі. Так, нафтові компанії віддають перевагу низькому його рівню через нестабільні ціни на ринку нафти. Наприклад, British Petroleum вважає, що цей коефіцієнт повинен бути в межах 20...30 %, хоча й тримає його на нижньому порозі 21 %. Підприємства нерухомості схильні до високого левериджу, тому що вони оперують більшими грошовими потоками, а також можуть собі дозволити істотну суму позикового капіталу. Так, англійська компанія Severn Trent має леверидж на рівні 60 %. Коефіцієнт левериджу авіатранспортних підприємств на сучасному етапі розвитку економіки варіює між 30 та 40 %, що є досить прийнятним і показує середнє його значення [9, 10].

Наведений аналіз статистичних даних показує, що за для досягнення достатнього рівня коефіцієнта левериджу першочергово необхідним є забезпечення оптимального співвідношення позикового та власного капіталу. Саме це співвідношення досягається в процесі формування оптимальної структури капіталу.

Задачами підприємств будь-якої галузі економіки при формуванні оптимальної структури капіталу є управління власним капіталом (полягає у визначенні та реалізації політики щодо формування власного капіталу), управління позиковим капіталом (полягає у визначенні та реалізації політики щодо формування позикового капіталу), а також управління та оптимізація структури капіталу (полягає у визначенні співвідношення власних і позикових коштів, які використовує підприємство у процесі господарської діяльності).

Структура капіталу впливає на рівень рентабельності активів і власного капіталу, тобто на рівень економічної та фінансової рентабельності підприємства; визначає систему коефіціє-

нтів фінансової стійкості та платоспроможності, тобто рівень основних фінансових ризиків, а також формує співвідношення ступеня прибутковості та ризику в процесі розвитку підприємства. Якщо відношення використання власних і позикових коштів забезпечує найбільш ефективну пропорційність між коефіцієнтом фінансової рентабельності та коефіцієнтом фінансової стійкості підприємства, тобто максимізує ринкову вартість підприємства, в такому випадку структуру капіталу можна вважати прийнятною [7].

Процес оптимізації структури капіталу підприємств різних галузей економіки взагалі та авіатранспортних підприємств зокрема, на нашу думку, повинен забезпечуватись виконанням наступної послідовності дій:

- по-перше, проведенням аналізу капіталу підприємства, тобто визначення поточного стану капіталу підприємства та його розміру;

- по-друге, оцінкою основних факторів, що визначають формування структури капіталу, тобто оцінка галузевих особливостей операційної діяльності підприємства, стадії життєвого циклу підприємства, кон'юнктури фінансового та товарного ринків, рівня рентабельності операційної діяльності, коефіцієнту операційного левериджу, відношення кредиторів до підприємства, рівня оподаткування прибутку, рівня концентрації власного капіталу. Характер галузевих особливостей операційної діяльності підприємства визначає структуру активів підприємства, їх ліквідність. Підприємства з високим рівнем фондомісткості виробництва продукції, а також з великою частиною необоротних активів мають більш низький кредитний рейтинг і змушені орієнтуватися у своїй діяльності на використання власного капіталу. Крім того, характер галузевих особливостей визначає різну тривалість операційного циклу. Чим менший період операційного циклу, тим більшою мірою (за інших рівних умов) може бути використаний підприємством позиковий капітал. Стадія життєвого циклу підприємства також має неабиякий вплив на структуру капіталу: підприємства, що знаходяться на ранніх стадіях свого життєвого циклу і мають конкурентоспроможну продукцію, можуть у своїй діяльності використовувати більшу частину позикового капіталу, а підприємства, що знаходяться на стадії зрілості, більшою мірою повинні використовувати власний капітал. При стабільній кон'юктурі товарного ринку, рівень ризиків, що виникають при використанні позикового капіталу більш низький, і навпаки – в умовах нестабіль-

ної кон'юнктури використання позикового капіталу призводить до зниження рівня прибутковості та ризику втрати платоспроможності. У таких умовах необхідно оперативно знижувати коефіцієнт фінансового левериджу за рахунок зменшення обсягу використання позикового капіталу. Вартість позикового капіталу зростає або знижується залежно від стану кон'юнктури фінансового ринку. При суттєвому зростанні вартості позикового капіталу диференціал фінансового левериджу може досягнути від'ємного значення, що призведе до різкого зниження фінансової рентабельності, а в ряді випадків – до збиткової операційної діяльності. Кредитний рейтинг підприємства зростає за рахунок високого значення рівня рентабельності операційної діяльності, і, таким чином, у підприємства є можливість розширити потенціал використання позикового капіталу. Зростання підприємства забезпечується спільним виявом ефекту операційного і фінансового левериджу. Підприємства, у яких зростає обсяг реалізації продукції, але за рахунок галузевих особливостей її виробництва має низький коефіцієнт операційного левериджу, можуть значно збільшити коефіцієнт фінансового левериджу, тобто використати більшу частину позикових засобів у загальній сумі капіталу. Завдяки відношенню кредиторів формується оцінка кредитного рейтингу підприємства, у деяких випадках, не дивлячись на високу фінансову стійкість підприємства, кредитори можуть формувати негативний імідж цього підприємства і, таким чином, знижувати його кредитний рейтинг. Це негативно впливає на можливість залучення підприємством позикового капіталу, знижує фінансову стійкість підприємства, тобто можливість оперативно формувати капітал за рахунок зовнішніх джерел. Також слід враховувати рівень оподаткування прибутку. В умовах низьких ставок податку на прибуток або використання підприємством податкових пільг на прибуток різниця у вартості власного і позикового капіталу, що залучається із зовнішніх джерел, знижується. Це пов'язано з тим, що ефект податкового коректора під час використання позикових засобів зменшується. У таких умовах слід формувати капітал із зовнішніх джерел переважно за рахунок емісії акцій, тобто за рахунок залучення додаткового пайового капіталу, але для того, щоб зберегти фінансовий контроль за управлінням підприємством (контрольний пакет акцій або контрольний обсяг пайового вкладу), власники підприємства не бажають залучати додатковий власний капі-

тал із зовнішніх джерел, якщо навіть для цього є сприятливі умови. Завданням зберегти фінансовий контроль за управлінням підприємством є формування додаткового капіталу за рахунок позикових засобів. Узагальнюючи суть перелічених факторів, необхідно зазначити, що управління структурою капіталу зводиться до таких основних напрямів: встановлення оптимальних для даного підприємства пропорцій використання власного та позикового капіталу, а також забезпечення залучення на підприємство необхідних видів і обсягів капіталу для формування розрахункових показників його структури [1, 3, 7];

- по-третє, оптимізацією структури капіталу за критерієм максимізації рівня фінансової рентабельності, оптимізацією структури капіталу за критерієм мінімізації його вартості та оптимізацією структури капіталу за критерієм мінімізації рівня фінансових ризиків. Задля оптимізації структури капіталу за критерієм максимізації рівня фінансової рентабельності використовують механізм фінансового левериджу, що дозволяє визначити оптимальну структуру капіталу, яка забезпечує максимальний рівень фінансової рентабельності. Оптимізація структури капіталу за критерієм мінімізації його вартості базується на визначенні попередньої оцінки вартості власного і позикового капіталу, за різними умовами його залучення, на основі багатоваріантних розрахунків середньозваженої вартості капіталу. Оптимізація структури капіталу за критерієм мінімізації рівня фінансових ризиків пов'язана із процесом диференційованого вибору джерел фінансування різних складових частин активів підприємства.

Висновки

В сучасних умовах функціонування підприємств фактор зовнішнього економічного середовища набуває особливого значення – як одна з найважливіших передумов для формування стратегічно перспективних систем фінансового управління. Забезпечення процесу формування оптимальної структури капіталу належить до основних умов запобігання кризи ліквідності будь-якого підприємства, оскільки обсяг, структура та вартість капіталу суттєво впливають на основні показники фінансово-господарської діяльності підприємств різних галузей економіки взагалі та авіатранспортних підприємств зокрема.

Проведений аналіз довів необхідність використання позикового капіталу, головною перевагою якого є його нижча вартість порівняно з

власним. Окрім цього, позиковий капітал має ряд позитивних особливостей, а саме:

- достатньо широкі можливості залучення;
- спроможність забезпечувати зростання фінансового потенціалу підприємства;
- спроможність генерувати приріст фінансової рентабельності;
- забезпечення економії підприємства на податкових платежах (плата за позиковий капітал зменшує оподатковувану базу);
- можливість диверсифікації власного капіталу;
- можливість збереження контролю (позиковий капітал не дає права його власникам на управління, не загрожує змінити політику підприємства та власникам втратити частку бізнесу).

Викладене вище дає можливість стверджувати, що управління процесом формування оптимальної структури капіталу підприємств в умовах кризи ліквідності має ряд невирішених проблем, до того ж, галузева специфіка авіатransпортних підприємств, що характеризується певними особливостями формування та своїм циклом руху капіталу, створює потребу в розробці підходів до вирішення цих проблем, тому виникає необхідність в проведенні подальших досліджень, які допоможуть:

- виявити місце й роль управління формуванням капіталу авіатransпортних підприємств у загальній системі управління підприємством;
- узагальнити та систематизувати існуючі концепції формування капіталу і оптимізації його структури з урахуванням сучасних умов;
- дослідити склад і особливості формування капіталу авіатransпортних підприємств;
- обґрунтувати систему критеріїв для оцінки фінансової структури капіталу авіатransпортних підприємств з метою її оптимізації та оцінити ефективність структури капіталу авіатransпортних підприємств;

- обґрунтувати послідовність технології формування оптимальної структури капіталу авіатransпортних підприємств;

- розробити методику оптимізації структури капіталу авіатransпортних підприємств та визначити на її основі оптимальну структуру капіталу підприємств галузі.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Бланк, И. А. Финансовый менеджмент [Текст] / И. А. Бланк. – К.: Ника-Центр, 2001. – 528 с.
2. Балабанов, И. Т. Основы финансового менеджмента. Как управлять капиталом? [Текст] / И. Т. Балабанов. – М.: Финансы и статистика, 1994. – 384 с.
3. Дороніна, М. С. Управління економічними та соціальними процесами підприємства [Текст] : монографія / М. С. Дороніна. – Х.: Вид. ХДЕУ, 2002. – 432 с.
4. Чорна, О. Є. Управління капіталом підприємства в умовах ринкової трансформації економіки України [Текст] / О. Є. Чорна. – Дис. – Одеса, 2004. – 196 с.
5. Гарнер, Д. Привлечение капитала [Текст] / Д. Гарнер, Р. Оуэн, Р. Конвей [пер. с англ.] – М.: Джон Уайли энд Санз, 2004. – 464 с.
6. Encarta World English Dictionary [Текст]. – New York: St. Martin's Press, 2003. – 1109 p.
7. Косинский, Р. А. Обобщение концептуальных подходов к сущности капитала предприятия [Текст] / Р. А. Косинский // Коммунальное хозяйство міст : наук.-техн. зб. – Серія: Економ. науки. – Вип. 44. – К.: Техніка, 2002. – С. 95-101.
8. Безгінова, Л. І. Формування оптимальної структури капіталу в підприємствах роздрібно́ї торгівлі [Текст]. – Дис. – К., 2004. – 186 с.
9. [Текст] // FINANCIAL TIMES. – Wed., 11 Feb. 2009.
10. Офіційний сайт Державіаслужби України [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.avia.gov.ua>

Надійшла до редколегії 17.04.2009.

Прийнята до друку 29.04.2009.

Р. Т. БАРАН (ДП «Міжнародний аеропорт «Львів»), Л. М. БАРАН (Львівська філія ДПТ), Є. В. МІГДАЛ (ПП «Компанія проектного управління»)

ПРО ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПРАВОВІ ЗАСАДИ НОВОЇ РЕДАКЦІЇ ПОВІТРЯНОГО КОДЕКСУ УКРАЇНИ

У статті автори пропонують власні науково-практичні підходи до викладення статей нової редакції Повітряного кодексу України. Викладено концептуальні засади організації та правового регулювання законодавчих приписів, особливо це стосується розділів щодо регулювання умов і порядку використання повітряного простору України, організаційно-економічних аспектів діяльності аеропортів тощо. Запропоновано моделі структуризації організаційних підсистем комерційного та державного секторів повітряного простору та форми організаційних управлінських структур, господарських методів та економічних систем аеропортів.

Авторы предлагают собственные научно-практические подходы к изложению статей новой редакции Воздушного кодекса Украины. Изложены концептуальные основы организации и правового регулирования законодательных предписаний, которые особенно касаются разделов о регулировании условий и порядка использования воздушного пространства Украины, организационно-экономических аспектов деятельности аэропортов и т. д. Предложены также модели структуризации организационных подсистем коммерческого и государственного секторов воздушного пространства и форм организационно-управленческих структур, хозяйственных методов, экономических систем аэропортов.

The authors' own scientific and practical approaches to the issuing of the clauses of new Air Code of Ukraine are proposed. There are presented the conceptual basics of organization and legal regulation of the legislative instructions, which especially concern to the chapters regarding regulation of the conditions and order of use of the air space of Ukraine, organizational and economic aspects of activities of airports etc. The models of structuring the organizational subsystems for the commercial and state sectors of the air space and the forms of the organizational-and-managerial structures, managerial methods and economical airport systems are also proposed.

Аналізуючи правовий режим економіки та організації функціонування повітряного транспорту України (ПТУ), вдалося виокремити декілька сторін практичної реалізації реформування форм, способів та методів державного регулювання авіаційно-транспортної галузі в умовах вступу до СОТ. Утілення вимог законності в авіатранспортній роботі планується здійснювати шляхом реалізації правового режиму комерційної діяльності ПТУ. Практика показує, що через прийняття Повітряного кодексу України (ПКУ) у новій редакції як «головного авіаційно-транспортного закону» необхідно юридично закріпити економічно-правові, організаційно-технічні, антимонопольно-технологічні аспекти досвіду функціонування ПТУ у незалежній Україні. Автори пропонують також врахувати рекомендовану практику міжнародних авіатранспортних організацій, серед яких перш за все, базувати правові приписи кодексу та постатейні диспозиції на положеннях міжнародних конвенцій, документів ІКАО, стандартах Європейського співтовариства. За основу своїх пропозицій автори взяли механізми точного, неухильного, чіткого й однозначного формулювання базових понять, визначень та засобів регуляторної політики держави відповідно

до ринкової економічної парадигми ПТУ. Оскільки у черговий раз цього не відбулося у розробників поданого до парламенту проекту Закону України «Повітряний кодекс України» (реєстраційний № 2373 від 09.09.2008 р.), то вважатимемо за необхідне зупинитись на цій основі [1]. Саме викривлений стан, наприклад, з організацією та використанням повітряного простору України (ППУ), що негативно впливає на наповнення державного бюджету та слугує причиною, що й змусила нас звернутися також і до аналізу чинного ПКУ [2]. Встановлено незбалансований стан в економічно-правовому регулюванні діяльності користувачів ППУ, який склався останнім часом у галузі авіаційного транспорту (АТ). Це призводить до втрат державного бюджету держави, а також незабезпечення конкурентоздатності національної системи летовищного обслуговування. Стосується цей висновок також атрофованої підсистеми управління повітряним рухом ПС в районах аеропортів [3]. Та й, зрештою, за таких неадекватних умов немає сталого розвитку і самої системи з організації повітряного руху (ОПР) на верхніх (транзитних) ешелонах ППУ.

Склалася алогічна диспропорція економічного регулювання державними органами влади

ПТУ. На сьогодні витрати інших, окрім експлуатантів ПС, суб'єктів ПТУ (диспетчерські служби управління повітряним рухом літаків (ДСУ), аеропорти, авіаційні ремонтні заводи (АРЗ), медичні сертифікаційні установи (МСУ), авіаційні метеорологічні станції (АМС) тощо) чинними підзаконними актами перекладені виключно на авіаперевізників. До такого, неунормованого, з огляду ринкової економіки та правової логіки стану, спонукала неоптимальна структура державного управління галуззю цивільної авіації (ЦА) та постатейна структура чинного ПКУ [4]. Незадовільний стан із виробленням науково-практичних методів організаційно-правового регулювання галуззю ще більше усугубився після ратифікації Україною угоди про сплату маршрутних зборів, оскільки фінансові потоки від сплати за транзитний проліт, послуги аеронавігаційного обслуговування (АНО) та використання ППУ, так би мовити від нульової відмітки (земельної поверхні) до верхніх ешелонів (атмосфери) виведені із правового поля держави та передані нерезидентній організації Євроконтролю [5]. У такому разі, ми вважаємо, що негатив сталого розвитку ЦА від фактичного стану, коли відсутні економічні моделі і господарський механізм, технологічні системи ПТУ, які мали б бути закладені у формулюванні, змісту чи правовій парадигмі нової редакції ПКУ під загрозою зриву. Немає там і комплексного економічного механізму, цінового паритету, як і цілісної правової системи для понятійного апарату, а тому ЦА фактично деградує [6]. Органи державного регулювання займаються невластивими їм функціями – управлінням, замість визначених чинним законодавством, рекомендаційною практикою ІКАО, стандартами ІАТА тощо регуляторних функцій. Це призводить до того, що центральні органи міністерств та відомств утручаються у внутрішньогосподарську діяльність авіапідприємств [7].

Проведена у попередні роки в адміністративному порядку реструктуризація ПТУ не базувалася на будь-яких соціально-організаційних, економіко-правових чи техніко-технологічних критеріях. «Реструктуризація» ще й до сьогодні здійснюється за, так званим, «виробничо-технологічним принципом». У її основу покладено не організаційно-правову доцільність, а волонтаристичну схему, як це було у випадку з монопольним ДП ОПР «Украерорух», коли просто застосовано неадаптовану позиційну теоретичну подібність до іноземних зразків минулового стану [5].

Створена, наприклад, серед іншого, система аеропортів, змушена існувати з повністю відсутнім правовим регулюванням земельно-територіальних відносин ПТУ з іншими суб'єктами, а також без базових засобів управління повітряним рухом ПС в районі аеродрому [4]. Без прийняття ПКУ у новій редакції немає законодавчого закріплення хоча б основних визначень нормативного поняття «аеропорту», окрім хіба що недолугого терміну у незареєстрованому Міністерством юстиції України «нормативному документі» [8]. Навіть колишні радянські аеропорти носили певні ознаки підприємств, оскільки володіли, користувалися та розпоряджалися «землями транспорту» та «повітряною зоною в районі аеропорту», переданими їм державою «у повне господарське відання» [9]. Саме земельні ділянки вважаються головними «ресурсами» такого підприємства, яким є аеропорт. Сьогодні ж будь-який український аеропорт не має у своїй власності ні достатніх земельних та інших (повітряних) ресурсів, споруд, будівель, про що автори неодноразово висвітлювали у своїх попередніх публікаціях [10]. Навіть штучні злітно-посадкові смуги у більшості з них є власністю військового відомства, не кажучи вже про служби повітряного руху аеропорту (СПРА). Оскільки такі летовища мають статус «спільного базування» або «спільного використання», тобто подвійного призначення. Вони у своїй роботі не мають вільного вибору напрямків господарювання, не можуть вести цивілізовані справи з концесії та іншу комерційну діяльність з організації надання початково-кінцевих авіатранспортних послуг. Летовища у світовій системі ЦА у більшості випадків виконують зараз виключно операторські (агентські функції) і не більше. В Україні вони навіть не є користувачами ППУ [11]. Отже комерційна діяльність таких квазі-авіаційних підприємств, що заховані під назвами «міжнародний аеропорт» (так і хочеться сказати військових частин) не може носити ознак економічної ефективності, сталого розвитку, конкурентоспроможності, ринкової гнучкості. У зв'язку з цим, також і експлуатація ПС, ОПР тощо не носять розумних рівнів економічної ефективності авіаперевезень. У свою чергу такий статус негативно впливає на їх безпеку та знижує конкурентну спроможність як самих аеропортів, так і українських авіаперевізників (авіакомпаній), які базуються на їх летовищах. Доказом цього є перманентні випадки авіакатастроф, що їх свідками ми стали останніми роками [12].

Візьмемо іншу сторону медалі: чи може бути у повному обсязі використаний чинний ПКУ у судочинстві? Чи є у його положеннях щось корисне для судової системи? Запитання ці явно риторичні, оскільки окрім декількох диспозитивних статей більшість із них не носить правового навантаження, а у своїй більшості вони вважаються декларативними. Таким чином, і з цього погляду, чинний ПКУ не має достатніх ознак, щоб бути законом «прямої дії». То ж чи запропонований проект нового ПКУ «запрацює» на транспортну галузь, на суспільство, на безпеку, на економічну ефективність? Чи стане він «конституцією» для самого ПТУ, ЦА та їх контрагентів? Саме з цього боку автори вирішили здійснити аналіз проекту ПКУ та на цій основі запропонувати частину його статей у власній редакції, не відкидаючи вже прийнятних розділів, викладених у запропонованому парламенту до першого читання [1].

Підхід, коли наземна інфраструктура Украероруху, що, образно кажучи, «торгує повітрям» і має за це великі, нічим не виправдані доходи через неспівставність цін, поглиблює на ПТУ кризові явища, спричиняє якоюсь мірою галопуючу інфляцію. Такі підходи, на наше глибоке переконання, не можуть вважатися економічно виваженими чи з правового погляду обґрунтованими, оскільки відсутність законодавчої комплексної системи ефективного цивільного, а не мілітарного способу регулювання ПТУ й аж ніяк не управління галуззю, дорого коштує українським споживачам. Або візьмемо способи доступу на ті чи інші ринкові сегменти ППУ, авіаперевезень тощо, які мають залежати виключно від спроможності конкурентоздатної пропозиції «гравців» на відповідному ринковому сегменті. Державне регулювання цих процесів мало б здійснюватися через процедури незалежної державної сертифікації суб'єктів авіатransпортних послуг, а не ліцензування та квотування всіх, без винятку, суб'єктів ЦА (резидентів, нерезидентів), як це намагаються зробити останнім часом. Держава зобов'язана також здійснювати реальні антимонопольні заходи та антидемпінгові кампанії щодо припинення недобросовісної конкуренції у галузі ЦА, уніфікувати заходи з незаконного втручання у діяльність ЦА, як це рекомендовано ІКАЛО, тощо [13]. Все це повинне бути законодавчо закріплене у новій редакції ПКУ, що й може бути запропоноване авторами.

До суб'єктів ПТУ, як відомо, окрім експлуатантів ПС, або попросту авіакомпаній, належать також летовища, агенти, ДСУ, АМС, АРЗ

тощо. У чинному ПКУ, який фактично є антиринковим за своєю суттю та «духом» і позаекономічним за змістом, цих визначальних факторів не наведено взагалі. Найбільшою проблемою його застосування є факт відсутності антимонопольних оптимальних схем державного регулювання ЦА та її організаційно-виваженої структури.

Фактично регулятивні державні органи ЦА намагаються втручатися у комерційну політику авіаперевізників, їх поведінку на ринкових сегментах та у внутрішні господарські справи суб'єктів ПТ, а це не що інше, як основа потенційної корупції [13]. Такі ж поспішні й не правові та безпідставні управлінські діяння у попередні роки вже призвели до того, що, наприклад, злилися у єдине монопольне Державне підприємство з управління ПС у повітряному просторі України Украерорух всі служби (районні центри) управління рухом ПС у повітряному просторі України та СРА. До Украероруху в адміністративному порядку за наказом «згори» передані районні центри ДСУ та СРА летовищ нашої держави [14]. Здійснене це без правових на це підстав та за відсутності техніко-економічного, законодавчого і нормативно-правового обґрунтування. Контролю за реструктуризацією галузі так і не налагоджено, а тому АРЗ, у свою чергу, також стали монополістами з «ведення» техніко-технологічної політики на певних типах ПС. І особливо монополізованими виявилися сертифікаційні заклади, АМС, авіаційні засоби комунікацій тощо. Цей факт не сприяє попиту експлуатантів ПС на власну національну авіатехніку, а навпаки спонукає купувати літаки іноземного виробництва. То як нашій державі зміцнювати свій власний авіаційний вектор розвитку?

Можемо констатувати, що в українській макроекономіці на інституційному рівні, ще до недавніх часів монопольно-державній управлінській організаційній схемі, відбувся зсув господарського механізму керування галуззю ЦА у бік відомчо-кланового і навіть кримінального монополізму. У повітряно-транспортній галузі цей дисбаланс спостерігається найбільш виразно [15]. Без нормативного закріплення регуляторної політики тут без приховування все чіткіше проявляється певний метод кланового лобіювання, що шкодить державотворчим процесам у галузі ЦА. Наприклад, загальні витрати на метеозабезпечення польотів українських авіаперевізників за 1997 р. склали 55 млн грн. Ці «живі» кошти сплатили виключно і лише експлуатанти ПС державної форми власності, а

інші суб'єкти ПТ, що водночас з авіаперевізниками користуються метеопослугами, просто-напросто «відкрутилися» лише розмовами. У результаті такого, з дозволу сказати, управління, вартість п'ятихвилинних метеоконсультацій для летунів у летовищах України при виконанні ними регулярних за розкладом авіаперевезень завищена, як мінімум у 10 разів. Утримання великої кількості метеорологів, які до ЦА не мають ніякого відношення, перекладено самою ж державою тільки на експлуатантів ПС, хоча цими послугами користуються і ДСУ. Цікавим виявляється факт, що ДСУ також, у свою чергу, внесла до своїх тарифів ще й вартість послуги АМС. Усупереч чинного законодавства про ціни і ціноутворення авіакомпанії сплачують подвійні збори за метеоконсультації в аеропортах України.

Або ще такий приклад, Украерорух здобув «право» знімати збори за аеронавігаційне обслуговування (АНО) ПС у повітряному просторі України [16]. Це помилково здійснене навіть усупереч Статті 1 чинного ПКУ, оскільки повітряний басейн держави у цілому, як і земельні ресурси, не можуть бути передані певному підприємству на безоплатній основі. При цьому в ціноутворенні такого монополіста проігноровано економічний зміст та методологію калькулювання собівартості робіт, послуг чи рентабельності, як економічно-правових корективів щодо дотримання паритету та рівня цін і тарифів у відповідності до «нормативних витрат на одиницю транспортної продукції», закладених у статті 7 чинного Закону [16]. У свою чергу, це спричинилося до того, що з часу створення у 1993 р. цієї, у принципі, потрібної служби з управління повітряним рухом ПС у повітряному басейні держави ціни за послуги, що розраховані у доларовому еквіваленті зросли у 3...4 рази [16]. Якщо у середньому політ ПС із пасажирами на повітряній трасі від Львова до Москви тоді, у 1994 р., коштував 27,65 дол. США, то до передостаннього чергового у 2004 р. збільшення ставок і зборів його вартість склала 59,52 дол. США. Фактично ця плата мала б формуватися на собівартості наданих послуг АНО та залежати від величини комерційного навантаження ПС, оскільки під доходотворчим елементом авіаційні економісти та й правники, зрештою, розуміють саме комерційне навантаження ПС, а не його гіпотетичну максимальну злітну вагу. Зрозуміло, що наш підхід до формування вартості АНО за моделлю, коли за базу береться не найбільша злітна маса того чи іншого ПС, а фактичне завантаження є най-

більш виваженою і реалістичною, оскільки саме від цього залежить дохід будь-якого авіаперевізника. З цієї суми якраз і повинні сплачуватися суми витрат на замовлене і фактично отримане АНО, які надаються у нас на монополній основі. Можна було б довести абсурдність існуючого розрахунку вартості АНО на підставі хоча б відомих методологічних положень формування моделей калькулювання собівартості, але чи варто це робити без внесення поправок з цього приводу до ПКУ – невідомо. Ми підтримуємо ту тезу, що ІАТА взята за базу для розрахунку вартості консультаційних, за своєю економічною природою, послуг, як найбільш можлива (сертифікаційна) злітна вага ПС. Проте ми вважаємо, що, якщо для аеропорту такий підхід ще у якійсь мірі є виправданим, то для ДСУ не зовсім, оскільки експлуатант і так затрачає колосальні кошти з підтримання необхідної енергоємності для здійснення польоту ПС у повітрі. Скажіть, чи виправдано у сучасних соціально-економічних умовах вважати зайнятість пасажирських крісел ПС стовідсотковою? Тим більше для Украероруху максимальна злітна вага не носить ознак витратоутворюючих елементів собівартості. Для летовища так, оскільки ПС більшої вантажопідйомності вимагає більш міцного коефіцієнта твердості штучних покриттів аеродромної інфраструктури (злітно-посадкової смуги, з'їзних доріжок, перонів і місць стоянок тощо).

Отже проблеми ціноутворення також не викладені у положеннях проекту ПКУ [1]. Така «економіка» зовсім не сприяє розвитку ПТУ, а лишень поглиблює кризові та інфляційні явища, про що одним із авторів вже було запропоновано запровадження в галузі ПТУ антиінфляційного параметричного механізму ціноутворення [17].

Оскільки найбільшою проблемою чинного ПКУ є факт відсутності дієвого законодавчого підходу до упровадження державницьких методів організації економічного забезпечення діяльності ПТУ, то нами вироблені певні моделі, базовані на рекомендованій світовій практиці формування авіаційної економіки. Щоб виключити факти підміни базових понять «безпека авіаперевезень», «безпека польотів», «авіаційна безпека» тощо та не допускати у практику функціонування гіпертрофованих методів управління ЦА, маємо напрацювання й у цьому напрямку.

У загальному висновок з аналізу нормативно-правових приписів проекту ПКУ вказує на те, щоб із метою вироблення єдиних для всіх

суб'єктів ПТУ «правил гри» розробити законодавчі норми: правової парадигми, встановлення конкретних суб'єктів правовідносин, унормування схеми державного регулювання всіх сторін функціонування ПТУ, універсального нормативного економічно-правового механізму ціноутворення, засобів та форм застосування тарифної політики, формування системи з організації та використання ППУ, фінансового та іншого контролю, антимонопольних заходів тощо [17]. Застосовуючи, наприклад, наш підхід щодо запровадження понять та організації державного і комерційного складових ринкової ємності ресурсу ППУ всі суб'єкти ПТ змогли б проводити конструктивну комерційну політику, здорову у правовому відношенні врегульовану конкуренцію за споживача, ринкові важелі впливу на дотримання гармонійних правових співвідношень «попит-пропозиція», «ризик-виграш» тощо [20]. Держава при цьому мала б змогу, як і у випадку з наявністю транзитного потенціалу газотранспортної системи, значно поповнювати свій бюджет за рахунок оптимізації способів використання ППУ [20]. Для цього потрібна добра воля законодавчої влади на формування верхніх ешелонів ППУ та ставок зборів прольоту всіх без виключення ПС. І це, за нашим переконанням, є державним ресурсом. Нижні зони управління ПС в районах аеродромів – це вже комерційні зони самих аеропортів, оскільки без цього вони не віднесені до користувачів ППУ [11]. Такий стан існує лише в Україні і стався через відсутність наукових підходів до вироблення законодавчого і правового поля країни без унормування організаційних управлінських структур. У зв'язку з цим у нас виникає логічне запитання, а як, не будучи користувачем ППУ, аеропорт має контролювати забудову чи будь-яку іншу господарську діяльність на приаеродромній території, розробляти інструкції для виконання польотів, здійснювати функції старшого авіаційного начальника [21]?

Розробляючи власні підходи внесення змін до тексту ПКУ, ми виходили також і з того, що поняття «доходи» – це не те, що «виторг» і мають бути зароблені надавачем послуг АНО шляхом відшкодування всіма контрагентами ПТ витрат (АМС, ДСУ, МСУ, АРЗ тощо) пропорційно до кількості та якості замовлених авіаперевізниками-експлуатантами ПС та фактично отриманих послуг. Загальною нормативною основою цивілізованих економічних відносин на ПТУ може стати комплексний прагматичний документ нормативно-правового ха-

рактеру у вигляді оптимального, законодавчовмотивованого ПКУ у новій редакції, кожна стаття якого мала б бути економічно вмотивованою, виваженою у правовому відношенні й такою, що «вписується» до ринкових умов господарювання на макроекономічному рівні, та співвідноситься до оптимальних схем комерційної роботи з мікроекономічного погляду, базованої на здоровій законній конкурентній основі.

У зв'язку із ситуацією, що склалася з прийняттям нової редакції ПКУ, депутатам можуть бути подані для вивчення та можливого внесення у якості законодавчої ініціативи ряд поправок до ПКУ, оскільки зміни від 15.12.99 р. № 1297-XIV, на які покладалося стільки надій, нічого не привнесли до суті правової та економічної парадигм цього «основного закону» для ЦА України, підвищення економічної ефективності її діяльності у цілому та вдосконалення роботи її складових ланок. Зокрема, для аеропортів, авіакомпаній, агентів, АРЗ тощо.

Те ж саме сталося і з новим проектом ПКУ [18]. Такий прикрий факт спонукає нас намагатися переконати наукову громадськість, практиків-юристів та змусити все таки повернутися до прийняття названого закону з нашими поправками [1]. Крім того, ми використали рекомендації міжнародних авіатранспортних організацій [19].

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Повітряний кодекс України: проект Закону України від 09.09.2008 р. № 2373 [Текст].
2. Про Повітряний кодекс України [Текст] : наказ Міністерства транспорту України від 26.06.93 р. № 102.
3. З виступу Міністра фінансів України І. О. Митюкова 10.12.1998 р. на 61 засіданні Верховної Ради України [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: http://www.Parlment.org.ua/ua/budget/db/drafts/2000_2nd_r_vyk_doruch.doc
4. Про схему управління підприємствами цивільної авіації України [Текст] : наказ Міністерства транспорту України від 31.08.93 р. № 278.
5. Про приєднання України до Багатосторонньої угоди про сплату маршрутних зборів [Текст] : Закон України № 1341-IV від 26.11.2003, ст. 206 // ВВР. – 2004. – № 14.
6. Про додаткові заходи на виконання рішення Ради національної безпеки і оборони України від 27 вересня 2000 р. [Текст] : Постанова Кабінету Міністрів України від 27.07.01 р. № 919.
7. Про затвердження графіку проведення реструктуризації підприємств авіаційного транспорту [Текст] : наказ Міністерства транспорту України та Фонду державного майна України від 20.05.99 р. № 268/917; Про реструктуризацію

- Державного авіаційного підприємства «Львівські авіалінії» [Текст] : наказ Міністерства транспорту України від 27.08.01 р. № 563; Про реорганізацію ДАП «Львівські авіалінії» [Текст] : наказ Міністерства транспорту України від 03.07.02 р. № 444; Про призупинення дії наказу Мінтрансу України від 30.08.02 р. № 614 [Текст]; Про внесення змін та доповнень до наказу Мінтрансу від 03.07.02 р. № 444 [Текст] : наказ Міністерства транспорту України від 30.07.03 р. № 581.
8. Про введення в дію нормативного документа: Наказ Державного департаменту авіаційного транспорту України Укрaviaтранс від 25.05.95 р. № 95 [Текст].
 9. Об утверждении положения о землях транспорта [Текст] : Постановление Совета Министров СССР от 08.01.81 г. № 24 // Сб. нормативных актов о транспорте под ред. Н. А. Баженова. – ч. 1. – С. 55-57.
 10. Баран, Р. Т. Підвищення економічної ефективності роботи аеропортів : автореф. дис. ... канд. екон. наук. – К.: КМУЦА, 1997.
 11. Про затвердження Положення про використання повітряного простору України [Текст] : Постанова Кабінету Міністрів України від 29 березня 2002 р. № 401.
 12. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 27 вересня 2000 р. «Про стан авіаційного транспорту та авіаційної промисловості України» [Текст] : Указ Президента України від 18.19.00 р. № 1143.
 13. Про деякі заходи з дерегулювання підприємницької діяльності [Текст] : Указ Президента України від 23.07.98 р. № 817/98; Про заходи щодо впорядкування державного регулювання діяльності цивільної авіації в Україні [Текст] : Указ Президента України від 11.06.97 р. № 531/97; Про Положення про Міністерство транспорту України [Текст] : Указ Президента України від 11.05.00 р. № 678/2000; Про заходи щодо поліпшення транспортного обслуговування населення та виготовлення транспортних засобів для перевезення пасажирів [Текст] : Постанова Кабінету Міністрів України від 22 квітня 1997 р. № 379.
 14. Про питання державного підприємства обслуговування повітряного простору України [Текст] : наказ Міністерства транспорту України від 10.01.93 р. № 14; Про передачу майна до системи Комітету по використанню повітряного простору України [Текст] : наказ Мінтрансу від 06.02.1995 р. № 56; Про інформаційні послуги у сфері гідрометеорології [Текст] : Постанова Кабінету Міністрів України від 2 листопада 1998 р. № 1724; Про соціальні пасажирські авіаційні тарифи на перевезення в межах України [Текст] : наказ Міністерства транспорту України від 22.03.04 р. № 236; Про встановлення тимчасового порядку стягнення і розподілу аеронавігаційних зборів [Текст] : наказ Мінтрансу від 17.08.1993 р. № 250; Про затвердження ставок зборів за аеронавігаційне обслуговування повітряних суден у повітряному просторі України [Текст] : наказ Міністерства транспорту України від 22.04.97 р. № 145; Про схему управління підприємствами ЦА України [Текст] : наказ Мінтрансу від 31.08.1993 р. № 278; Про створення Української державної авіакомпанії «Авіалінії України» [Текст] : наказ Мінтрансу від 20.09.1993 р. № 312.
 15. Про затвердження Порядку надання знижок зі зборів за аеронавігаційне обслуговування в повітряному просторі України та аеропортове обслуговування в аеропортах України при виконанні авіакомпаніями внутрішніх та міжнародних рейсів [Текст] : наказ Міністерства транспорту України від 22.03.04 р. № 237.
 16. Про транспорт [Текст]: Закон України від 10.11.94 р. № 232/94-ВР (зі змінами та доповненнями).
 17. Баран, Р. Т. Логістично-економічні методи в підходах до управління на залізничному транспорті [Текст] / Р. Т. Баран, Л. М. Баран // Матеріали Першої НПК «Маркетинг і логістика в системі менеджменту пасажирських перевезень на залізничному транспорті» у м. Сімферополь 08-09.10.2008 р. – К.: Укрзалізниця, 2008. – С. 8-10; Баран, Р. Т. Як перемогти авіаційно-транспортного монополіста [Текст] / Р. Т. Баран // Розбудова держави (Всеукраїнський часопис). – К., 1995. – ч. 12 (82). – С. 29-31; Баран, Р. Т. Повітряний флот України [Текст] / Р. Т. Баран // Економіка України (Міжгалузевий журн.). – К., 1993. – № 10. – С. 90-93.
 18. Стенограма пленарного засідання Верховної Ради України від 31.03.2009 р. 13:18:55 [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: http://www.rada.gov.ua/zakon/new/STENOGR/31030904_25.htm
 19. Руководство по экономическим аспектам аэронавигационного обслуживания [Текст]. – 3-е изд. на рус. яз. – Монреаль: ИКАО, 1997 (Doc 9161); Руководство по экономике аэропортов [Текст]. – 1-е изд. на рус. яз. – Монреаль: ИКАО, 1991 (Doc 9562).
 20. Баран, Р. Т. Про першочергові заходи з унормування на законодавчому рівні організації, використання та оплати повітряного простору України [Текст] / Р. Т. Баран // Економічне зростання України: стратегічні напрями і тактичні підходи: Матеріали 5-ої НПК, м. Одеса, 29-31.05.2007. – К.: ДП «Вид. дім «Персонал», 2008. – С. 500-513.
 21. Про затвердження Методики розроблення Інструкцій з виконання польотів (використання повітряного простору) у районі аеродромів, посадкових майданчиків [Текст] : наказ Державіаслужби від 01.02.2005 № 74; Про старших авіаційних начальників аеродромів цивільної авіації України [Текст] : наказ Укрaviaції від 09.02.1999 № 33.

Надійшла до редколегії 27.04.2009.
Прийнята до друку 10.06.2009.

СРАВНЕНИЕ ВИДОВ ТРАНСПОРТА С УЧЕТОМ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

Розглянуто зовнішні витрати різних видів транспорту і необхідність їх обліку при порівнянні варіантів.

Рассмотрены внешние издержки разных видов транспорта и необходимость их учета при сравнении вариантов.

The external costs of different types of transport and the necessity of their account at comparison of variants are considered.

В современных условиях при оценке вариантов развития транспортной системы нельзя пренебрегать требованиями устойчивого развития общества, изложенными в «Повестке дня на 21-й век» ООН [1].

Если говорить о роли транспорта в обеспечении устойчивого развития общества, то этот документ предусматривает следующие моменты, на которые влияет транспорт:

- охрану здоровья;
- уменьшение смертности;
- обеспечение устойчивого развития населенных пунктов;
- защиту атмосферы;
- борьбу с изменениями климата;
- рациональное использование земельных ресурсов;
- сохранение лесов и биологического разнообразия.

Транспорт существенно влияет на окружающую среду, безопасность регионов и общество через аварии, загрязнение атмосферы, шум и другие факторы [2].

По оценкам исследователей, автомобильный транспорт в мире убивает людей в 400 раз больше, чем террористы, и в 300 000 раз больше, чем акулы. В Евросоюзе ежегодно в автомобильных авариях погибает около 40 000 человек, в России – около 30 000, в Украине – 7...10 тыс. чел. (рис. 1). Огромное количество людей получает при авариях серьезные травмы (рис. 2).

Эта проблема настолько серьезна, что по решению ООН в ноябре 2009 года в России пройдет специальная конференция под девизом «Время действовать!».

Следует отметить борьбу за безопасность автомобильного движения и в Украине, хотя сделать здесь предстоит еще очень много. Если сравнить количество погибших в автомобиль-

ных авариях на один миллион автомобилей в Евросоюзе и в Украине, то этот показатель в Украине в 2000 году составил почти 1 100 чел., а в 2007 – 1 600. В то же время в Евросоюзе в 2000 году аналогичный показатель составил 230 чел., что указывает на необходимость и целесообразность работы в этом направлении.

Если рассмотреть данные о погибших в авариях на разных видах транспорта (табл. 1), то преимущества общественных видов транспорта (автобусы и рельсовые виды) с точки зрения безопасности становятся сразу очевидными. Это свидетельствует о необходимости всецелой поддержки на государственном уровне железнодорожного транспорта как наиболее безопасного.

Таблица 1

Число смертельных случаев на транспорте в Евросоюзе в 2001-2002 гг.

Вид транспорта	Число случаев	
	на 100 млн пасс-км	на 100 млн пасс. ч
На автодорогах в целом	0,95	28
мотоциклы, скутеры	13,8	440
пешеходы	6,4	75
велосипеды	5,4	25
автомобили	0,7	25
автобусы	0,07	2
Паромы	0,25	16
Авиация	0,035	8
Железнодорожный транспорт	0,035	2



Рис. 1



Рис. 2

В связи с огромными выбросами углекислого газа транспорт оказывает существенное и всевозрастающее влияние на процессы глобального потепления, которые приводят к серьезным климатическим катаклизмам и катастрофам, что существенно сказывается на безопасности. Невзирая на усовершенствование двига-

телей, объемы выбросов углекислого газа не сокращаются. Весь мир уже осознал важность борьбы с глобальным потеплением, поэтому и транспортники должны вести серьезную работу в этом направлении.

Немаловажную роль играют и другие факторы воздействия транспорта на общество и окружающую среду.

Человечество не сможет отказаться от транспортных услуг, поэтому важно выбирать такие направления развития транспортных систем, при которых ущерб, наносимый транспортом обществу, будет минимальным. Оценка этого ущерба в каждом виде воздействия по количественным характеристикам не позволяет дать интегральную оценку для разных видов транспорта. Такой интегральной оценкой может быть денежный учет этих воздействий.

Одна из лучших в мире методик денежного учета влияния транспорта на окружающую среду и общество была разработана учеными Германии и Австрии (INFRASS/IWW). Внешние издержки транспорта, введенные этими исследователями, позволяют оценить в денежном выражении затраты, которые несет общество в связи с работой транспорта и которые транспорт не оплачивает.

Группа INFRASS/IWW опубликовала несколько отчетов по оценке внешних издержек [3 – 6]. В отчетах приведены факторы, которые принимались во внимание, и методика их денежной оценки с вероятностным моделированием ситуации.

В отчетах достаточно убедительно показаны существенные преимущества общественных видов транспорта, в первую очередь рельсовых, перед личными автомобилями.

Исследования INFRASS/IWW показали, что в странах Евросоюза общество для ликвидации последствий работы транспорта несет убытки в размере, достигающем 10 % ВВП. В условиях, когда транспорт создает те же 10 % ВВП, его работа оказывается практически «холостой», т.е. все, что создали, сразу и тратится на ликвидацию последствий. Основная доля этих убытков вызвана авариями (почти 200 млрд евро в год) и изменениями климата. Автомобильный транспорт в Евросоюзе дает более 90 % внешних издержек общества. Помимо общих издержек INFRASS/IWW рассчитали и удельные. Расчеты показали, что на единицу работы автомобильных видов транспорта общество тратит существенно больше, чем на рельсовые виды (рис. 3, 4). В последние годы это соотношение несколько снижается, т.к. в Евросоюзе проводится большая работа по снижению смертности на дорогах (за 30 лет в 2 раза) и снижению выбросов углекислого газа автомобильным транспортом.

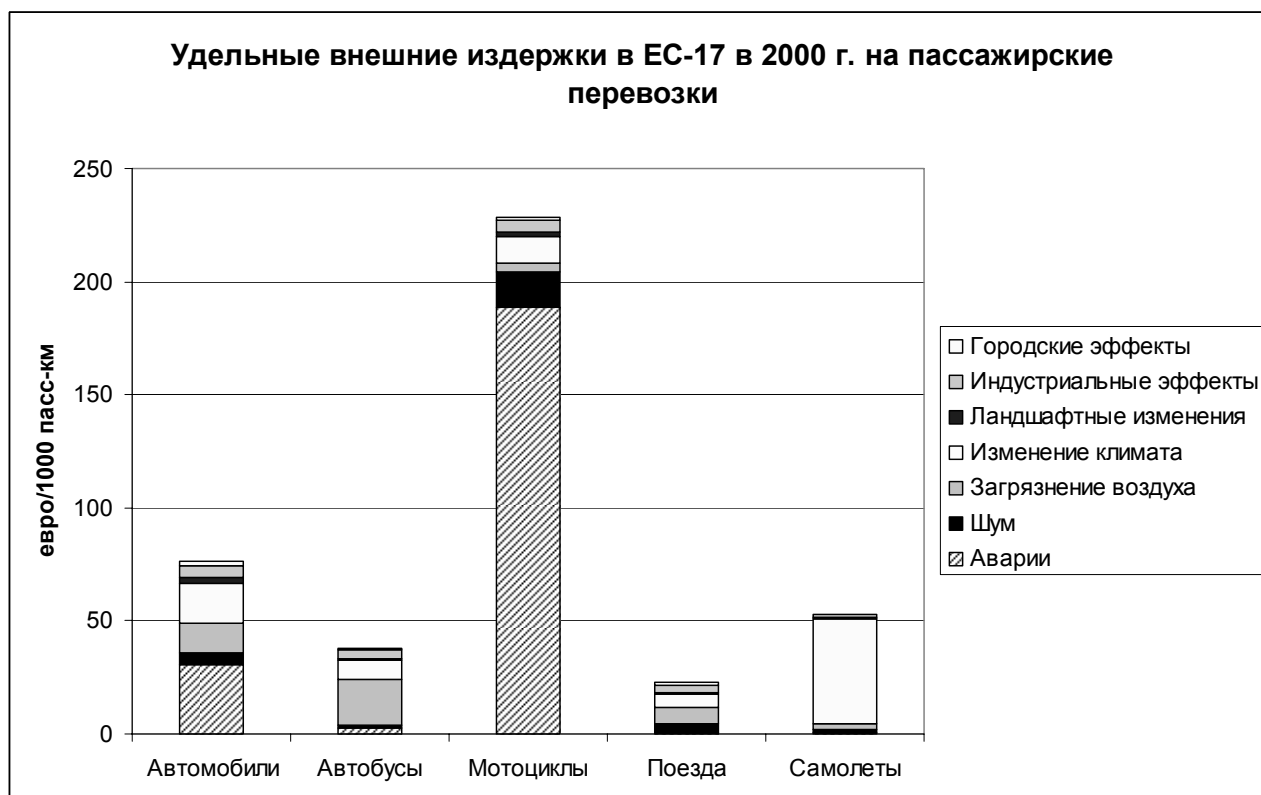


Рис. 3

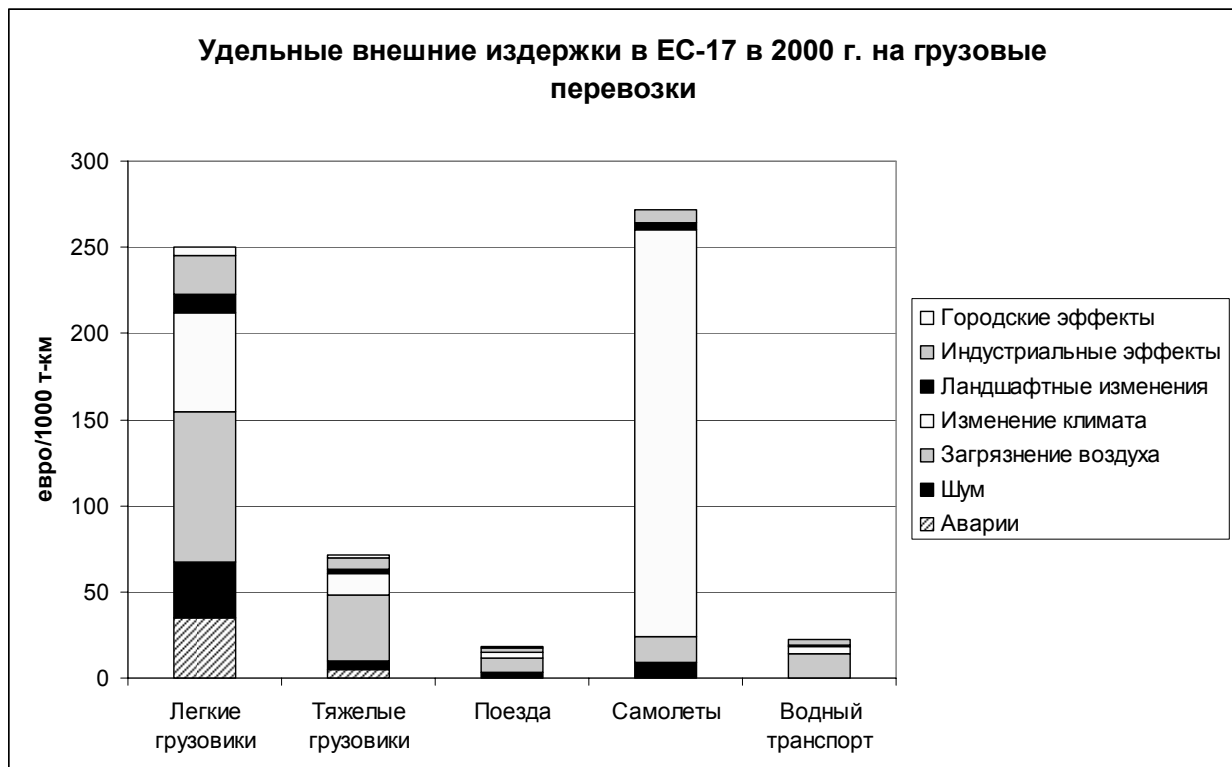


Рис. 4

При разработке вариантов развития транспортной системы для принятия окончательного решения в интересах всего общества, а не отдельных корпораций, помимо привычных строительных и эксплуатационных затрат обязательно следует учитывать те внешние издержки, к которым приведет тот или иной вариант.

Были выполнены ориентировочные расчеты внешних издержек некоторых видов транспорта в 2007 г. в условиях Украины (рис. 5). Суммарные внешние издержки составили 57 млрд грн при внутреннем валовом продукте в 670 млрд грн. Основная часть издержек связана с автомобильным транспортом.

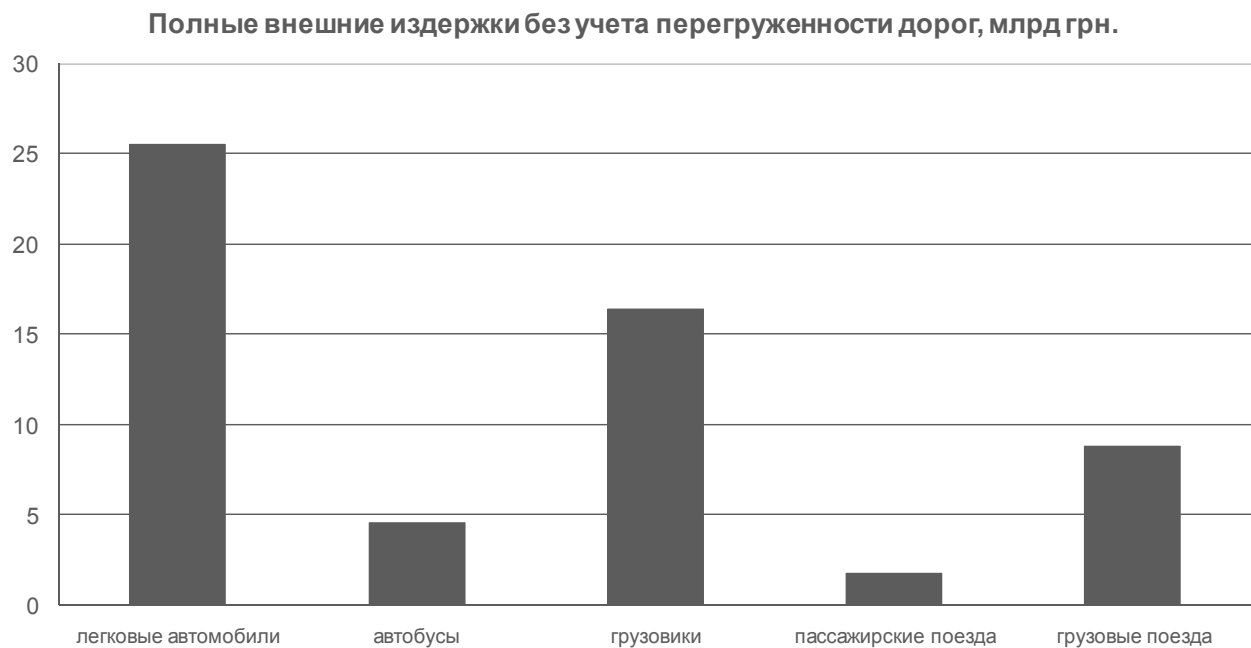


Рис. 5

Для оценки внешних издержек в условиях Украины необходимо провести полноценные, аналогичные INFRASS/IWW исследования со сбором и анализом статистической, экологической и экономической информации. Следует отметить очень важный и позитивный фактор, заключающийся в том, что, в отличие от Европы, железнодорожный транспорт Украины все еще выполняет достаточно большой объем перевозок на транспортном рынке, хотя его доля и несколько снижается в последние годы.

В таких условиях (особенно при финансово-экономическом кризисе) ставка на развитие автомобильного транспорта вряд ли является оправданной. Если в качестве примера рассмотреть необходимость строительства новой магистрали длиной в 500 км для пропуска в сутки в одном направлении 50 000 т груза и 2 000 пассажиров, то в случае принятия автомобильного варианта общество на внешних издержках каждый год даже при оптимистическом прогнозе будет терять по сравнению с железнодорожным вариантом более 6 млрд грн. Такой суммы достаточно, чтобы каждые полтора года строить на этом участке новую железнодорожную линию.

Особенно важен учет внешних издержек при рассмотрении проблем городского транспорта. Если в Киеве абсолютное большинство автомобилистов пересекает с личных автомобилей на метро, то уменьшение внешних издержек транспорта в этом случае составит почти 10 млрд грн в год. За эти деньги, сэкономленные за два года, можно построить высокоскоростную (350 км/ч) железнодорожную линию Киев – Днепропетровск.

Немаловажным фактором является и потребность транспорта в земельных ресурсах, которые во всем мире являются дефицитом. Например, для перевозки в городских условиях 60 000 пассажиров в час автомобилями необходима дорога шириной в 200 м, при перевозке автобусами – 80 м, а при перевозке линией легкого метро – 9 м. В условиях дефицита и высокой стоимости земли выбор вида транспорта очевиден.

Необходима серьезная работа по поднятию привлекательности и развитию общественных видов транспорта, прежде всего рельсовых, для снижения внешних издержек. Весь мир возвращается к трамваям, создает линии легкого метро для снижения давления транспорта на общество. В условиях больших городов необходимо всячески избавляться от крайне нерациональных, затратных и опасных «маршруток».

Для железнодорожного транспорта очень важными направлениями являются: повышение скоростей движения пассажирских и грузовых поездов, расширение интермодальных перевозок, расширение номенклатуры подвижного состава, внедрение современных технологий оформления и контроля перевозок.

Учет внешних издержек при сравнении вариантов позволяет уйти от узковедомственного подхода и делать экономическую оценку, принимая во внимание интересы всего общества, для повышения безопасности жизни и деятельности людей и обеспечения концепции устойчивого развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Повестка дня на XXI век [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.un.org/russian/conferen/wssd/agenda21/index.htm>
2. Железные дороги мира в XXI веке [Текст] / под общ. ред. Г. Н. Кирпы. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2004. – 224 с.
3. INFRAS/IWW 1995: External effects of transport [Текст]. – UIC, Karlsruhe, Zurich, Paris. – 1995.
4. INFRAS/IWW 2000: External Costs of Transport: Accident, Environmental and Congestion Costs of Transport in Western Europe [Текст]. – Zurich/Karlsruhe. – 2000.
5. INFRAS/IWW 2004: External Costs of Transport: Update Study. Final Report [Текст]. – Zurich/Karlsruhe. – 2004.
6. An Analysis of Externality Costs of Freight Transportation in Vermont [Текст] / M. Gleason et al. – Vermont Rail Advocacy Tenwork, Middlebury College. – 2005. – 19 p.

Поступила в редколлегию 23.09.2009.

Принята к печати 25.09.2009.

О. М. БОГУШКО (Інститут економіки та менеджменту Національного авіаційного університету, Київ)

ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ ФОРМУВАННЯ ПОЗИКОВОГО КАПІТАЛУ АВІАКОМПАНІЙ В УКРАЇНІ

В статті проаналізовано сучасні тенденції формування позикового капіталу авіакомпаній України. Відзначено основні джерела формування позикового капіталу, які, на сьогодні, характерні для підприємств авіаційної галузі.

В статье проведен анализ тенденций формирования заемного капитала авиакомпаний Украины. Определены основные источники формирования заемного капитала, которые сегодня характерны для предприятий авиационной отрасли.

Tendencies of forming the debt capital of Ukraine airlines were analyzed in the article. The major sources of forming the debt capital in aviation were also covered.

Постановка проблеми

На сучасному етапі розвитку економіки країни слід відмітити динамічне зростання попиту на повітряні перевезення. Темпи зростання ринку пасажирських авіаперевезень значно перевищують середньосвітові та залишаються найшвидшими з-поміж всіх видів транспорту. Однак, не дивлячись на позитивну динаміку основних показників пасажирських регулярних перевезень на міжнародних лініях, українські авіакомпанії загалом не витримують паритету з іноземними авіакомпаніями як за обсягами перевезень, так і за частотою виконання рейсів. Передумовами для успішного конкурентного протистояння залишаються пошук необхідних додаткових коштів і подальша координація дій серед українських перевізників. В сучасних умовах саме забезпечення авіакомпаній технологічними, виробничими, комерційними ресурсами дасть змогу посилити конкурентоздатність вітчизняних авіаперевізників на світових ринках і, як наслідок, всієї національної авіатransпортної галузі.

Дослідження основних джерел формування позикового капіталу як складової частини загального аналізу сучасних тенденцій формування капіталу авіакомпаній є не тільки актуальним, але і необхідним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питання можливості використання позикового капіталу на підприємствах та джерела його формування давно обговорюються серед вчених і практиків, серед яких: Г. Дж. Александер, Дж. Брейлі, С. Ф. Брігхем, Дж. Ван Хорн та ін. Є розробки вітчизняних авторів, до них відносяться: І. О. Бланк, О. Д. Василик, А. М. Под-

дєрьогін, О. С. Стоянова, В. М. Суторміна, Г. Б. Поляк, О. О. Терещенко.

Невирішена раніше частина загальної проблеми

Проте постійні зміни в економіці України взагалі, а також зміни у функціонуванні авіакомпаній зокрема, вимагають подальших досліджень.

Мета статті

Метою статті є аналіз основних тенденцій формування позикового капіталу авіакомпаній України та визначення ефективності використання позикового капіталу, враховуючи специфіку галузі.

Викладання основного матеріалу

На сьогодні діяльність авіаційної галузі забезпечують 88 авіакомпаній різних форм власності, що мають сертифікат експлуатанта та 30 аеропортів, а також ряд інших спеціалізованих підприємств. Управління повітряним рухом в зоні відповідальності України здійснює ДП ОПР «Украерорух» [2].

На сучасному етапі розвитку економіки країни слід відмітити, перш за все, динамічне зростання попиту на повітряні перевезення після тривалого спаду, що мав місце в Україні в 1992-1999 рр. Темпи зростання ринку пасажирських авіаперевезень значно перевищують середньосвітові та залишаються найшвидшими з-поміж усіх видів транспорту. Досягнення більшості вітчизняних авіапідприємств стійких позитивних результатів стало можливим лише після реалізації пріоритетних завдань, таких як

забезпечення доступності, розвинутості та безпеки авіаційної інфраструктури. Загалом станом на 2008 р. пасажирські перевезення здійснюються 36 вітчизняними авіакомпаніями. За період 01.01.2008 р. – 01.07.2008 р. загальна кількість здійснених літаками вітчизняних авіакомпаній пасажирських та вантажних комерційних рейсів склала 47,3 тисяч (проти 42,5 тис. за I півріччя 2007 р.), з яких 25,9 тисяч (проти 22,2 тис.) виконано на міжнародних та внутрішніх маршрутах на регулярній основі. За оперативними даними число пасажирів, які скористались послугами українських авіаперевізників за цей період, досягло 2,7 млн осіб (тоді як чотири роки тому ця цифра була вдвічі меншою), при цьому 1,9 млн пасажирів перевезли авіакомпанії-лідери: «Аеросвіт», «Міжнародні авіалінії України», «Донбасаеро» та «Дніпроавіа», з яких майже 54 відсотка – це пасажирі міжнародних регулярних рейсів [3]. При цьому слід зазначити, що стабільність та безпеку діяльності цивільної авіації створюють насамперед «Аеросвіт» та «Міжнародні авіалінії України» – авіакомпанії з високими стандартами якості, які займають першу та другу позиції у вітчизняному рейтингу пасажирських авіакомпаній-перевізників. Саме їх економічне становище та технічне оснащення в першу чергу визначають поточний та перспективний стан галузі.

Однак, не дивлячись на позитивну динаміку основних показників пасажирських регулярних перевезень на міжнародних лініях, українські авіакомпанії загалом не витримують паритету з іноземними авіакомпаніями як за обсягами перевезень, так і за частотою виконання рейсів. Останнім часом загальні обсяги перевезень пасажирів іноземними авіакомпаніями в середньому на 50 % перевищують обсяги перевезень вітчизняними авіакомпаніями, а на деяких напрямках перевага іноземних перевізників ще вагоміша. Так, значна перевага іноземних авіакомпаній спостерігається на ринках перевезень між Україною та Росією, Грузією, Австрією, Чехією, Німеччиною, Францією, Угорщиною, Польщею, Великобританією, Ізраїлем, Туреччиною, Нідерландами та США. Викликає занепокоєння ситуація, яка склалася на ринку перевезень між Україною та країнами Балтії, де повністю домінують авіакомпанії «Lithuanian Airlines», «Air Baltic» та «Estonian Air», з цього року новим швейцарським авіаперевізником «Flybabo» розпочато виконання рейсів за маршрутом Женева – Київ, відновила виконання регулярних польотів до Києва з Копенгагену авіакомпанія «SAS», румунський авіаперевіз-

ник «Carpatair» започаткував виконання польотів за маршрутами Бухарест – Київ та Тімішоара – Київ, а туніська авіакомпанія «TunisAir» – за маршрутом Монастир – Київ. Сьогодні до України виконують регулярні польоти 44 авіакомпанії з 31 країни світу за 92 маршрутами. Кількість обслугованих польотів, виконаних літаками та вертольотами авіакомпаній України, склала 41,6 тис. проти 134,4 тис. іноземних авіакомпаній [2].

Пошук додаткових коштів і подальша координація дій серед українських перевізників залишаються передумовами для успішного конкурентного протистояння. В сучасних умовах саме забезпечення авіакомпаній технологічними, виробничими, комерційними ресурсами дасть змогу посилити конкурентоздатність вітчизняних авіаперевізників на світових ринках і, як наслідок, всієї національної авіатранспортної галузі.

Визначальними напрямками роботи авіаційних підприємств, які гарантують сьогоднішній стабільний розвиток всієї галузі, є, насамперед, впровадження нових заходів із забезпечення безпеки польотів та європейських стандартів обслуговування, подальша модернізація та оновлення парку повітряних суден, розвиток мережі маршрутів вітчизняних авіакомпаній, розширення географії міжнародних та внутрішніх польотів, тому виникає необхідність в залученні додаткових коштів, що здатні забезпечити потреби підприємств галузі.

Досліджуючи досвід формування позикового капіталу авіапідприємств України необхідно зазначити – історично так склалося, що в період економічної кризи часів перебудови сфера формування позикового капіталу авіапідприємств виявилася найбільш вразливою. Зумовлено було це, по-перше, тим, що процес формування позикового капіталу був деформований ще в періоди зростання, стабілізації та стагнації економічного розвитку, тобто ще до початку 1991 р. По-друге, високі темпи інфляції та неімовірне зростання цін (тарифів) призвело до зниження життєвого рівня населення і, тим самим, до зменшення попиту на продукцію, в тому числі на послуги авіапідприємств, що значно зменшило можливості інвестування і кредитування авіакомпаній. По-третє, в період переходу до ринкових умов господарювання держава втратила свою регулюючу функцію, пов'язану із стимулюванням розвитку авіапідприємств, не дивлячись на те, що авіапідприємства, в основному, мали державну форму власності [1].

Аналіз тенденцій формування позикового капіталу авіапідприємств України протягом багатьох років показав, що довгострокові кредити банків до 2003 р. в галузі майже не використовувались. Випуск облігацій навіть теоретично на авіаційному транспорті не розроблявся. Авіапідприємствам не було сенсу брати кредити, розраховуватися за них власними прибутками. Основна причина цього полягала в тому, що у відповідності з програмою розвитку підприємств авіаційної галузі, для ліквідації диспропорцій в попиті і можливостях його задоволення в окремому регіоні, виділялися централізовані державні кошти, які можливо було використати не відшкодовуючи.

В сучасних умовах господарювання авіапідприємств роль позикових коштів постійно зростає. Якщо ще у 2001-2003 рр. за рахунок перенесеної вартості основного капіталу, тобто за рахунок амортизації, а також за рахунок прибутку і державних гарантій можливо було покрити всі витрати на розширення і розвиток авіакомпаній, то на сучасному етапі розвитку підприємств авіаційної галузі, для оновлення парку і організації належних умов функціонування компаній, коштів отриманих за рахунок прибутку або амортизації явно недостатньо. Окрім того, прибуток можна вважати джерелом додатково необхідних коштів лише для високорентабельних авіапідприємств. Вагомою причиною зазначеної ситуації є репресивний характер чинної податкової системи, яка спонукає надмірне вилучення коштів з прибутку авіапідприємств [5].

Таким чином, авіапідприємства почали залучати довгострокові кредити, питома вага яких в джерелах формування позикового капіталу невинно зростає. Розглядаючи позикові джерела з позиції стимулювання ефективного функціонування авіапідприємств, необхідно враховувати, що привабливість кредитів залежить від процентної ставки, масштабів кредитування, умов і термінів погашення боргових зобов'язань. Взагалі, використання кредитних коштів забезпечує скорочення податкових платежів, виходячи з того, що сума відсотків, які сплачуються за кредит, входить до валових витрат авіапідприємства, зменшуючи його оподаткований прибуток. Отже, при зростанні обсягів кредиту, з одного боку, знижується сума доходів авіапідприємства у зв'язку з необхідністю повернення боргу і відсотків за кредит, а з іншого – збільшується економія власних коштів і підвищується капіталовіддача внаслідок впровадження більш досконалої і ефективної авіаційної техніки.

Відносно емісії облігацій слід зазначити, що в Україні фондовий ринок тільки зароджується, але втішає той факт, що первинний ринок цінних паперів вже сформовано. Особливістю первинного ринку є те, що на ньому реалізуються нові випуски цінних паперів і кошти інвестора отримує безпосередньо емітент цих паперів. На сьогодні в Україні емісію цінних паперів можуть здійснювати: уряд, органи місцевого самоврядування, юридичні особи всіх форм власності, а також фізичні особи за окремими видами фінансових зобов'язань. На вторинному ринку цінних паперів здійснюється обіг вже розміщених фондових інструментів. Основна функція цього ринку полягає в забезпеченні обігу раніше емітованих цінних паперів, тобто забезпечення обміну фондових інструментів між інвесторами. Метою вторинного ринку є створення механізму для швидкого переміщення цінних паперів від одного власника до іншого, що підвищує ліквідність і доходність цінних паперів. Отже, існує нерозривний зв'язок між первинним і вторинним ринками цінних паперів: на первинному – емітують, реалізують і розміщують нові випуски цінних паперів, на вторинному – забезпечується ефективний обіг раніше емітованих цінних паперів. Наявність вторинного ринку цінних паперів є необхідністю для функціонування фондового ринку та підприємницької діяльності. Залучення позикових коштів через емісію облігацій пов'язане з ризиком для авіапідприємств, адже, на відміну від залучення кредитів, емісія облігацій не передбачає повного погашення боргу у визначені терміни, тому що рівень доходу за облігаціями завжди має прогнозний характер. Разом з тим, емісія облігацій прямо залежить від того, чи буде інвестиційний проект реалізовано сповна і чи задовольняє очікування його доходності (прибутковості). При протилежному результаті авіапідприємство може втратити приналежність фондового ринку [1].

При дестабілізації економічної системи залучення позикових коштів ускладнюється, тоді як потреба в них надзвичайно загострюється, і розв'язання цього об'єктивного протиріччя обумовлює подальші перспективи економічної системи. Ця проблема характерна не тільки для економіки України: досвід країн, що спираються на розвинені традиції і сталий досвід підприємництва, засвідчує, що періоди економічного занепаду, як правило, супроводжуються затуханням кредитної діяльності, а її пожвавлення на стадії стабілізації досягається спеціальними заходами державного втручання та заохочення [4]. Для економіки нашої держави завдання

ускладнюється у зв'язку з тим, що арсенал необхідних заходів не напрацьований достатньою мірою, а сфери їх прикладення остаточно не визначені.

Так, прикладом гострої необхідності в коштах і неефективності існуючих механізмів формування позикових коштів виступають спроби оновити парк повітряних суден компанією «Авіалінії України», яка протягом останніх років зовсім припинила своє існування. Аналізуючи історію спроб «Авіаліній України» придбати в лізинг сучасну авіаційну техніку, необхідно зазначити наступне: парк компанії станом на 2000 р. складали застарілі, дорогі в експлуатації Іл-62М, Ту-154М і Ту-134, ще в 1995 – 1997 рр. «Авіалінії ...», відповідно до тендера, проведеного КМУ, оформили всі документи на придбання двох далекомагістральних Boeing 767-200 і трьох середньомагістральних А-320-200 (Boeing 767 споживає вдвічі менше пального, аніж Ту-154М, що підкреслює доцільність оновлення парку, зважаючи на світові ціни на паливо), проте уряд України відмовився надати гарантії і проект не було реалізовано; плани щодо придбання в лізинг сучасних машин з'явилися й пізніше, але жоден із них не був доведений до кінця; авіакомпанія так і не спромоглась знайти кошти на оновлення парку і працювати, як повноцінна авіакомпанія [7].

Дослідження світового ринку авіаперевезень доводять, що в усьому світі більшість літаків продається за лізинговими схемами. На жаль, невдалий досвід роботи державної лізингової компанії «Укртранслізинг» показав, що без потужних фінансових партнерів при організації лізингових схем не обійтися. Тому в Україні продаж літаків здійснюється за підтримкою компанії JP Morgan Europe і швейцарського банку Credit Swiss First Boston, які співпрацюють з вітчизняними комерційними банками та вітчизняними авіавиробниками, обслуговуючи лізингові проекти щодо інвестування виробництва й продажу літаків (проекти передбачають залучення декілька мільярдів доларів) [8].

Лізингові проекти в Україні здійснюються не лише з використанням банківського капіталу та капіталу іноземних інвесторів; так на початку 2008 р. авіакомпанією «Львівські авіалінії» було підписано контракт з авіакомпанією «Аеросвіт» щодо надання останньому в оренду літака Як-42 на літню програму [9]. Взагалі з 16 літаків, які зараз експлуатує авіакомпанія «Аеросвіт», у її власності знаходиться лише один, інші 15 експлуатуються за лізинговими договорами (операційний лізинг сухий, тобто в лізинг беруться лише літаки без екіпажу).

Досліджуючи основні тенденції формування позикового капіталу авіакомпаніями України, слід звернути увагу на досвід авіакомпанії-лідера «Міжнародні авіалінії України», яка стала першою в Україні авіакомпанією, що поповнила свій флот вантажним літаком Boeing 737-300SF, підписавши угоду про лізинг з компанією GE Commercial Aviation Services (GECAS). Наявність вантажного літака Boeing 737-300SF дозволила авіакомпанії «Міжнародні авіалінії України» долучити до своєї мережі вантажоперевезень транзитний аеропорт Львж, а також деякі східні напрямки, крім цього, незважаючи на витрати по обслуговуванню даної лізингової угоди, експлуатація Boeing 737-300SF сприяла збільшенню прибутку та зміцненню «Міжнародними авіалініями України» лідируючих позицій на українському ринку, оскільки завдяки своїй економічності та екологічним показникам цей літак дозволяє значно зменшити витрати на експлуатацію та технічне обслуговування. Враховуючи свій вдалий досвід, а також попит на послуги вантажоперевезень, авіакомпанія «Міжнародні авіалінії України» наприкінці 2009 р. планує взяти у лізинг ще один вантажний літак Boeing 737-300SF [10].

Лізингова схема з придбання Boeing 737-300SF – не єдиний яскравий витяг з кредитної історії авіакомпанії «Міжнародні Авіалінії України», так у березні 2008 р. банк «Фінанси та Кредит» відкрив кредитну лінію на суму 40 млн грн [11], ці кошти були необхідні компанії задля оснащення Boeing 737 вінглетами, а також впровадження технології купівлі електронних квитків. Таким чином, «Міжнародні Авіалінії України» стали першою авіакомпанією на пострадянському просторі та однією з перших у Європі, що прийняла рішення про встановлення вінглетів на авіалайнерах Боїнг 737-500 та 737-300, які вона експлуатує. Важливим результатом цього нововведення є збільшення паливної ефективності, що актуально у світлі стрімкого зростання цін на енергоносії; використання вінглетів також дозволить скоротити витрати, пов'язані з технічним обслуговуванням літаків. Аналізуючи витяги з кредитної історії авіакомпанії «Міжнародні Авіалінії України», можна зробити цілком обґрунтований висновок щодо ефективності залучення позикового капіталу не лише для оновлення та модернізації парку, а і впровадження новітніх технологій в господарську діяльність авіакомпанії.

Розглядаючи кредитну історію авіаперевізника «Дніпроавіа», можна спостерігати також

оновлення парку за рахунок позикових коштів. Так, на початку 2008 р. «Дніпроавіа» придбала, використовуючи позикові інвестиції, надані комерційним банком «Приватбанк», літак 1993 р. випуску Boeing 737-400 [12]. На жаль, вартість угоди «Дніпроавіа» не розголошує, але все пак ми маємо приклад позикового інвестування.

Таким чином, авіапідприємства для прийняття рішень щодо формування позикового капіталу можуть розглядати декілька варіантів, серед яких використання кредиторської заборгованості; покриття недостатніх коштів позиковим капіталом з подальшими відсотковими платежами й поверненням основного кредитного боргу; залучення коштів, яких не вистачає, шляхом емісії облігацій; залучення коштів сторонніх вітчизняних та зарубіжних інвесторів у формі позикового інвестування або ж коштів у вигляді державного кредиту.

Звичайно, національна економіка України, як і підприємства авіаційної галузі, може виходити з кризи і оновлювати свій основний капітал за рахунок власних резервів, але термін цього процесу може тривати близько 20 років. Було б доцільніше, враховуючи досвід розвинутих країн, створити сприятливі умови та побудувати механізм формування позикового капіталу, впровадити позиковий капітал особливо у вигляді кредитних ліній, овердрафту, вексельних програм, лізингу та товарного кредиту для розвитку підприємств авіаційної галузі.

Висновки

Узагальнюючи вищезазначене, можна зробити наступний висновок:

- посилення конкурентоздатності авіакомпаній і, як наслідок, всієї національної авіатранспортної галузі в цілому (підвищення рівня рентабельності компаній, збільшення обсягів авіаперевезень, розширення мережі польотів, підвищення доступності авіаційного транспорту для мешканців України та інших країн); надання послуг, що за рівнем якості відповідають продуктові провідних світових авіаперевізників (підвищення привабливості України як транзитної держави, розвиток аеропортів); сприяння збалансованому економічному, соціальному, технологічному та інвестиційному розвитку України, включаючи східний регіон країни; створення нових робочих місць в авіаційному транспорті і суміжних галузях економіки можливо досягти лише при залученні в економіку галузі необхідних коштів, як власного, так і позикового характеру. Використання позикових коштів при організації господарської діяльності авіакомпаній України лише сприяє стабілізації

економічного становища галузі, підвищенню ефективності діяльності, а також приросту доходів. Окрім цього, враховуючи ефективність експлуатації конкретних типів літаків, а також внутрішню економічну політику, кожна авіакомпанія має можливість вибрати найефективніше саме для неї джерело фінансування підтримання або розширення своєї діяльності, придбання пального, оновлення парку, введення сучасних ІТ-технологій, розширення спектру високотехнологічних продуктів, застосування індивідуальних підходів до кожного пасажира тощо.

Таким чином, проблема формування позикового капіталу підприємств авіаційної галузі не може бути вирішена без подальшого дослідження структури побудови механізму формування позикового капіталу, побудови функціонально-цільової схеми взаємодії функціональних підсистем, підсистем забезпечення та економічних важелів, що діють при здійсненні господарської діяльності авіакомпаній, комплекс яких повинен бути направлений на забезпечення досягнення цілей авіакомпанії будь-якого порядку.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Дороніна, М. С. Управління економічними та соціальними процесами підприємства [Текст] : монографія / М. С. Дороніна. – Х.: Вид-во ХДЕУ, 2002. – 432 с.
2. Офіційний сайт Державіаслужби України [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: [//www.avia.gov.ua](http://www.avia.gov.ua)
3. Статистичний щорічник України за 2007 рік [Текст] / Держ. комітет статистики України ; за ред. О. Г. Осауленка. – К.: Техніка, 2008. – 598 с.
4. Гарнер, Д. Привлечение капитала [Текст] / Д. Гарнер, Р. Оуэн, Р. Конвей. – пер. с англ. – М.: Джон Уайли энд Санз, 2004. – 464 с.
5. Троцький, Г. Кредити у сні й наяву [Текст] / Г. Троцький, І. Неєлов // Бізнес. – 2007. – № 6. – С. 12-13.
6. Encarta World English Dictionary [Текст]. – New York: St. Martin's Press, 2003. – 1109 p.
7. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: www.dt.ua
8. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: www.news.finance.ua
9. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: www.asko.kiev.ua
10. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: www.flyuia.com
11. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: www.Fin.Org.ua
12. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: www.dniproavia.com

Надійшла до редколегії 24.04.2009.

Прийнята до друку 29.04.2009.

МЕХАНІЗМ ВЗАЄМОДІЇ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ АВІАТРАНСПОРТНОЇ ПОСЛУГИ

В статті обґрунтовано механізм взаємодії авіакомпанії з суб'єктами зовнішнього середовища та визначено, що саме на основі корпоративних стосунків при поєднанні трьох господарюючих суб'єктів та визначення їх єдиних економічних інтересів забезпечується процес взаємозв'язку по забезпеченню результативності авіатранспортної послуги.

В статье обоснован механизм взаимодействия авиакомпании с субъектами внешней среды и определено, что именно на основе корпоративных отношений при сочетании трех хозяйствующих субъектов и определения их единственных экономических интересов обеспечивается процесс взаимосвязи по обеспечению результативности авиатранспортной услуги.

In the article the mechanism of co-operation of the airline with the subjects of external environment is substantiated and it is defined that exactly on the basis of corporate relations at combination of three managing subjects and determination of their unique economic interests the process of intercommunication on providing of effectiveness of air transport service is provided.

Постановка проблеми

В сучасних ринкових умовах на транспортному ринку на перший план висуваються проблеми, пов'язані з відповідністю цін транспортним послугам, а також транспортному маркетингу. У першу чергу таке положення пояснюється підвищенням вимог клієнтів авіаційного транспорту до якості їх обслуговування.

Авіакомпанії України з метою стабілізації та стійкого прибуткового функціонування застосовують маркетингові інструменти, а саме вплив реклами, проте зусилля різних сторін не скоординовані та не мають системного характеру. Неповною мірою забезпечується взаємодія всередині авіаційної галузі та з іншими учасниками транспортного процесу, тому що не визначено механізм розподілу ефекту від перевезення. Турбуючись про отримання своєї частки прибутку, підприємства авіаційного транспорту повинні намагатися максимально задовольнити потреби споживачів. Необхідно вдосконалювати зв'язки між усіма учасниками транспортного процесу, упорядковувати різні форми партнерства між ними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Попередні дослідження показують, що реклама має неабияке суспільне значення [1, 2, 3, 4]. Дуже багато робіт присвячено саме рекламі, але не рекламі транспортних послуг, багато робіт присвячені взаємозв'язку авіакомпаній з суб'єктами зовнішнього середовища, а саме банками, страховими компаніями, іншими авіакомпаніями.

Невирішена раніше частина загальної проблеми

На жаль, але саме реклама транспортних послуг є проблемою і невирішеною проблемою, бо на даний момент дуже мало робіт, присвячених саме цій темі, і зовсім немає робіт, присвячених темі взаємозв'язку авіакомпаній та рекламних агентств по забезпеченню результативності авіатранспортної послуги.

Мета статті і виклад основного матеріалу

Метою даної статті є створення механізму взаємодії по забезпеченню результативності авіатранспортної послуги, а головне, досягнення консолідованих вигод для всіх учасників даного процесу.

В умовах посилення конкуренції на ринку і розширення запитів споживачів до якості обслуговування зростає роль маркетингу в управлінні діяльністю підприємств авіаційного транспорту. Вдосконалення маркетингової діяльності на авіаційних підприємствах має реалізовуватися у таких напрямках:

- забезпечення цінової, інвестиційної та комунікаційної політики, здійснення комплексних досліджень, відстоювання інтересів учасників транспортного процесу у владних структурах та ін.;

- формування єдиних стандартів і забезпечення умов ефективного функціонування партнерських організацій, задіяних у перевізному процесі (логістичних, транспортно-експедиційних компаній, комерційних структур);

- посилення різномірної взаємодії з іншими учасниками транспортного процесу, що до-

звільнить більш ефективно узгоджувати параметри оперативної діяльності, як в інтересах підприємств авіаційного транспорту, так і безпосередніх споживачів транспортних послуг.

Відправним пунктом маркетингової діяльності транспортних підприємств і однією з важливих складових системи транспортного маркетингу є комплексний аналіз транспортного ринку та вивчення попиту споживачів транспортних послуг. Тому комплекс маркетингових досліджень приділяє головну увагу виявленню пріоритетної проблеми, що стоїть перед підприємством, і правильному формулюванню завдань, на вирішення яких вони повинні бути спрямовані.

Саме тому можливо запропонувати наступну структуру маркетингових досліджень у транспортних організаціях:

- дослідження кон'юнктури ринку пасажирських перевезень;
- аналіз попиту і пропозиції та визначення місткості транспортного ринку;
- дослідження суб'єктів ринку транспортних послуг (споживачів, конкурентів тощо);
- аналіз конкурентів;
- сегментування ринку за швидкістю доставки, за ціною перевезення та гарантією транспортного сполучення;
- прогноз розвитку транспортного ринку (особливо на довгострокову перспективу з метою вчасного реагування на запити транспортного ринку).

Таким чином, економічна самостійність підприємств, орієнтація їх діяльності на сучасні ринкові відносини вимагають пошуку нових форм і методів роботи, за допомогою яких, у нових умовах, було б можливо управляти підприємствами для досягнення ефективності їх роботи, орієнтуватися на зміни ринкового попиту та чинників, що впливають на нього.

Ефективності маркетингової діяльності можна досягти лише шляхом оптимального вирішення задач на всіх рівнях ієрархії управління та взаємної цілеспрямованої діяльності усіх ланок, залучених до цього процесу, а саме:

- 1) проаналізувати існуючу структуру управління авіаційним транспортом;
- 2) визначити основні функціональні зв'язки між провідними ланками по забезпеченню результативності транспортної послуги;
- 3) запропонувати основні напрямки вдосконалення механізму взаємодії суб'єктів господарської діяльності по забезпеченню результативності транспортних послуг;
- 4) розробити модель ефективної взаємодії по забезпеченню результативності авіаперевезень з урахуванням впливу реклами.

Останні два пункти є найбільш актуальними, тому що в сучасних умовах зберігається складна вертикальна ієрархія управління авіаційною галуззю й окремими підприємствами, що входять до здійснення транспортного процесу. Авіаційна галузь ще не повністю адаптована до вимог ринку та зорієнтована на комерційну зацікавленість кожного окремого її елементу. Саме тому розробка і реалізація збалансованих економічних відносин учасників авіатransпортного процесу призведе до забезпечення ефективності авіаперевезень.

Необхідно визнати, що сьогодні в більшості транспортних підприємств відповідальність за окремий елемент маркетингу – рекламу – покладений на неспеціалізовані відділи підприємства. Це значно зменшує ефективність роботи підприємства та отримання прибутку. Окремі транспортні організації не мають фінансових можливостей для здійснення комплексних досліджень ринку та досягнення системного ефекту від узгодження інтересів учасників транспортного процесу.

Саме тому виникає необхідність побудови на підприємствах авіаційного транспорту певної взаємодії учасників по наданню транспортної послуги, здатної вирішити зазначені проблеми та досягти взаємних вигод. Це обумовлює необхідність розробки відповідної методики визначення умов взаємодії авіакомпаній із суб'єктами зовнішнього середовища, метою якої повинне бути визначення основних характеристик діяльності підприємства, достатніх для ініціалізації його взаємодії із суб'єктом зовнішнього середовища. Для цього необхідно вирішити наступні задачі: вибір суб'єкта взаємодії і визначення можливого результату його дії; встановлення можливостей впливати на результат діяльності; визначення характеристик авіакомпанії, що забезпечують необхідний результат дій іншого учасника по наданню транспортної послуги.

Методика визначення умов взаємодії авіакомпанії з суб'єктом зовнішнього середовища реалізує організаційно-економічний підхід в забезпеченні розвитку авіакомпанії, оскільки, по-перше, виконання кожного з етапів припускає виконання аналізу та оцінки інформації, планування робіт і організації робіт, наступні етапи відбивають послідовність, як відтворення процесу взаємодії двох суб'єктів з урахуванням знань і уявлень кожного з них; по-друге, інформаційне повідомлення дозволяє стимулювати авіакомпанію про прийняття рішення про доцільність взаємодії з агентством на умовах, передбачених проектом розвитку.

Практичне застосування запропонованих комплексних положень дозволяє:

- вибрати із множини суб'єктів, які взаємодіють, варіант, який призведе до «корисності» всіх суб'єктів взаємодії;

- визначити можливий результат дій агентства у взаємодії і врахувати його при розробці спільної діяльності;

- сформуванню інформаційне повідомлення про перспективну діяльність агентства, що «переконає» авіакомпанію про доцільність взаємодії з ним на умовах, які б забезпечили вигідність кожній стороні угоди.

- скоротити час на організацію взаємодії авіакомпанії із суб'єктом зовнішнього середовища шляхом формування переліку ситуацій і моделей взаємодії із суб'єктом зовнішнього середовища різних класів.

Саме тому можна узагальнити базові передумови взаємодії виробничо-господарських підприємств по наданню транспортних послуг:

- єдність системних цілей всіх учасників по наданню транспортної послуги та їх корпоративна зацікавленість у загальносистемному ефекті транспортної послуги;

- єдність комплексної транспортної послуги як єдиного нероздільного продукту з узагальненими параметрами якості, витратами, сервісом та ін.;

- комплексність споживацьких очікувань авіапасажирів або комплексність оцінки якості транспортної послуги;

- необхідність прийняття комплексних узгоджених рішень по наданню транспортної послуги;

- можливість появи додаткової результативності авіаперевезень при взаємодії виробничо-господарських підприємств по наданню авіатransпортних послуг, яка проявляється в розподілі прибутку від авіаційних перевезень.

Головним концептуальним положенням взаємодії виробничо-господарських підприємств по наданню авіатransпортної послуги є інтеграція трьох суб'єктів, які забезпечують створення іміджу, доведення до аудиторії інформації та оцінка задоволення споживача послугою, у єдиний комплекс взаємоузгоджених дій і процесів. Фактично при цьому формується віртуальний простір (центр), де діяльність підприємств зводиться до досягнення взаємних інтересів, при цьому забезпечуючи кожну структурну одиницю взаємними вигодами.

Отже, саме такий організаційний механізм взаємодії виробничо-господарських суб'єктів по наданню авіатransпортної послуги забезпечує увесь комплекс взаємозв'язків між учасниками транспортного процесу, дозволяє швидко

реагувати на коливання ринкової кон'юнктури та зберігати позиції авіакомпанії на ринку транспортних послуг. Саме така структура взаємодії може забезпечити досягнення взаємних інтересів по отриманню взаємних вигод. А взаємні або консолідовані вигоди можливо забезпечити тільки на основі взаємодії суб'єктів, які виробляють транспортну послугу (авіакомпанія) та які її просувають (рекламні агентства) на споживчий ринок (споживач).

Оскільки одним із головних інструментів вдосконалення успішної роботи авіакомпанії на ринку транспортних послуг є саме реклама, то необхідно запропонувати саме такий механізм взаємодії, де враховувалися б інтереси трьох учасників транспортного процесу, а саме авіакомпанії, рекламного агентства та споживача. Даний підхід стосується ролі реклами для споживачів транспортних послуг, стосовно рекламодавців або виробників та їх мети застосування реклами для збільшення збуту і як наслідок отримання додаткового прибутку та розширення сегменту збуту на даному ринку.

Доцільним є формування моделі розподілу результатів від здійсненої авіаційної послуги для досягнення економічного ефекту авіакомпанії та отриманням агентством певного відсотку, який забезпечив відповідне споживання транспортної послуги. Для формування інноваційної моделі комплексного механізму взаємодії виробничо-господарських суб'єктів за рахунок застосування реклами необхідно вирішити такі завдання: проаналізувати та оцінити взаємозв'язок між рекламою та динамікою реалізації авіатransпортних послуг; визначити потенційну ємність на відповідному сегменті ринку; сформуванню економіко-математичне рівняння залежності показників реклами та реалізації транспортних послуг; визначити точку беззбитковості діяльності авіакомпанії; адаптувати механізм ціноутворення на відповідні послуги; визначити питому вагу впливу реклами на споживання транспортної послуги, визначити певний процент рекламному агентству за споживання транспортної послуги, довести доцільність застосування запропонованої моделі.

Кожен із учасників взаємодії при встановленому управлінні отримує певні вигоди. Споживач отримує якісну транспортну послугу і досягає задоволення своїх потреб, авіакомпанія отримує прибуток за надані транспортні послуги, рекламне агентство отримує відсоток від прибутку за кожного перевезеного пасажирів. Саме тому можливо обґрунтувати варіанти форм ефективної взаємодії відносно співпраці авіакомпанії із зовнішнім суб'єктом господарювання (рекламним агентством) на основі за-

питів кінцевих споживачів. Очікуваним варіантом є варіант, де взаємні інтереси абсолютно пропорційні, але насправді існує інший варіант, коли авіакомпанія диктує свої пропозиції по можливим перевезенням, а рекламне агентство лише сповіщає про можливість отримання якісних перевезень. Ще один варіант – коли рекламне агентство превалює в подачі інформації про можливі, а не реальні перевезення. Тоді споживач оплачує отриману недостовірну інформацію. І останній існуючий варіант – коли споживач є джерелом інформації, яка буде надана рекламним агентствам і передана відповідним компаніям, які платоспроможні задовольнити потреби споживача згідно свого потенціалу. При кожній взаємодії утворюється центр взаємних інтересів по забезпеченню взаємних вигод. Цей центр створюється на основі договорів про комерційну діяльність та запитів і потреб споживачів. При будь-якій взаємодії споживач відіграє одну із головних ланок процесу, бо саме він диктує свої запити, саме він розраховується за транспортну послугу і саме його потреби повинні задовольнити якісна транспортна послуга.

Саме тому необхідно запропонувати конкретні форми і методи реалізації взаємодії зі споживачами авіатransпортних послуг: чіткий відбір споживача; залучення споживачів; утримання постійних авіапасажирів; формування лояльної групи споживачів.

Для цього розроблено механізм взаємодії, який дозволить визначити, що ще одним із учасників по досягненню результативності транспортної послуги виступає рекламне агентство. Агентство історично знаходиться між тим, хто бажає рекламувати, і тим, хто бажає купувати. Процес в ідеалі виглядає наступним чином: рекламодавець формує цілі та задачі рекламної комунікації, агентство розробляє його форму і передає звернення рекламній аудиторії.

Перш за все агентство – це агент, що діє від чужого імені та за чужий рахунок. Але цей стереотип необхідно змінити. Рекламне агентство повинно діяти від імені рекламодавця, але за свій рахунок. Тільки при такій схемі роботи буде зацікавленість в збільшенні попиту на послугу рекламодавця і отримання від нього за кожного споживача визначеного відсотка.

Саме тому можна запропонувати авіакомпанії застосовувати для розрахунку з рекламним агентством схему, де відшкодування здійснюються на основі розподілу ефекту, тобто розраховується рентабельність споживача, рентабельність рекламного агентства та рентабельність авіакомпанії з врахуванням ризику кожного. Ці положення повинні заноситися до договору, в

якому будуть встановлені відсотки винагороди за кожного залученого пасажира, тобто авіакомпанія розраховується з рекламним агентством за результативність транспортної послуги. Авіакомпанія на сплачує попередньо сплановану рекламну кампанію, а розраховується з рекламним агентством, беручи відсоток від оплати кожного пасажира за певний період, який оговорюється при складанні угоди.

Висновки

На основі корпоративних стосунків при поєднанні трьох господарюючих суб'єктів та визначення їх єдиних економічних інтересів необхідно створити механізм взаємодії по забезпеченню результативності авіатransпортної послуги, а головне досягнення консолідованих вигод для всіх учасників даного процесу.

Розроблений механізм дає можливість моделювати результативність авіатransпортної послуги під впливом реклами, а саме, на скільки збільшиться попит на авіатransпортну послугу під впливом реклами, який прибуток отримає від цього рекламодавець-авіакомпанія, і, відповідно, який відсоток від споживання транспортної послуги отримає рекламне агентство за визначений період часу.

Отже необхідно зробити висновок, що вибір рекламного агентства і робота з ним є дуже складним процесом, але ця взаємодія на основі партнерських відносин є одним із інструментів по збільшенню попиту на авіаперевезення, тим самим досягнення результативності авіатransпортної послуги.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Добрянська, О. А. Управління рекламною діяльністю як фактор підвищення ефективності господарювання [Текст] : дис. ... канд. екон. наук: 08.06.01 / Інститут регіональних досліджень НАН України. – Л., 2004. – 197 с.
2. Аксёнов, И. М. Маркетинг на объектах транспорта [Текст] : монография / И. М. Аксёнов. – Ніжин: ООО «Вид-во «Аспект-Поліграф», 2006. – 336 с.
3. Лосева, А. С. Организационные методы привлечения потребителей на рынке транспортных услуг [Текст] : дис. ... канд. екон. наук: 08.00.05 / СПбГУЭФ.– СПб., 1998. – 135 с.
4. Динчев, С. В. Моделирование эффективной рекламной политики предприятия [Текст] : дис. ... канд. екон. наук: 08.03.02 / Донецкий нац. ун-т. – Донецьк, 2004. – 154 с.

Надійшла до редколегії 24.04.2009.

Прийнята до друку 28.04.2009.

В. А. ВАСИЛЕНКО (Національний авіаційний університет, Київ)

ОЦІНКА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ АВІАПІДПРИЄМСТВ У ПЕРІОД ЕКОНОМІЧНОЇ НЕСТАБІЛЬНОСТІ

Визначено підходи до оцінки конкурентоспроможності авіапідприємства, що можуть бути використані для покращення економічного стану компанії в умовах фінансової кризи.

Определены подходы к оценке конкурентоспособности авиапредприятия, которые могут быть использованы для улучшения экономического положения компании в условиях финансового кризиса.

Approaches to the estimation of competitiveness of an air transport company, which can be used for the improvement of economic position of the company in the conditions of financial crisis, are determined.

Постановка проблеми

Світова економічна криза серйозно торкнулася галузі авіаційних перевезень у всьому світі. Провідні авіакомпанії повідомляють про серйозний спад попиту на перевезення в бізнес-класі, причому падіння торкнулося як міжнародних, так і внутрішніх рейсів. Крім того, світовий ринок авіаційних перевезень почав падіння в 2008 р. ще на тлі високих цін на авіаційне паливо, через це тарифи на переліт зараз вище, ніж минулого року. Тому кожне авіапідприємство, в умовах фінансової кризи, повинно вчасно розробити заходи зі стабілізації і подальшого зростання конкурентоспроможності шляхом оптимізації витрат на свою діяльність.

Аналіз останніх досліджень

Теоретична і методологічна основа досліджень базується на основних положеннях сучасної економічної теорії, опублікованих наукових працях таких учених, як Ю. Ф. Кулаєв, В. М. Загорулько, В. Д. Андріанов, А. Н. Литвиненко, І. П. Данілов, Ф. Котлер, М. Портер та ін. Разом з тим, у працях названих вчених питання конкуренції, а саме оцінка конкурентоспроможності авіапідприємства в умовах фінансової кризи нечітко висвітлювались.

Мета статті та виклад основного матеріалу

Метою статті є розробка схеми оцінювання конкурентоспроможності авіапідприємств в умовах фінансової кризи.

У вересні 2008 р. об'єми пасажирських перевезень у всьому світі, вперше за п'ять років, знизились згідно даним Міжнародної асоціації повітряного транспорту (IATA). Прогнозується, що в 2008 р. збитки галузі складуть більш як \$ 5,2 млрд, а в 2009 р. – \$ 2,5 млрд [5].

Експерти свідчать, що ще ніколи з моменту кризи в 2003 р., пов'язаної з епідемією SARS, ринок так «не просідав». Навіть повідомлення про падіння цін на нафту не змогли зупинити падіння попиту на швидкісні авіаперевезення.

За прогнозами вартість авіаційного палива досягне в нинішньому році близько 36 % від операційних витрат, тоді як в 2002 р. цей показник складав лише 13 % [5].

Згідно інформації Міжнародної ради аеропортів (ACI), аеропорти світу в жовтні 2008 р. в середньому зменшили пасажиропотік на 3,4 % порівняно з жовтнем 2007 р. Статистика ACI враховує показники 1,6 тис. аеропортів в 175 країнах, вони забезпечують 70 % світового трафіку.

Зростання пасажиропотоку – головним чином, за рахунок міжнародних перевезень – продовжують демонструвати лише аеропорти Близького Сходу (+ 13,9 %, 7,5 млн чоловік) і Африки (+ 3,3 %, 8,86 млн чоловік). Тому IATA довелося виключити 30 авіакомпаній з фінансових звітів 2008 р. [5].

Криза відбилася і на українському ринку авіаційних перевезень. В січні 2009 р. українські авіакомпанії перевезли 1,5 млн пасажирів, що на 19,2 % менше, ніж в першому місяці минулого року. Експерти констатують – це результат кризи і буде тільки гірше. Ще в грудні було зростання – на 15 % (до 2007 р.), а січневий результат на 13,8 % гірше грудневого – відзначають експерти. У новорічний пік з 27 грудня 2008 р. по 10 січня 2009 р. авіакомпанії виконали 931 чартерний рейс, тоді як роком раніше у них було удвічі більше (1730 рейсів) [3].

Спад відбувся в Україні пропорційно по всіх видах перевезень – чартерних і регулярних рейсах, внутрішніх і міжнародних напрямках.

Найуразливішими є внутрішні регіональні маршрути.

Із-за зниження числа пасажирів компанії скорочуватимуть кількість маршрутів, інтенсивність по них, а також парк літаків – відзначають аналітики. Перевізники почнуть знижувати тарифи, оголошуючи розпродажі, повністю або частково відмінюючи паливний збір – це буде «вимушений демпінг», який допоможе утримувати пасажиропотік на якийсь час.

Конкурентоспроможність авіапідприємства в умовах фінансової кризи повинна визначатися сукупністю конкурентних переваг, що входять до складу якості та надійності авіапослуг, що є дуже важливим для потенційних споживачів. Загальна схема оцінки конкурентоспроможності авіапідприємства в умовах фінансової кризи представлена на рис. 1.

Оцінку конкурентоспроможності авіа підприємства в умовах фінансової кризи потрібно починати з визначення мети та цілей дослідження:

– якщо необхідно визначити положення підприємства на ринку авіаперевезень, то досить провести пряме порівняння за останні 2...3 роки наданих авіапослуг в ринковому сегменті транспортних перевезень за найважливішими параметрами;

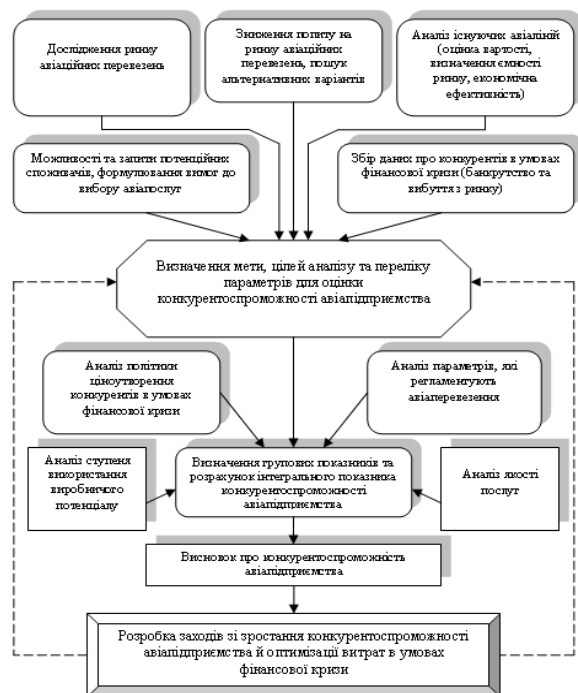


Рис. 1. Схема оцінки конкурентоспроможності авіапідприємства в умовах фінансової кризи

– якщо метою дослідження є оцінювання перспектив діяльності авіапідприємства в умовах фінансової кризи, то в аналізі слід викори-

стовувати інформацію, що включає відомості про існуючі та що знаходяться в стадії впровадження авіалінії, які вийдуть на ринок авіаперевезень у перспективі, а також відомості про зміну діючих у країні стандартів і законодавства, динаміку розвитку попиту на авіапослуги під час фінансової кризи.

Проводиться підрахунок групових показників авіакомпанії, які в кількісній формі виражають розходження між аналізованими авіапослугами й потребами по даній групі параметрів і дозволяє судити про ступінь задоволення наданих підприємством авіапослуг по цій групі. Розраховується інтегральний показник, що використовується для оцінювання конкурентоспроможності аналізованого авіапідприємства в умовах фінансової кризи за всіма розглянутими групами показників у цілому.

Результати оцінювання конкурентоспроможності авіапідприємства використовуватимуться для зіставлення висновку про нього, а також – для вибору шляхів оптимального антикризового управління.

Висновки й напрями подальших досліджень

Принципи й методи оцінювання конкурентоспроможності авіапідприємства в умовах фінансової кризи можуть бути використані для обґрунтування прийнятих рішень при:

- комплексному вивченні ринку авіаперевезень;
- розробленні заходів щодо підвищення конкурентоспроможності під час фінансової кризи;
- оцінюванні перспектив продажу авіапослуг і формуванні структури продаж;
- розробленні пропозицій з розвитку виробничого потенціалу авіапідприємства;
- контролі якості авіапослуг;
- встановленні політики ціноутворення на авіапослуги в умовах фінансової кризи;

Таким чином, для нормального функціонування і забезпечення конкурентоспроможності авіаційним підприємствам України необхідно проаналізувати форми накопичення фінансових резервів, які повинні ґрунтуватися на планованому об'ємі перевезень, як гарантія повернення залучених коштів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Маркетинг [Текст] : словарь / Г. Л. Азоев и др. – М.: ОАО «НПО «Экономика», 2000. – 362 с.

2. Фатхутдинов, Р. А. Конкурентоспособность организации в условиях кризиса: экономика, маркетинг, менеджмент [Текст] / Р. А. Фатхутдинов. – М.: Издательско-книготорговый центр «Маркетинг», 2002. – 892 с.
3. Авіаційний інформаційно-аналітичний сайт / Кризис в авиации: спасая от падения показателей, украинские авиакомпании простимулируют скидками [Електрон. ресурс]. – 02.04.09. – Режим доступа: <http://www.avianews.com/ukraine/2009/april/2a.htm>
4. Інформаційно-аналітичний сайт міжнародного транспорту / Плоский штопор. Кризис затронул авиаперевозки [Електрон. ресурс]. – 07.12.08. – Режим доступа: <http://transday.ru/analitika/18-transport/9586-ploskijstopor.html>
5. The IATA Dangerous Goods Regulations manual 2009 [Електрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iata.org/ps/publications/dgr.htm>

Надійшла до редколегії 24.04.2009.

Прийнята до друку 28.04.2009.

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ РЕЙКОВОГО ТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ

Розглядаються резерви підвищення ефективності функціонування рейкового транспорту в Україні в умовах жорсткої конкуренції з боку інших видів транспорту.

Рассматриваются резервы повышения эффективности функционирования рельсового транспорта в Украине в условиях жесткой конкуренции со стороны других видов транспорта.

The reserves of increasing the rail transport functioning efficiency in Ukraine in conditions of hard competition with other kinds of transport are considered.

Відомо, що розвинена економіка в сучасних ринкових умовах відходить від виробництва промислових товарів у бік удосконалювання пропонованих послуг. В таких умовах зростання добробуту населення потребує збільшення кількості варіантів транспортних сполучень, які відрізняються швидкістю і якістю обслуговування пасажирів.

Перехід економіки України до сучасних ринкових відносин пред'являє нові вимоги до транспортної системи країни, зокрема до залізничного транспорту. Проте, існуючі організаційно-економічна і технічна бази залізниць, модель управління транспортним виробництвом, що використовувалась до теперішнього часу, не забезпечують досягнення бажаних для Українських залізниць результатів (рівня доходності, прибутку, зростання об'ємів продаж), не відповідають вимогам ринкової економіки, потребують вдосконалення і принципово нового перспективного розвитку.

На рейковому транспорті України накопичилася велика кількість невирішених проблем: висока зношеність основних фондів, недосконалість тарифної системи, незадоволеність якістю і умовами перевезень з боку споживачів послуг, нехватка традиційних джерел фінансування.

Основні причини ситуації, що склалася, — недостача інвестицій у розвиток і оновлення виробничої бази.

Крім зносу фондів, серйозними проблемами є неврегульованість питань забезпечення вільного доступу до інфраструктури загальногo користування, а також застосування економічно справедливої тарифної політики.

Невідповідність між рівнем розвитку залізничної галузі і потребами соціально-економічного розвитку держави виявляється у вигляді проблем і дисбалансів, які найближчим часом

можуть стати причиною уповільнення соціально-економічного зростання країни.

Зниженню собівартості перевезень і задоволенню попиту, що росте, на якість транспортних послуг перешкоджають недостатній технічний рівень транспортного устаткування і накопичене відставання в області транспортних технологій.

Комплексний підхід до розвитку транспортної системи України чітко вказує на пріоритетне значення рейкового транспорту з позицій сталого розвитку.

В Україні при прийнятті більшості рішень, які стосуються розвитку транспортної системи, практично відсутнє комплексне врахування економічних, соціальних і екологічних чинників. Кожного року планується виділяти достатньо великі кошти на розвиток автомобільного транспорту, в той час як у більш надійного і безпечного залізничного транспорту прибутки направляються в держбюджет замість розвитку рейкових систем у містах.

Наукові дослідники ввели поняття зовнішніх витрат для транспорту. Сутність їх полягає в тому, що той, хто обирає для поїздки той чи інший вид транспорту, сплачує тільки витрати на паливе та амортизацію транспортної одиниці. Негативний вплив транспортної одиниці під час такої поїздки на навколишнє середовище, витрати на ліквідацію аварій та інші витрати суспільства при цьому сплачує все суспільство. Оці додаткові витрати, які лягають важким тягарем на все суспільство, і є зовнішніми витратами.

При розрахунках враховувались витрати суспільства, які пов'язані з аваріями на транспорті, впливом шуму на людей та будівлі, забруднення повітря в результаті роботи транспорту, змінами клімату, до яких призводить робота транспорту, змінами ландшафту і

впливом цього на флору та фауну, міськими ефектами, які пов'язані з ускладненням життя в містах, коли квартали розділені транспортними магістралями. Також враховувалося, що для нормального функціонування транспорту необхідна робота великої індустрії, яка, в свою чергу, також наносить збиток суспільству (так звані індустріальні ефекти).

Ступінь забруднення навколишнього середовища, викликаного перевезеннями, можемо спостерігати по витратах, що спрямовані на його ліквідацію. В Євросоюзі у 1995 р. ці витрати становили 7,8 відсотків ВВП. З загальної суми 530 млрд євро 92 відсотки відносились до автомобільних перевезень, 6 відсотків – до авіаперевезень, і лише 1,9 відсотка – до залізничних [6].

Рух по рейках енергетично ефективний, приводить до порівняно низького рівня загазованості і завдяки електричній тязі може легко використовувати різні види енергії. При пасажирських перевезеннях високошвидкісні потяги використовують лише малу частину енергії, що використовується автомобілями і літаками.

Світовий досвід конкурентної боротьби на ринку пасажирських перевезень довів, що залізниці можуть зберегти передові позиції в цьому виді перевезень винятково шляхом створення мережі швидкісних залізничних магістралей. Це дозволить забезпечити збільшення обсягів пасажирських перевезень та вистояти у жорсткій конкурентній боротьбі з автомобільним і авіаційним транспортом, яку залізничний транспорт на даний час програє.

Звідси і виникає необхідність розподілу залізничних ліній на переважно з пасажирським та вантажним рухом, а також упровадження швидкісного руху пасажирських поїздів.

В Україні залізничний транспорт залишається найбільш затребуваним — у першу чергу завдяки порівняно невисокій вартості транспортних послуг у сфері пасажирських перевезень. Згідно офіційної статистики за 2004 – 2006 рр., на пасажирські перевезення залізничним транспортом припадає до 49 відсотків загального обсягу пасажиропотоку. Тому вже сьогодні залізниці України стикаються з проблемою задоволення попиту на пасажирські перевезення, особливо в «пікові» періоди (період відпусток, святкові дні та ін.). Проблема попиту виникає і у зв'язку з підготовкою до проведення фінальної частини чемпіонату Європи з футболу «Євро-2012» – очікується різке зростання пасажиропотоків на всіх видах транспорту, особливо у напрямках до міст проведення футбольних матчів. Це вже зараз потре-

бує планування додаткової кількості пасажирських вагонів для забезпечення попиту на перевезення, виникає необхідність інтенсивного впровадження прискореного, а також швидкісного руху з використанням поїздів із примусовим нахилом кузова. Що, в свою чергу, формує потреби в новому рухомому складі, а отже, і в додаткових капіталовкладеннях.

Парадокс, але підвищення рівня добробуту українців просто на очах перетворюється на його зниження: лавиноподібне збільшення кількості автомобілів на дорогах міст паралізує життя в них і завдає колосальної шкоди здоров'ю людей.

На початку 70-х років зарубіжні фахівці почали розробляти методики і схеми підрахунку шкоди, яку завдають економіці автомобільні затори. Так, через пробки бюджет Японії у 2007 р. недоотримав 85 млрд дол. США «подарували» заторам 78 млрд дол., Німеччина – близько 12 млрд євро, а Росія – 19,25 млрд дол. На жаль, офіційних даних про те, як відбилися пробки на бюджеті України, поки що немає.

Реальний спосіб стримати зростаючий попит на автомобілі – підвищити привабливість громадського транспорту, зробити його зручним для користування, щоб пасажирів свідомо обирали його для пересування, користуючись приватними автомобілями не щодня, а, наприклад, для виїзду за місто, на відпочинок тощо. Але головне – зменшити потребу власників машин у поїздках. Якщо підходити з розумом, проблему вирішити нескладно. Звичайний житель великого міста, що живе на його околиці, не повинен їздити на роботу на особистому автомобілі. Для цього повинен бути добре організований рух громадського транспорту. Гарним стимулом тут може стати значна економія часу на поїздку. Якщо на своєму транспорті мешканці будуть їхати годину, то на міському – 20 хвилин. А для цього виділяється одна спеціальна смуга для громадського транспорту, якою користуються виключно тролейбуси і автобуси, плюс, скажімо, швидка допомога чи машини екстреної служби, куди під загрозою високих штрафів не пускати приватні авто.

Скоротити кількість приватних авто на дорогах можна також за рахунок введення швидкісних трамваїв, розбудови метро і швидкісних електричок як громадського транспорту.

Міський електротранспорт працює у 53 містах України. Протягом останніх років залишається стійкою тенденція до погіршення технічного стану міського електротранспорту та його об'єктів, зокрема, рухомого складу, зменшення

обсягів перевезень пасажирів, якості та безпеки їх транспортного обслуговування.

В Україні експлуатуються морально застарілі типи тролейбусів і трамвайних вагонів, які виготовлені із застосуванням технічних рішень щонайменше 30-річної давнини. Вони характеризуються низькою надійністю і значною трудомісткістю технічного обслуговування та ремонту, а також високою енергозатратністю.

Потрібно зберегти нашу трамвайну систему, знаходячи кошти на закупівлю сучасного рухомого складу та прокладання сучасних колій. І сучасні трамваї є найважливішими, оскільки навіть на покладених безшовних коліях старі трамваї не можуть забезпечити високої швидкості.

Можна поступово замінювати трамваї на потяги на електромагнітній подушці. Колії можуть розташовуватися на будь-якій відстані від землі, а вагони можуть рухатися навіть – 100 км/год. Один такий вагон може перевозити до 150 чоловік.

Японія та інші розвинені країни Європи і світу широко використовують трамваї на резинових шинах. Трамвай потребує менше місця в міському просторі, меншої площі для депо і, відповідно, менших витрат на землю. Завдяки акумуляторним батареям можливий рух трамвая без контактних ліній. Управління забезпечується двома роликами, що стискають рейку під кутом в 45 градусів, у V-подібній формі. Внутрішня поверхня ролика покрита композитним матеріалом, що захищає від прямого контакту заліза об залізо, тобто шуми, скрегіт і вібрація, так характерні для металевих коліс класичного трамвая, відсутні. Навантаження на рейку мінімізовані (75 кг від кожного ролика). Вертикальне і горизонтальне навантаження приходить на пневматичні колеса, а не на систему управління з центральною рейкою. Безпека експлуатації забезпечується додатковими механізмами, які служать для очищення рейки і рейкових пазух. Розподіл функцій навантаження (несуть на собі резинові колеса) і управління (центральна рейка) транспортного засобу дозволяє оптимізувати товщину дорожнього покриття для даного трамваю. Глибина не перевищує 30 см [8].

Для збереження, розвитку та реформування міського електротранспорту міським держадміністраціям разом з органами місцевого самоврядування міст, де функціонує міський електротранспорт, необхідно спрямувати свою роботу на виконання наступних завдань:

- реалізація завдань і заходів Державної програми розвитку міського електротранспорту;
- запровадження механізму прискорення темпів оновлення рухомого складу. Спрямовання коштів державного бюджету на закупівлю вітчизняних трамвайних вагонів і тролейбусів, пристосованих для осіб з обмеженими фізичними можливостями та обладнаних енергозберігаючим обладнанням [1].

Іншою рейковою проблемою є проблема використання головних залізниць для потреб міста. У сучасному житті доволі дивно, що у таких містах, як, наприклад, Львів, який має шість напрямків залізниць, є лише 12 станцій, тобто 2 станції на напрям. Враховуючи, що в містах Європи залізниця має зупинки що 1...1,5 км, ми можемо оцінити, що у Львові можна запровадити не менше 25-ти зупинок. В такому випадку залізницю можна буде використовувати як міський транспорт, що буде вигідним як для міста, так і для залізниці. Звідси впливає нова проблема – про те, що залізницю потрібно поєднати з іншими засобами міського транспорту, щоб без зусиль можна було добратися до важливих транспортних артерій. Отже, існує велика перспектива для покращення взаєморозуміння між владою міст та залізницею, яке надасть людям зручний та швидкий засіб транспорту.

Великою популярністю в світі користується міська кільцева електричка, і не дарма. Елементи залізничного кільця довкола великих міст вже давно існують. Питання за тим, щоб сполучити їх і приєднати з лініями громадського транспорту. Доречно ввести міську електричку до програми розвитку міст, де буде поводитися фінал чемпіонату «Євро-2012». Фактично з будь-якого району, без будь-яких пробок і натовпів зможемо завдяки цьому проекту потрапити в будь-яку точку міста. Тобто, це буде безумовно унікальна схема розв'язання транспортної проблеми міста. Однак виникає питання в її фінансуванні. Гроші потрібні передусім, щоб збудувати пересадочні вузли та закупити потяги. Це обов'язки міської влади. Залишається чекати, коли міська влада зможе з цим упоратися і разом із залізницею забезпечити перевезення пасажирів: зручно, ефективно і своєчасно.

Для вирішення проблеми перенасичення приватними автомобілями доречно розпочати будівництво нового «легкого» метро – на базі швидкісного трамваю. Перший етап реконструкції передбачає модернізацію лінії швидкісного трамваю з перспективою його подальшої заміни на легке метро.

Вже у 1863 р. Лондон зробив першу спробу у консолідації залізниці та міста, відвернувши рейковий шлях з вулиць, помістивши його у тунель. Великі міста, які могли побудувати метро, робили це і мали всі переваги. У 1983 р. інше невелике французьке місто – Лілль показало свій власний шлях вирішення проблем рейкового транспорту в містах – було відкрито перший у світі автоматизований метрополітен VAL (з французького *voiture articuleur léger*). Він має доволі маленькі поїзди, які рухаються лініями без водіїв, більше того, пасажери можуть побачити обслуговуючий персонал лише на пересадочних станціях. Весь рух контролюється з центрального пульта, що дозволяє легко випускати на лінії додаткові поїзди (як у випадку футбольних матчів) [2].

Помилково вважається, що вузькоколійна залізниця не є такою місткою, як лінії стандартної ширини, адже, у метро Більбао (Іспанія) – попри використання колії 1 м, вагони – 2,8 м завширшки, у порівнянні з вагонами шириною 2,6 м у Барселоні, де в метро є колії 1435 чи 1600 мм.

В Європі, як і в багатьох містах світу, росте попит на енергетичні джерела і наша залежність від видобутого палива, збільшується кількість автомобілів. Все це стає основною причиною забруднення атмосфери, що в свою чергу приводить до серйозних проблем, пов'язаних зі здоров'ям людей.

Ставка суспільства на громадські види транспорту, насамперед рейкові, є єдиним надійним шляхом зменшення впливу транспорту на атмосферу. Необхідно всіляко обмежувати рух індивідуальних і вантажних автомобілів у великих містах.

Автотранспорт, окрім забруднення і шуму, несе небезпеку здоров'ю і життю людей, що пов'язано з аварійністю. Як доведено, саме перенасиченість автівками є головною причиною численних ДТП.

За даними Департаменту Державної автомобільної інспекції Міністерства внутрішніх справ України, упродовж останніх років аварійність, дорожньо-транспортний травматизм, тяжкість наслідків автопригод постійно ускладнювалися, а у 2007 р. досягли найвищого рівня.

У 2007 р. на автошляхах держави майже кожних 8 хв. траплялася ДТП з потерпілими, практично через кожні 50 хв. в автопригодах гинула людина. У середньому за добу в автопригодах гинуло 25...26 осіб та зазнавали тілесних ушкоджень близько 210 учасників дорожнього руху.

Можна вважати, що в світі вже йде Третя світова війна між автомобілями та людством.

Дуже важливим є розуміння необхідності всіляко сприяти розвитку в Україні систем безпечного громадського транспорту. На жаль, якщо і передбачаються бюджетні асигнування на розвиток транспорту, то тільки для автомобільного, який і так є достатньо великим навантаженням на суспільство. Внаслідок отримуємо не тільки втрату коштів, а й невід'ємний слід на здоров'ї, екології та ін.

Як показує практика, рейковий транспорт, особливо залізничний, в десятки разів безпечніший за автомобільний. Кількість загиблих на залізницях за 30 останніх років минулого століття, по відношенню до обсягів перевезень, знизилась у 4 рази [1].

Знову ж таки постає інше гостре питання – забудова і нераціональне використання родючої землі в Україні.

Стосовно транспорту, проблема землі, що займається транспортними комунікаціями, повинна вирішуватись тільки на користь збереження землі. Дуже показовими є наступні числа. Для перевезення 60 тис. пасажирів в одному напрямку за годину необхідна полоса землі завширшки 200 м для легковиків, 80 м – для автобусів і 9 м – для рейкового транспорту.

В умовах дефіциту землі у великих містах і недопущення втрат родючої землі на всій території України однозначним є рішення на користь рейкових видів транспорту.

Обслуговування споживача повинне відбуватися відповідно до його реальної потреби. Виходячи з сьогоденних реалій, такі відносини стануть можливі, коли старе, ще радянських часів, адміністративне, монопольне (з боку транспорту) законодавство зміниться на ринкове, таке, що передбачає взаємовідповідальні відносини сторін на основі договору, з відповідною матеріальною та іншою відповідальністю.

Головне завдання реформування залізничного транспорту полягає у забезпеченні конкурентоспроможності залізничних послуг на внутрішньому та міжнародному ринку, в удосконаленні тарифної політики, впровадженні нових технологій для якісного обслуговування, впровадженні інвестиційної моделі, у розмежуванні та вдосконаленні системи державного регулювання.

Головне – розпочати ринкову трансформацію залізничного транспорту, що відстала від подібної реформації всієї економіки України на 10...12 років і все більше стримує її розвиток.

В умовах ринкових відносин держава повинна не тільки законодавчо забезпечувати про-

цес організації розвитку рейкового транспорту, але й контролювати виконання транспортного законодавства, забезпечувати організацію перевезень на визначеному якісному рівні та відповідати повною мірою перед населенням за рівень транспортного обслуговування.

Державне регулювання повинно базуватись на економічних механізмах та контролі за виконанням вимог щодо безпеки та якості транспортних послуг.

Для підвищення ефективності рейкового транспорту, перш за все, потрібні інвестиції для покращення інфраструктури галузі. Необхідно створити сприятливий інвестиційний клімат та всіляке сприяння з боку держави, що неминуче забезпечать зріст в залізничному та громадському транспорті. Тобто, потрібно створити такі умови, щоб дана галузь була прибутковою, щоб зацікавити як потенційних інвесторів вкладати гроші в пасажирські перевезення, так і самих працівників працювати шляхом збільшення заробітної плати з одночасним збільшенням вимог до якості виконання роботи.

Якщо своїх ресурсів недостатньо, треба залучати зарубіжних інвесторів. Але тут знову ж таки все впирається в недосконале законодавство. Адже підприємство повинне довести потенційному інвестору, що зможе повернути вкладений капітал, а наше законодавство не гарантує цього ні вітчизняним, ні зарубіжним інвесторам.

Нездоланною перешкодою в партнерських відносинах є, так зване, транспортне законодавство. На жаль, адміністративно-командна система, з якої Україна вийшла більше 17 років тому, живе в ньому і процвітає. По-іншому і не могло бути тому, що це законодавство тільки за назвою є українським.

Ефективний розвиток залізничного транспорту України, всього транспортного сектору економіки можливе тільки на фундаменті законодавства, що відповідає умовам загального функціонування економіки держави.

Зміст документів, що приймаються, повинен відповідати фактичному стану справ і витікаючих з нього завдань. Це вперше створить умови для високоефективної роботи величезного транспортно-промислового комплексу, що історично склався в Україні, елементи якого об'єктивно нерозривні, нежиттєздатні один без одного.

Розуміння цієї об'єктивної реальності дасть державі і владі стимул для забезпечення безумовно випереджаючого розвитку залізничного транспорту як загальнодержавної інфраструктури, що створює умови вирішення в країні комплексів економічних, технічних, соціальних

проблем, виводячи її на лідируючі позиції в світі, які вона по багатьом питанням зовсім недавно займала.

Розвиток транспорту сприяє завантаженню інших галузей промисловості і дозволить розвивати науково-технічний комплекс, впроваджувати нові технології. Інноваційна складова спрямована на надання принципово нових, якісних послуг.

Таким чином, розвиток залізничного транспорту сприятиме тому, що Українські залізниці досягнуть світових стандартів на ринку транспортних послуг та посядуть усталене місце у конкуренції з іншими видами транспорту. Це приведе до позитивних соціально-економічних результатів, стане вирішальним кроком на шляху прискорення економічного зростання країни, підвищення ефективності і якості транспортного обслуговування. Це і буде істотним поштовхом у розвитку інтеграційних процесів галузі національної залізничної транспортної системи в європейську.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Аналіз небезпек на транспорті та системи реагування на них/Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2007 році [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: [//www.unian.net](http://www.unian.net)
2. Рябов, О. Рейковий транспорт у містах – минуле та сучасні тенденції [Електрон. ресурс] / О. Рябов. – Режим доступу: [//http://banner.kiev.ua](http://banner.kiev.ua)
3. День без авто. За матеріалами Інтернет видань [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: [//http://www.mobilityweek.eu/](http://www.mobilityweek.eu/)
4. Транспортна галузь України, проблеми і перспективи [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: [//www.refine.org.ua](http://www.refine.org.ua)
5. Гончаренко, В. Проблеми і шляхи реформування транспортного сектору економіки [Електрон. ресурс] / В. Гончаренко, В. Бойко // Голос України. – Режим доступу: [//www.golos.com.ua](http://www.golos.com.ua)
6. Бараш, Ю. С. Роль залізничного транспорту України в забезпеченні сталого розвитку суспільства [Текст] / Ю. С. Бараш, І. П. Корженевич // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2008. – Вип. 24. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2008 – 274 с.
7. Введение высокоскоростного движения на участке Брюссель – Париж и его влияние на жизнедеятельность человека [Текст], По матеріалах виставки «EurailSpeed 2002» // ДІПТ сьогодні. – 2002. – № 10 (49).
8. Технічні характеристики Translohr – tramway on tires [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: [//www.lohr.fr](http://www.lohr.fr)

Надійшла до редколегії 24.04.2009.

Прийнята до друку 29.04.2009.

К. В. ЖИЖКО (Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара)

ЗАКОНОДАВЧЕ РЕГУЛЮВАННЯ ІНОЗЕМНОГО ІНВЕСТИВАННЯ В УКРАЇНІ

В даній статті розглянуто основні нормативні документи, які регулюють іноземні інвестиції на території України, та наведено рекомендації щодо їх вдосконалення. Розглянуто основні недоліки сучасного стану, що стримують значний приплив інвестицій до України.

В данной статье рассмотрены основные нормативные документы, которые регулируют иностранные инвестиции на территории Украины, и приведены рекомендации касательно их усовершенствования. Рассмотрены основные недостатки текущей ситуации, которые сдерживают влияние инвестиций в Украину.

In this article the basic regulatory documents controlling the foreign investments in Ukraine are considered and the recommendations for their improvement are proposed. Main disadvantages of present situation retarding the investing in Ukraine are analyzed.

Завдяки геополітичному розташуванню Україна знаходиться на шляху міжнародних транспортних коридорів між Сходом і Заходом, а також, з урахуванням тенденцій щодо євроінтеграції, викликає інтерес не тільки у вітчизняних, а і у іноземних компаній для розвитку ділових контактів і налагодження бізнесу. Розвиток техніки і технологій вимагає додаткових капітальних вкладень, або, іншими словами, інвестицій. Різноманітність форм і видів інвестиційної діяльності в основному зводиться, як правило, до залучення іноземних інвестицій.

Іноземні інвестиції відіграють важливу роль в успішному розвитку світової економіки. Без них неможливе сучасне створення капіталу і забезпечення конкурентоспроможності товаровиробників на зовнішніх і внутрішніх ринках. Іноземні інвестиції стають одним з вирішальних чинників всієї економічної політики багатьох держав. Без них не вдається швидко долати економічні кризи і виходити на рубежі економічного зростання, підвищення оплати праці до рівня стимулювання його високої продуктивності і ринкової платоспроможності [1].

Сьогодні для здійснення перетворень в економіці України потрібні значні капітальні вкладення. Потрібно відзначити, що такі процеси, як структурне і якісне оновлення виробництва і створення ринкової інфраструктури відбуваються практично повністю шляхом і за рахунок інвестування.

Сучасні умови економічного розвитку вимагають проведення активної політики із залучення іноземних інвестицій. Від ефективності інвестиційної політики залежать стан виробництва, положення і рівень технічного оснащення

основних фондів підприємств, вирішення соціальних і екологічних проблем. Інвестиції є основою для розвитку підприємств, окремих галузей і економіки в цілому [2].

Україна, безперечно, володіє великим інвестиційним потенціалом, що випливає з наявності відносно дешевої робочої сили, багатих природних ресурсів, вигідного географічного положення, ринку збуту. Тим часом, разом з об'єктивними чинниками, на розвиток іноземних інвестицій істотно впливають і чинники суб'єктивного порядку, що включають діяльність людей, суспільних груп, політичних сил. До них також відноситься і чинне законодавство у сфері підприємницької діяльності.

Основні умови здійснення інвестиційної діяльності в Україні, незалежно від національності інвесторів, визначені у Законі України від 18 вересня 1991 р. «Про інвестиційну діяльність». Особливості регулювання іноземних інвестицій передбачені Законом України від 19 березня 1996 р. «Про режим іноземного інвестування» (далі – Закон про інвестиції) і розділом 38 Господарського Кодексу України від 16 січня 2003 р. Ряд інших законів і підзаконних нормативних актів в тому або іншому ступені також регулюють порядок здійснення іноземних інвестицій [3].

Відповідно до вказаних Законів, іноземні інвестиції можуть реалізовуватися у вигляді:

1) Іноземної валюти, яка визнається конвертованою Національним банком України. Здійснення іноземним інвестором інвестицій у грошовій формі в Україні регулюється двома основними документами: Ухвала Нацбанку України від 14.10.2004 № 482 «Про затвердження

Положення про порядок здійснення в грошовій формі іноземних інвестицій до України і повернення іноземному інвесторові його інвестиції, а також репатріації прибутків, доходів, інших засобів, отриманих від інвестиційної діяльності в Україні» і Ухвалою Національного банку України від 18.03.1999 р. № 127 «Про затвердження Правил здійснення операцій на міжбанківському валютному ринку України». Відповідно до вказаних документів:

а) для здійснення інвестиційної діяльності іноземні інвестори повинні відкрити в Україні банківські рахунки, як в іноземній валюті, так і в українських гривнях;

б) кошти, внесені на банківський валютний рахунок іноземного інвестора, повинні бути конвертовані в українську валюту. Для цього іноземному інвесторові треба відкрити банківський рахунок у гривнях, з якого він згодом зможе здійснити інвестиції в Україні;

в) при відчуженні інвестиції або отриманні доходів, дивідендів або іншого прибутку, що відносяться до такого виду інвестицій, гривневі надходження від відчуження інвестицій або отримання доходів спочатку спрямовуються на гривневий рахунок іноземного інвестора, після чого ці кошти можуть конвертуватися в іноземну валюту і репатріюватися за кордон [4, 5];

2) Валюти України – при реінвестиціях в об'єкт первинного інвестування або в будь-які інші об'єкти інвестування відповідно до законодавства України за умови сплати податку на прибуток;

3) Будь-якого рухомого і нерухомого майна і пов'язаних з ним майнових прав;

4) Акцій, облігацій, інших цінних паперів, а також корпоративних прав, виражених в конвертованій валюті;

5) Грошових вимог і права вимоги виконання договірних зобов'язань, гарантованих першокласними банками і що мають вартість в конвертованій валюті, підтверджену згідно законам (процедурам) країни інвестора або міжнародним торговим звичаям;

6) Будь-яких прав інтелектуальної власності, вартість яких в конвертованій валюті підтверджена згідно законам (процедурам) країни інвестора або міжнародним торговим звичаям, а також підтверджена експертною оцінкою в Україні;

7) Прав на здійснення господарської діяльності, включаючи права на користування надрами і використання природних ресурсів, наданих відповідно до законодавства або договорів;

8) Інших цінностей відповідно до законодавства України. Відповідно до ст. 3 Закону України «Про режим іноземного інвестування» іноземні інвестиції можуть здійснюватися в наступних формах [6, 7]:

– пайова участь в підприємствах, що створюються спільно з українськими фізичними і юридичними особами, або придбання частки підприємств, що діють;

– придбання незабороненого законами України нерухомого або рухомого майна, включаючи будинки, квартири, приміщення, устаткування, транспортні засоби та інші об'єкти власності;

– придбання самотійне або за участю українських юридичних або фізичних осіб прав на користування землею і використання природних ресурсів на території України [7].

Найбільш поширеною формою здійснення іноземних інвестицій є створення на території України представництв іноземних суб'єктів господарської діяльності. Реєстрація представництв іноземних фірм в Україні здійснюється Міністерством економіки України на підставі Закону України «Про зовнішньоекономічну діяльність» і Наказу Міністерства зовнішньоекономічних зв'язків і торгівлі України «Про затвердження Інструкції про порядок реєстрації представництв іноземних суб'єктів господарської діяльності в Україні».

Підприємством з іноземними інвестиціями є підприємство будь-якої організаційно-правової форми, створене відповідно до законодавства України, іноземні інвестиції в статутному фонді якого, при його наявності, складають не менше 10 %.

Для підприємств з іноземними інвестиціями, що організують свою діяльність в Україні, українським законодавством передбачено ряд пільг:

а) Майно, що ввозиться до України як внесок іноземного інвестора до статутного фонду підприємств з іноземними інвестиціями, окрім товарів для реалізації або власного споживання, звільняється від оподаткування митними зборами.

б) Продукція підприємств з іноземними інвестиціями не підлягає ліцензуванню і квотуванню за умови її сертифікації як продукції власного виробництва [8, 9].

Також реалізація іноземних інвестицій може здійснюватися за допомогою інвестиційних договорів. Основними видами таких договорів, про які йдеться в Законі України «Про режим іноземного інвестування», є:

- концесійний договір;
- угода про розділ продукції;
- договір про спільну інвестиційну діяльність.

1) Концесійним договором є договір, що укладається державою із суб'єктом підприємницької діяльності, як правило, іноземним інвестором, на експлуатацію промислових підприємств або земельних ділянок.

Відповідно до Закону України «Про концесії» під концесією розуміється надання в цілях задоволення суспільних потреб уповноваженим органом виконавчої влади або органом місцевого самоврядування на підставі концесійного договору на платній і терміновій основі юридичній або фізичній особі права на створення (будівництво) і (або) управління (експлуатацію) об'єкту концесії (термінове платне володіння) за умови оформленням суб'єктом підприємницької діяльності (концесіонером) на себе зобов'язань по створенню (будівництву) і (або) управлінню (експлуатації) об'єктом концесії, майнової відповідальності та можливого підприємницького ризику.

Концесійний договір підлягає реєстрації, при цьому, якщо об'єктом концесії є об'єкт чи права державної власності, то реєстрацію проводить Фонд державного майна України [10].

2) Інший вид інвестиційних договорів – угода про розділ продукції – регламентується Законом України від 14.09.1999 р. «Про угоди про розділ продукції»: відповідно до угоди про розділ продукції одна сторона – Україна – доручає іншій стороні – інвесторові – на певний термін проведення пошуку, розвідки і видобутку корисних копалин на певній ділянці надр і ведення пов'язаних з угодою робіт, а інвестор зобов'язується виконати доручені роботи за свій рахунок і на свій ризик з подальшою компенсацією витрат і отриманням плати (винагороди) у вигляді частини прибуткової продукції.

Вироблена продукція підлягає розділу між державою й інвестором згідно умов угоди, які повинні передбачати умови і порядок:

- визначення загального об'єму проведеної (здобутої) продукції та її вартості;
- визначення частини компенсаційної продукції;
- розділу між державою й інвестором прибуткової продукції;
- передачі державі відповідно до умов угоди частини виробленої продукції, що їй належить, або її грошового еквівалента.

Порядок визначення складу витрат, що підлягають відшкодуванню інвесторові компенса-

ційною продукцією, визначається угодою про розділ продукції і повинен відповідати наступним вимогам:

а) Відшкодуванню підлягають лише витрати інвесторів на виконання передбачених угодою робіт.

б) Склад витрат, що відшкодовуються компенсаційною продукцією, може відрізнятися від передбаченого законодавством складу витрат, що відносяться до валових витрат виробництва та обігу.

в) Відшкодування витрат починається не пізніше ніж перший розрахунковий період, якщо інше не передбачено угодою.

г) Відшкодування витрат здійснюється шляхом передачі інвесторові права власності на компенсаційну продукцію.

Важливо відзначити, що до моменту розділу продукції в пункті вимірювання право власності на всю виготовлену за угодою продукцію належить державі, і лише з моменту розділу продукції в пункті вимірювання інвестор набуває права власності.

При виконанні угоди про розділ продукції інвестор зобов'язаний буде сплачувати: податок на додану вартість; податок на прибуток підприємств; збір за геологорозвідувальні роботи, виконані за рахунок державного бюджету; внески на загальнообов'язкове державне соціальне страхування українських працівників і іноземних громадян, найнятих на роботу в Україні [11].

3) Договір про спільну інвестиційну діяльність. Іноземні інвестори мають право укладати договори (контракти) про спільну інвестиційну діяльність без створення юридичної особи.

Як і у разі створення підприємства з іноземними інвестиціями і формування його статутного фонду, майно, що ввозиться до України іноземними інвесторами на термін не менш 3 років з метою інвестування на підставі зареєстрованих договорів про спільну інвестиційну діяльність, звільняється від оподаткування митним митом [7, 10, 11].

Договори про спільну інвестиційну діяльність підлягають державній реєстрації відповідно до Положення про порядок державної реєстрації договорів (контрактів) про спільну діяльність за участю іноземного інвестора, і затвердженню ухвалою КМУ від 30.01.1997 р. № 112. Державна реєстрація таких договорів є підставою для здійснення іноземного інвестування за цими договорами відповідно до статей 23 і 24 Закону України «Про режим іноземного інвестування» [12].

Як бачимо, в Україні створена чимала нормативно-правова база, що регулює інвестиційну діяльність. Проте надходження іноземних інвестицій залишається вельми малими. Звісно це пояснюється нестабільною політичною ситуацією в країні та занепокоєнням інвесторів. Наприклад, як інвестор може бути впевнений у дотриманні його прав та стабільності, коли у країні різні гілки влади проводять неузгоджену, а інколи й протилежну політику? В даному випадку річ іде про «приватизацію» Одеського припортового заводу, коли влада своїми діями (Уряд наполягає на приватизації та декларує про готовність до її проведення, а апарат Президента за декілька днів до процесу закликає учасників не брати участі, адже приватизація незаконна, а після закінчення процесу вже керівництво Уряду нібито не визнає результати і оголошує про незаконність процедури) протирічить сама собі. Як наслідок подібних дій, 90 % іноземних інвесторів відмовляється брати участь у тендерах (саме так було і з вищезгаданим об'єктом). Звісно їх можна зрозуміти, адже якщо почалися такі проблеми ще до приватизації, то хтозна чого слід очікувати після її здійснення. Підводячи підсумок усього вищезазначеного, можна сказати, що влада в державі повинна бути хоч у якійсь мірі стабільною, тільки тоді можна очікувати збільшення обсягів іноземного інвестування.

Висновки

Таким чином, можна робити висновок, що з точки зору законодавства в Україні створені сприятливі умови для іноземного інвестування, і це підкріплюється цілою купою нормативних актів, які повністю регламентують взаємовідносини учасників інвестиційних процесів. Але крім законодавчого регулювання іноземного інвестування, не останню роль відіграють супутні фактори, основним з яких є стабільність політичної ситуації і адекватність та послідовність дій різних гілок влади. З урахуванням кризових явищ в економіці не тільки України, а й інших держав, обсяги інвестування значно зменшилися через брак вільних коштів у інвесторів та в банківській сфері. Але потреба в інвестиціях не зменшується, а тільки зростає. Тому головним завданням на сьогодні є зменшення ризику для інвесторів різними можливими шляхами, що дають можливість залучити кошти з метою розвитку певних галузей економіки держави.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Choose and estimation of perspective industrial objects for involving foreign investment [Текст] // Proc. of the 6th Int'l scientific conf. «Transbaltica 2009» (Vilnius, 22-23.04.2009). – Lithuanian Ministry of Transport, Vilnius Gediminas Technical University (VGTU).
2. Кишко, О. Б. Правовое регулирование инвестиций в Украине [Соціальна мережа правового регулювання] [Електрон. ресурс] / О. Б. Кишко. – 2003. – Режим доступа: <http://www.jurenergo.kiev.ua/stati/ur5.doc>
3. Правовая база иностранных инвестиций [Электрон. ресурс] [Официальный сайт компании Euro Holding Invest]. – 2008. – Режим доступа: <http://www.euroholding.com.ua/?id=82>
4. Постанова Правління НБУ від 14.11.2004 № 482 «Про затвердження Положення про порядок здійснення в грошовій формі іноземних інвестицій до України і повернення іноземному інвесторові його інвестиції, а також репатріації прибутків, доходів, інших засобів, отриманих від інвестиційної діяльності в Україні» [Текст].
5. Ухвала НБУ від 18.03.1999 № 127 «Про затвердження Правил здійснення операцій на міжбанківському валютному ринку України» [Текст].
6. Закон України від 18.10.1991 «Про інвестиційну діяльність» [Текст] / Верховна Рада України. – (Бібліотека офіційних видань).
7. Закон України від 19.03.1996 «Про режим іноземного інвестування» [Текст]. – (Бібліотека офіційних видань).
8. Панасюк, С. О. Законодательное регулирование иностранного инвестирования в Украине [Электрон. ресурс] // Бизнес-партнер [Севастопальская торгово-промышленная палата] / С. О. Панасюк. – Май 2005. – Режим доступа: <http://www.stpp.org.ua/magazine.php?id=71&story=269>
9. Закон України від 1991 р. з доповненнями від 04.02.2009 «Про зовнішньоекономічну діяльність» [Текст]. – (Бібліотека офіційних видань).
10. Закон України від 1991 р. «Про концесії» [Текст]. – (Бібліотека офіційних видань).
11. Закон України від 14.10.1999 «Про угоди про розділ продукції» [Текст]. – (Бібліотека офіційних видань).
12. Панасюк, С. О. Законодательное регулирование иностранного инвестирования в Украине, [Электрон. ресурс] // Бизнес-партнер [Севастопальская торгово-промышленная палата] / С. О. Панасюк. – Июль 2005. – Режим доступа: <http://www.stpp.org.ua/magazine.php?id=72&story=278>

Надійшла до редколегії 15.09.2009.

Прийнята до друку 23.09.2009.

ФОРМУВАННЯ РИНКУ КОРПОРАТИВНИХ ОБЛІГАЦІЙ В УКРАЇНІ З МЕТОЮ ЗАЛУЧЕННЯ ІНВЕСТИЦІЙНИХ РЕСУРСІВ НА ПІДПРИЄМСТВИ

Проаналізовано вітчизняний досвід залучення фінансових ресурсів на підприємстві. Розглянуті можливості та обмеження щодо залучення коштів державними підприємствами. Виходячи із обмежень державних підприємств щодо залучення фінансових ресурсів, розроблені рекомендації по доцільності альтернативних форм кредитування діяльності підприємств, таких як внутрішні облігаційні позики.

Проанализирован отечественный опыт привлечения финансовых ресурсов на предприятии. Рассмотрены возможности и ограничения в привлечении средств государственными предприятиями. Исходя из ограничений государственных предприятий в привлечении финансовых ресурсов, разработаны рекомендации по целесообразности альтернативных форм кредитования деятельности предприятий, таких как внутренние облигационные займы.

The domestic experience of attracting the financial resources at an enterprise is analyzed. The opportunities and restrictions re. attracting the means by public enterprises are considered. Starting from the restrictions of public enterprises re. attracting the financial resources, the recommendations on advisability of alternative forms of crediting the activities of enterprises such as internal obligation loan are developed.

Вступ

В економічній науці активно говорять про новітні технології та інновації як про фундамент економічного зростання. Для України, як для країни що тільки починає розвиватись, досить актуальною постає проблема забезпечення розвитку інноваційної сфери. Як відомо, при дослідженні рівня інноваційності економіки в першу чергу аналізуються показники діяльності промислових підприємств [1]. Тому для нашої країни перший шлях до економічного зростання слід розпочати саме з інвестицій та інновацій в промислові підприємства. Тим паче, що проблеми залучення фінансових ресурсів стають дедалі більш актуальними в сучасних умовах, під час кризи. Особливо це відчувається на великих промислових підприємствах, котрі потребують значних фінансових ресурсів через знос основних фондів.

Для ефективного та інноваційного управління підприємством слід забезпечувати раціональне фінансування його діяльності та розвитку. При цьому виникає потреба в аналізі альтернативних джерел фінансування і виборі серед них найбільш оптимальних, з урахуванням особливостей підприємства. На даний момент основними формами фінансування діяльності підприємств є: емісія акцій, залучення кредитів, самофінансування, емісія облігацій. Слід зауважити, що самофінансування для більшості підприємств не є актуальним, тому що вони

мають проблеми з платоспроможністю. Залучення кредитних ресурсів також викликає певні труднощі, пов'язані з високою ставкою відсотків, наявністю застави, тривалістю процедури оформлення кредиту, значною кількістю документів. Емісія акцій – це досить високовартісна і тривала процедура, яка має багато негативних наслідків, які треба прораховувати заздалегідь. У світі поширення набуває така форма кредитування діяльності як випуск облігацій. Але в Україні цей вид боргових цінних паперів ще не набув популярності через високу вартість, законодавчі обмеження такої емісії та труднощі з розміщенням на ринку [2].

Дослідженням проблем пошуку альтернативних джерел формування фінансових ресурсів на підприємстві займалися багато українських та зарубіжних вчених. Зокрема, І. А. Бланк, В. В. Бочаров, В. І. Рошило. У своїх працях вони аналізують існуючі джерела формування капіталу на підприємстві, розглядають переваги та недоліки фінансування за рахунок власних коштів (емісії акцій) та за рахунок залучення кредитних ресурсів. Але, на наш погляд, недостатньо дослідженими залишаються проблеми залучення капіталу промисловими державними підприємствами. Як відомо, цей механізм має свої особливості:

- майно державних підприємств не може виступати в якості застави, тому обмежені кредитні ресурси;

- основні фонди промислових підприємств досить великі за обсягом та за вартістю, це обмежує лізингові операції;
- емісія акцій майже неможлива за державної форми власності.

Постановка завдання

Мета даної статті полягає в аналізі існуючих рекомендацій щодо залучення фінансових ресурсів на підприємстві, в узагальненні світового та вітчизняного досвіду та в інтерпретації цих знань відносно до державних підприємств.

Результати

Виходячи із обмежень державних підприємств щодо залучення фінансових ресурсів, можна зробити висновки про доцільність альтернативних форм кредитування діяльності підприємств, таких як внутрішні облігаційні позики.

Аналіз поняття «облігація» з теоретичного погляду розглядається у двох аспектах: як фінансовий інструмент, що визначає зобов'язуючі відносини, і як об'єкт договору між емітентом та інвестором. Облігація як цінний папір, що засвідчує виникнення обов'язку емітента перед інвестором, передбачає формування відносин між суб'єктами у зв'язку з отриманням коштів у розмірах і на умовах, що відповідають вимогам позичальника, і необхідністю їх повернення разом із відсотками за кредитування. Облігація як договір позики передбачає передання однією стороною іншій у власність права на кошти у вигляді цінного паперу. На підтвердження першого варіанту свідчить етимологічне дослідження сутності терміна «облігація» (obligation), що у перекладі з латинської означає «зобов'язання» або «поручительство». Специфіка економічних відносин, що виникають з приводу таких зобов'язань, видна вже із сутності облігації: відносини позики між її власником (кредитором) і особою, що її випустила (емітентом) [3].

За останні роки ми можемо спостерігати значне розширення ринків корпоративних боргових цінних паперів країн, що розвиваються: обсяг ринків корпоративних облігацій азійських країн, що розвиваються, дорівнює 7,4 % від обсягу ВВП; частка ринку корпоративних облігацій країн Латинської Америки становить 2,8 % (зростання частки становить 1,8 % за останні роки). Ця тенденція свідчить про зростання потреб компаній у додаткових ресурсах під час фінансових криз, збільшення активів

інституційних інвесторів, зниження процентних ставок і проведення ринкових реформ. Проте динаміка розвитку ринків цінних паперів коливається у різних країнах. Наприклад, у Малайзії (38,2 %) і Південній Кореї (23,4 %) обсяг ринку корпоративних боргових цінних паперів по відношенню до ВВП значно вищий, ніж у США (22 %). Обсяг ринку Чилі (12,3 %) і Таїланду (12,2 %) так само вагомий, як і ринок Японії (16,9 %). Проте обсяги ринків Бразилії (0,7 %), Китаю (0,8 %) та Індії (0,7 %) залишаються незначними. За даними «Звіту про глобальну фінансову стабільність», поданого МВФ, однією з проблем розвитку ринку корпоративних облігацій у країнах, що розвиваються, є дедалі зростаючий розрив між попитом та пропозицією боргових цінних паперів. Попит інвесторів випередив пропозицію боргових цінних паперів, яка в економіках країн, що розвиваються, обмежується емісією облігацій кількох десятків найбільших компаній. Такий стан пояснюється надмірною вартістю емісії облігацій, яка включає витрати на реєстрацію, андерайтинг, комісію посередникам, податки, виготовлення бланків цінних паперів тощо. Також вагомим фактором розвитку ринку боргових цінних паперів є достатня ліквідність вторинного ринку. Проте у країнах, що розвиваються, боргові цінні папери зосереджені в руках кількох інституційних інвесторів, які купують і тримають ці активи до погашення [4].

І. Білоус у своїх працях зауважила, що ринок корпоративних облігацій в Україні характеризується рядом проблем, які вимагають свого розв'язання: зокрема, необхідно стимулювати збільшення обсягів корпоративних облігацій з метою підвищення капіталізації ринку; слід забезпечити збільшення кількості випусків облігацій машинобудівних підприємств і створити умови для поступального нарощування інвестицій з метою реструктуризації підприємств цієї галузі тощо [5].

В Україні серед основних нормативно-правових документів, що забезпечують регулювання ринку корпоративних облігацій, слід назвати наступні: Закон України «Про цінні папери та фондовий ринок» від 23.02.2006 № 3480-IV; Рішення Державної комісії з цінних паперів та фондового ринку України «Про затвердження положення про порядок випуску облігацій підприємств» від 08.12.2004 № 542 і «Про внесення змін до Положення про надання регулярної інформації відкритими акціонерними товариствами та підприємствами – емітентами облігацій» від 03.02.2000 № 3480-15; За-

кон України «Про фінансові послуги та державне регулювання ринків фінансових послуг»; Постанова Кабінету Міністрів України «Про встановлення порядку виготовлення бланків цінних паперів і документів суворого обліку» від 19.04.1993 № 283 з останніми змінами і доповненнями від 21.02.2007 № 286 та ін.

Відповідно до Закону України «Про цінні папери та фондовий ринок», облігація – це цінний папір, що засвідчує внесення його власником грошей, визначає відносини позики між власником облігації та емітентом, підтверджує зобов'язання емітента повернути власникові облігації її номінальну вартість у передбачений умовами її розміщення термін і виплатити дохід за облігацією. Облігації можуть розміщуватись у документарній та бездокументарній формах. Емітент може розміщувати такі види облігацій: процентні (за якими передбачається виплата процентних доходів); цільові (виконання зобов'язань, за якими дозволяється розраховуватись товарами або послугами відповідно до вимог, встановлених умовами розміщення таких облігацій); дисконтні (розміщуються за ціною, нижчою від номінальної). Облігації можуть розміщуватись з фіксованим строком погашення, єдиним для всього випуску. Погашення облігацій може здійснюватись грошима або майном, відповідно до умов їх розміщення. Емітент може розміщувати іменні облігації та облігації на пред'явника. Обіг облігацій дозволяється після реєстрації Державною комісією з цінних паперів та фондового ринку звіту про результати розміщення облігацій та видачі свідоцтва про реєстрацію їх випуску. У сертифікаті облігації зазначається: назва виду цінного паперу, найменування та місцезнаходження емітента, міжнародний ідентифікаційний номер цінного паперу, номінальна вартість, загальна сума випуску, строк погашення, розмір і терміни виплати процентів (для процентної облігації), дата прийняття рішення про розміщення облігацій, серія та номер сертифіката облігації; підпис керівника емітента або іншої уповноваженої особи, засвідчений печаткою емітента. Облігації підприємств розміщуються юридичними особами тільки після повної сплати ними статутного капіталу. Облігації підприємств підтверджують зобов'язання емітента за ними і не дають право на участь в управлінні. Не допускається розміщення облігацій для формування і поповнення статутного капіталу емітента, а також для покриття збитків від господарської діяльності шляхом зарахування до-

ходу від продажу облігацій як результату поточної господарської діяльності. Юридична особа має право розміщувати облігації на суму, яка не перевищує потрібного розміру власного капіталу чи забезпечення, що надається їй з цією метою третіми особами.

Відповідно до «Положення про порядок випуску облігацій підприємств», затвердженого рішенням Державної комісії з цінних паперів та фондового ринку, процедура випуску та реєстрації облігацій настільки складна і багатоетапна, вартісна і тривала, що для переважної більшості підприємств вона малодоступна, отже, і отримання фінансових ресурсів також ускладнене.

З огляду на результати аналізу літератури і нормативно-правової бази, найбільш доцільним для формування фінансових ресурсів підприємства є фінансування на засадах внутрішніх облігаційних позик.

Основні складові такого механізму наступні:

1. Підприємство визначає потребу у фінансових ресурсах.
2. Визначаються обсяги і терміни емісії внутрішніх облігацій. Обґрунтовується процент доходності за ними, який має перевищувати депозитний, але буде меншим за кредитний процент.
3. Оголошуються умови розповсюдження облігацій, на основі чого формується реєстр їх замовників виключно серед працівників підприємства. Додатковий інтерес з боку працівників зумовлений гарантуванням зайнятості на термін володіння облігаціями підприємства.
4. Формування кінцевого наказу про випуск внутрішніх процентних облігацій.
5. Випуск облігацій реєструється в Державній комісії з цінних паперів та фондового ринку.
6. Облігації пропонується виготовляти в бездокументарній формі, оскільки операції зовнішньої купівлі-продажу не допускаються.
7. Розміщення облігацій шляхом формування реєстру їх утримувачів і отримання від них коштів.
8. Погашення облігацій, що здійснюється у термін, передбачений умовами випуску [2].

Варто зауважити, що даний механізм залучення фінансових ресурсів не є юридично закріпленим і потребує внесення відповідних

змін та поправок до згаданих нормативно-правових актів.

Висновки

В цілому запропонований механізм залучення фінансових ресурсів характеризується значними перевагами:

- присутній елемент заохочення працівників на засадах їхньої участі у фінансуванні діяльності підприємства та гарантування їхньої зайнятості на термін володіння облігаціями підприємства;

- формує можливості щодо залучення фінансових ресурсів в обсязі і на умовах, вигідних для підприємства;

- скорочує час та витрати на всі емісійні процедури порівняно з випуском акцій чи облігацій на загальних засадах, передбачених чинним законодавством;

- сприяє формуванню і розвитку на підприємстві корпоративної солідарності;

- підвищує мотивації працівників, заохочує підвищувати ефективність їх підприємства з метою досягнення необхідного рівня прибутковості та платоспроможності;

- дозволяє з вигодою та без ризику використати вільні заощадження працівників, які не зберігають їх у банківських установах тощо.

Таким чином, з огляду на викладене можна зробити висновок про доцільність внесення відповідних змін, доповнень та поправок до законодавства, що регулює емісію та розміщення облігацій шляхом відпрацювання механізму залучення фінансових ресурсів підприємствами на засадах випуску внутрішніх процентних облігацій.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Данілов, О. Д. Структура інвестицій, інновацій та випуску промислової продукції в Україні [Текст] / О. Д. Данілов, А. М. Вдовиченко // Фінанси України. – 2008. – № 5. – С. 115-123.
2. Кузьмін, О. Є. Фінансування діяльності корпорацій на засадах внутрішніх відсоткових облігаційних позик [Текст] / О. Є. Кузьмін, О. Г. Мельник // Фінанси України. – 2008. – № 2. – С. 59-67.
3. Якимчук, Т. П. Теоретичні підходи до визначення поняття «облігація» [Текст] / Т. П. Якимчук, О. В. Мельник // Наукові записки Нац. ун-ту «Острозька академія». – Сер. Економіка. – 2007. – Вип. 9. – Ч. 4. – С. 304-311.
4. Буй, Т. Г. Роль корпоративних боргових цінних паперів у фінансових системах країн, що розвиваються [Текст] / Т. Г. Буй // Наукові записки Нац. ун-ту «Острозька академія». – Сер. Економіка. – 2007. – Вип. 9. – Ч. 2. – С. 77-85.
5. Білоус, І. В. Корпоративні облігаційні запозичення: нові можливості залучення коштів для підприємств [Текст] / І. В. Білоус // Наукові записки Нац. ун-ту «Острозька академія». – Сер. Економіка. – 2007. – Вип. 9. – Ч. 4. – С. 106-112.
6. Бланк, И. А. Управление формированием капитала [Текст] / И. А. Бланк. – К.: Ника-Центр, Эльга, 2002. – 512 с.
7. Бочаров, В. В. Корпоративные финансы [Текст] / В. В. Бочаров, В. Е. Леонтьев. – СПб.: Питер, 2002. – 544 с.
8. Рошило, В. І. Джерела фінансування інноваційного розвитку [Текст] : монографія / В. І. Рошило. – Чернівці: Книги – XXI, 2006. – 272 с.

Надійшла до редколегії 15.09.2009.

Прийнята до друку 23.09.2009.

ДИНАМІКА РІВНЯ ЖИТТЯ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ В УМОВАХ ФОРМУВАННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ І СТАНОВЛЕННЯ СУЧАСНИХ РИНКОВИХ ВІДНОСИН

Розглянуто та проаналізовано систему показників, що характеризують рівень життя: середньомісячна і мінімальна заробітна плата, прожитковий мінімум, показники споживання, житлового і майнового стану населення, кількість безкоштовних соціальних послуг, що надаються державою. Виявлені тенденції розвитку, особливості стану і формування рівня життя населення України.

Рассмотрена и проанализирована система показателей, характеризующих уровень жизни: среднемесячная и минимальная заработная плата, прожиточный минимум, показатели потребления, жилищного и имущественного положения населения, количество бесплатных социальных услуг, предоставляемых государством. Выявлены тенденции развития, особенности состояния и формирования уровня жизни населения Украины.

The system of indexes characterizing the standard of living is considered and analyzed: average monthly and minimum wages, living wage, indexes of consumption, housing and property position of population, amount of free social services given by the state. The trends of progress, features of the state and forming of living level of population of Ukraine are exposed.

Трансформація економічних відносин, що відбувається в Україні, супроводжується, з одного боку, внутрішніми перетвореннями, з іншого, – інтеграцією в систему міжнародних зв'язків. Відомо, що такі масштабні перетворення не можуть не обумовлювати кризові явища багатьох сторін життя. Однією з найгостріших внутрішніх проблем є падіння рівня життя значної частини населення нашої країни і широке розповсюдження бідності.

Негативний вплив ринкових перетворень на рівень життя населення створює передумови для розроблення обґрунтованої соціально-економічної політики. У сучасних умовах розробка управлінських рішень є особливо актуальною і вимагає сучасних підходів до економічного обґрунтування дотацій, трансфертів і субсидій, що виділяються з державного бюджету на вирівнювання рівнів розвитку.

Оскільки національна безпека і економічна стабілізація істотно залежать саме від соціальної спрямованості здійснюваних реформ, те особливе значення набуває концептуальне обґрунтування соціально-економічної політики держави і регіонів, для розробки якої необхідно виявити тенденції розвитку, особливості стану і формування рівня життя населення.

Рівень життя – комплексний показник, що характеризує ступінь задоволення матеріальних і культурних потреб індивідів, соціальних груп, населення окремо взятої країни або регіону. Рівень життя визначається доходами, накопи-

ченим матеріальним майном (включаючи житло, предмети тривалого користування і повсякденного вжитку) і кількістю соціальних послуг, що надаються державою безкоштовно (освіта, медичне обслуговування).

Для вимірювання рівня життя використовується система показників, найважливіший з яких – прожитковий мінімум, куди включаються витрати на продукти харчування з розрахунку мінімальних розмірів їх споживання, витрати на непродовольчі товари і послуги, а також податки і обов'язкові платежі, виходячи із структури витрат на них у якнайменше забезпечених сімей.

Вартісна оцінка прожиткового мінімуму здійснюється шляхом множення мінімальних норм споживання товарів і послуг на чинні ціни. Прожитковий мінімум рекомендується розраховувати в середньому на душу населення або сім'ю, окремо для дітей 6 років, підлітків 7...15 років, працездатних громадян (чоловіків і жінок) та пенсіонерів. Розмір прожиткового мінімуму диференціюється за такими факторами: природно-кліматичні умови, статеві-віковий склад населення, розмір і структура сімей, щільність населення, загальний рівень культури населення і його традиції, умови праці, національні особливості побуту. У травні 2008 р. прожитковий мінімум складав 647 грн [1]. Згідно ієрархії потреб, сформульованої А. Маслоу, первинні потреби людини – фізіологічні. Мінімально необхідна кількість кало-

рій на добу для працюючої людини в середньому складає 3100...3400. У вартісному вираженні споживчий кошик, що складається з найнеобхідніших і дешевих в травні 2008 р. продуктів харчування, склав 32,3 грн на добу, або 969 гривень на місяць. При цьому в приклад не включена оплата комунальних тарифів, купівля одягу та інших благ, що також відноситься до первинних потреб людини.

Прожитковий мінімум використовується в якості цільових орієнтирів під час регулювання доходів і споживання малозабезпечених верств населення; для оцінки матеріальних і фінансових ресурсів, необхідних для реалізації поточних і перспективних соціальних програм; для

обґрунтування розмірів мінімальної заробітної плати і трудової пенсії на старість.

Показник прожиткового мінімуму дозволяє визначити частку осіб, що знаходяться нижче відповідної межі прожиткового мінімуму (за межею бідності). Також проводиться регулярне статистичне обстеження бюджетів сімей, що дозволяє виявити кількість сімей з певними розмірами сукупного доходу. За міжнародними стандартами, частка населення, що знаходиться на рівні бідності, не повинна перевищувати 10 %. В Україні частка населення із середньодушовими загальними доходами у місяць, нижчими прожиткового мінімуму, у 2007 р. становила 29,3 %, або 13,2 млн осіб (табл. 1).

Таблиця 1

Диференціація життєвого рівня населення України

	Роки							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Чисельність населення із середньодушовими загальними доходами у місяць, нижчими прожиткового мінімуму:								
млн осіб	39,2	39,9	39,8	35,2	30,3	25,3	23,1	13,2
у відсотках до загальної чисельності населення	80,2	82,7	83,3	76,2	65,6	55,3	50,9	29,3
у відсотках до попереднього року	...	101,5	100,0	88,4	86,1	83,5	91,3	57,1
Довідково: розмір прожиткового мінімуму (у середньому на одну особу на місяць, грн)	270,1	311,3	342,0	342,0	362,2	423,0	472,0	532,0

В цілях більш повного визначення рівня життя в практиці багатьох країн застосовуються також окремі статистичні показники забезпеченості громадян певними видами товарів (наприклад, кількість м'яса, споживаного за рік на душу населення) або послуг (наприклад, кількість лікарняних ліжок на 1 тис. жителів). Залежно від ступеня економічного розвитку країни показник рівня життя несе на собі більше або менше соціальне навантаження (здатність мінімального доходу задовольняти додаткові соціальні потреби).

Динаміка умов та рівня життя населення України, викликана трансформацією української економіки, що почалася на рубежі 80...90-х рр. XX століття, була і залишається інтенсивною та вельми суперечливою. З одного боку, це можливості використовувати переваги демократичної організації суспільства і ринкової економіки для гармонізації соціально-трудових відносин та поліпшення повсякденного життя людей. З другого боку, глибока економічна криза, яка мала і надає не менш сильну, але протилежну дію на характер і спрямованість змін. В результаті кризи не

тільки значно загальмувалося освоєння нових соціально-економічних і політико-правових умов трудової діяльності, але і погіршало соціальне і, особливо, матеріальне положення працівників і членів їх сімей.

Одним із інформаційних джерел, необхідних для прийняття управлінських рішень щодо формування завдань, стратегій та заходів подальшого реформування соціальної політики та системи соціального захисту, є соціально-демографічні обстеження з питань базової захищеності населення, що проводились органами державної статистики України за підтримки Міжнародної організації праці та ООН протягом 2000...2006 рр. Отримана інформаційна база за результатами декількох раундів вищезазначених обстежень стала необхідною частиною для формування системи соціального моніторингу як складової механізму інформаційного забезпечення соціальної політики держави.

Для забезпечення проведення обстеження побудовано загальнодержавну імовірнісну вибірку респондентів загальним обсягом 9400 осіб. Вибірку розширено по основних кате-

горіях населення пропорційно чисельності кожної відібраної категорії. Процедура формування вибірки по кожній категорії населення розроблялась окремо з врахуванням наявної інформаційної бази для відбору, особливостей розташування та чисельності категорій. До обстеження залучено особи, які працюють в різних галузях промисловості, сільському господарстві, у невиробничій сфері та сфері послуг, офіційно зареєстровані безробітні, непрацюючі пенсіонери, студенти денної форми навчання вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації.

Враховуючи вагові коефіцієнти, розраховані відповідно до процедури формування вибірки, отримані результати обстеження характеризують соціально-економічну захищеність 18098,7 тис. осіб, з яких жителі міських поселень складають 75,3 %, сільської місцевості – 24,7 %. Із загального числа респондентів: 37,0 % – непрацюючі пенсіонери, працівники невиробничої сфери – 19,5 %, промисловості – 16,3 %, сільського господарства – 6,6 %, сфери послуг – 8,4 %, студенти – 6,8 %, безробітні – 5,4 %.

Середній вік опитаних склав 49 років; у числі опитаних 58,5 % жінок та 41,5 % чоловіків. За сімейним станом найбільшу питому вагу склали одружені – 61,7 %, 22,3 % неодружених або розлучених, 13,2 % – вдові і 2,8 % перебувають у незареєстрованому шлюбі.

Вищу, незакінчену вищу та середню спеціальну освіту мають 70,6 % респондентів. Серед опитаних 43,7 % міського та 42,2 % сільського населення змінили місце проживання після закінчення середньої школи з причини неможливості продовження навчання за місцем проживання.

За національністю переважна більшість респондентів – українці (80,0 %).

Більшість (79,3 %) респондентів проживають у приватному помешканні, 11,7 % – в орендованому.

Серед зайнятих в галузях економіки посади керівників обіймають 14,7 %, кваліфікованими спеціалістами є 37,0 %, спеціалістами, посада яких потребує середньої спеціальної освіти, – 24,5 %.

Додаткову роботу мають 724,7 тис. осіб, зайнятих у галузях економіки, з них 8,7 % серед працюючих у невиробничій сфері, 8,2 % – сфері послуг, 7,2 % – промисловості, 6,6 % – сільському господарстві [2].

Аналіз відповідей респондентів у динаміці щодо достатності доходу демонструє ефективність державних зусиль, направлених на соціально-економічний розвиток країни. Зокрема,

щорічно підвищується базовий державний соціальний стандарт у сфері доходів населення. На його основі визначалися та зростали мінімальна заробітна плата та мінімальна пенсія за віком, розміри державної соціальної допомоги та інші види соціальних виплат.

Динаміка відповідей щодо оцінки респондентами достатності доходу протягом 2000...2006 рр. свідчить про стабілізацію економіки та про відносно поліпшення життя населення.

Спостерігається поступове зменшення частки опитаних, які вказують на недостатність доходу для задоволення першочергових потреб.

Але все ж таки більшість опитаних зазначили, що їх доходу недостатньо для задоволення першочергових потреб: у продуктах харчування, медичному обслуговуванні, придбанні одягу, відпочинку (табл. 2).

У дев'яності роки відбулося різке скорочення доходів абсолютної більшості населення, причому це торкнулося не тільки тих його груп, які безумовно програли від нововведень, але і тих, чиє матеріальне і соціальне положення в чомусь погіршало, а в чомусь і покращало. Доходи населення зросли або збереглися на колишньому рівні лише у відносно нечисленній меншості (10...20 % населення), яка більш швидко адаптувалася до нових економічних умов або навіть виграла від змін, що відбулися. Масштаби і глибина цього процесу обумовлені в основному тим, що обсяги суспільного виробництва істотно, хоча і нерівномірно, знижувалися. А оскільки частки споживання і оплати праці в цей період коливалися навколо пропорцій 1990 р. (спочатку вони зменшилися, але потім повернулися до початкового рівня і дещо перевершили його), остільки і розміри грошових доходів населення скоротилися на 30...35 %. Причому їх скорочення відбувалося як у звичних для подібних періодів формах прямого інфляційного падіння купівельної спроможності заробітчанства і всіх грошових доходів взагалі, а також в результаті скорочення чисельності зайнятих в народному господарстві, так і опосередковано – через розповсюдження примусових адміністративних відпусток і скорочення робочого часу без збереження заробітної плати і особливо у формі масових затримок зарплати та різного роду соціальних виплат.

Інфляційні процеси з особливою силою розвивалися в першій половині дев'яностих років, коли ціни зросли в десятки, сотні раз. Тим часом антиінфляційна політика держави була украй непослідовною. В результаті в

1990...1995 рр. зростання офіційно фіксованих заробітної плати, пенсій і інших виплат було нижче ніж в два рази за зростання споживачьких цін (табл. 3). У 1997 – першій половині 1998 р. інфляція стала істотно нижчою, і, від-

повідно, припинилося падіння рівня життя. До нещастя, фінансова криза 1998 р. привела до нового вибуху інфляції. У зв'язку з цим реальне наповнення зарплат і пенсій знизилася на 30...40 %.

Таблиця 2

Достатність доходу респондентів для задоволення потреб у 2000...2006 рр., %

	Більше, ніж достатньо	Достатньо	Трохи не вистачає	Недостатньо	Не можу визначитися
У продуктах харчування					
2000	0,6	26,1	...	73,3	...
2002	1,4	31,6	...	67,0	...
2003	0,8	17,4	20,5	58,7	2,6
2004	1,2	29,5	21,8	45,1	2,4
2006	1,4	34,1	23,5	38,4	2,6
В оплаті житла					
2000	0,4	19,6	...	80,0	...
2002	1,5	34,3	...	64,2	...
2003	0,9	23,9	18,4	52,9	3,9
2004	1,3	36,4	18,7	40,3	3,3
2006	1,1	41,3	19,2	35,0	3,4
У медичному обслуговуванні					
2000	0,3	10,7	...	89,0	...
2002	0,9	15,4	...	83,7	...
2003	0,6	9,2	13,3	71,6	5,3
2004	0,8	14,6	18,8	59,9	5,9
2006	0,7	16,2	19,1	57,9	6,1
У придбанні одягу					
2000	0,3	6,6	...	93,1	...
2002	0,8	15,7	...	83,5	...
2003	0,4	7,1	16,3	73,3	2,9
2004	0,4	9,7	21,2	65,7	3,0
2006	0,6	12,9	24,2	58,8	3,5
Для оплати навчання*					
2000	...	...	...	...	...
2002	0,8	12,9	...	86,3	...
2003	1,1	9,5	10,3	65,6	13,5
2004	1,0	11,9	12,0	61,8	13,3
2006	1,2	9,9	12,3	62,2	14,4
Для відпочинку					
2000	...	...	...	...	...
2002	...	...	...	...	...
2003	1,0	3,3	7,1	79,8	8,8
2004	0,7	4,3	10,4	75,7	8,9
2006	0,7	4,9	11,7	75,3	7,4
У придбанні товарів довгострокового користування					
2000	...	...	...	...	...
2002	...	...	...	...	...
2003	...	...	...	...	...
2004	0,5	4,9	12,0	77,2	5,3
2006	0,5	5,7	13,2	74,8	5,8

... – відомості відсутні.

*крім пенсіонерів

Також в останні декілька років простежується тривожна тенденція, що стосується темпів зростання мінімальної оплати праці. Так, в 2005 р. зростання мінімальної заробітної плати склало 40 %, в 2006 р. – 20 %, в 2007 р. – 15 %, в 2008 р. – 9,8 %, на 2009 р. заплановане збільшення 10,6 % [1].

Таке різке уповільнення темпів зростання мінімальної зарплати негативно відобразиться на умовах оплати працівників абсолютної більшості підприємств в Україні,

оскільки тарифні ставки їх працівників згідно з галузевими і колективними угодами встанов-

люються залежно від розміру мінімальної заробітної плати.

Таблиця 3

Динаміка інфляції, заробітної плати, пенсій в Україні в 1991...2008 рр.

Роки	Індекси споживчих цін	Середньомісячна заробітна плата		Одиниці виміру	Середній розмір призначеної місячної пенсії
		Номинальна	Реальна, у % до відповідного року		
1991	...	480	...	Крб	103,6
1992	1627,0	6505	...		539,6
1993	4835,0	162790	...		9735
1994	991,2	1427708	...	Тис. крб	292,1
1995	477,0	73 ^{*1}	110,6		1156
1996	180,3	126	96,6	Грн	38,7 ^{*2}
1997	115,9	143	96,6		51,9 ^{*3}
1998	110,6	153	96,2		52,2 ^{*3}
1999	122,7	178	91,1		60,7 ^{*4}
2000	128,2	230	99,1		68,9 ^{*4}
2001	112,0	311	119,3		83,7 ^{*4}
2002	100,8	376	118,2		122,5 ^{*4}
2003	105,2	462	115,2		136,6 ^{*4}
2004	109,0	590	123,8		182,2 ^{*4}
2005	113,5	806	120,3		316,2 ^{*5}
2006	109,1	1041	118,3		406,8 ^{*5}
2007	112,8	1351	112,5		478,4 ^{*5}
2008	125,2	1806	106,3		751,4 ^{*6}

^{*1} У 1992...1994 рр. дані наведено у карбованцях, у 1995...2005 рр. – у гривнях

^{*2} З урахуванням компенсаційних виплат

^{*3} З урахуванням цільової грошової допомоги

^{*4} З урахуванням цільової грошової допомоги та індексації

^{*5} З урахуванням цільової грошової допомоги, індексації, державної адресної допомоги до пенсії (дотації), а також надбавки за особливі заслуги перед Україною

^{*6} З урахуванням компенсаційних виплат і цільових допомог, передбачених чинним законодавством

В умовах становлення сучасного ринкового господарства України також посилилася диференціація населення за розмірами одержуваного доходу. До чинників диференціації відносяться: по-перше, структурна перебудова народного господарства, що почалася в дев'яності роки, яка одні виробництва і регіони поставила в краще або гірше положення по відношенню до інших. Причому всі регіони відчувають дію економічної кризи, тільки в одних випадках це приводить до стагнації виробництва, а в інших – ввергає регіон в депресивний стан. По-друге, корінна трансформація принципів господарювання, підсилююча значення ринкових механізмів. По-третє, психоемоційні, фізіологічні, культурно-професійні ресурси людей. Наприклад, збільшилося розходження заробітчанства у працівників різних галузей економіки з середньоукраїнським рівнем. В результаті положення справ з оплатою праці відносно покращало у фінансовій сфері, у зв'язку, на транспорті та істотно погіршало в сільському господарстві (більш ніж удвічі), в науці й освіті, в легкій промисловості.

Значне зниження рівня доходів зумовило помітне погіршення основних показників споживання і взагалі умов побуту більшості населення. Але разом з тим емпіричні дані (перш за все, матеріали державної статистики про динаміку споживання продуктів харчування, житлового і майнового положення, соціального обслуговування населення) свідчать і про те, що в одних випадках можна говорити про збереження досягнутого раніше рівня життя, в інших – навіть про його підвищення (табл. 4).

Зниження рівня доходів в 90-ті роки відобразилося понад усе на харчуванні. Погіршення має якісний характер. Споживання м'ясних і молочних продуктів (а також риби і рибопродуктів, яєць, фруктів і овочів) впало ледве не до рівня кінця 50-х і початку 60-х років.

Істотно рідше населення стало вдаватися до окремих видів соціальних послуг, в першу чергу, платних (виховання дітей і відпускна рекреація), за які у минулому плата швидше була символічною, але, в результаті інфляції, вартість цих послуг стала вельми відчутною, що примусило багато сімей відмовитися від них.

Разом з тим погіршали основні показники, що відображають масовий характер медичної допомоги (по числу лікарів населення забезпечене приблизно так само, як в кінці 80-х років, але значно скоротилася чисельність середнього медичного персоналу, кількість лікарняних лі-

жок скоротилася на третину). Викликає тривогу стійка тенденція скорочення кількості учнів у дошкільних (з 1990 по 2007 р. – на 53 %) та загальноосвітніх навчальних закладах (з 1990 по 2007 р. – на 32 %).

Таблиця 4

Динаміка деяких показників споживання, житлового та майнового положення, соціально-культурного обслуговування населення України в 1990, 2000...2007 рр.

Показник	Роки								
	1990	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Споживання м'яса і м'ясопродуктів, кг на одну особу	70	39,6	33,6	39,6	46,8	48,0	52,8	56,4	61,2
Споживання молока і молочних продуктів, кг на одну особу	378	205,2	207,6	225,6	229,2	242,4	260,4	267,6	265,2
Наявність в домогосподарствах холодильників і морозильників* ¹ , штук на 100 домогосподарств	95	94	93	94	95	96	99	100	106
Розміри жител, м ² на одного жителя	17,8	20,7	21,0	21,3	21,6	21,8	22,0	22,2	22,5
Кількість лікарів усіх спеціальностей, тисяч	227	226	226	224	223	223	224	225	223
Кількість середнього медичного персоналу, тисяч	607	541	530	526	523	522	496	493	488
Кількість лікарняних ліжок, на 10 000 населення	136	95	97	97	97	96	95	96	95
Кількість вчителів, тисяч	537	577	568	561	551	547	543	537	531
Кількість учнів у загальноосвітніх навчальних закладах, тисяч	7132	6764	6601	6350	6044	5731	5399	5120	4857
Кількість студентів у закладах III-IV рівнів акредитації, тисяч	881,3	1402,9	1548,0	1686,9	1843,8	2026,7	2203,8	2318,6	2372,5
Кількість дітей у дошкільних закладах, тисяч	2428	983	968	973	977	996	1032	1081	1137

*¹ Розрахунки наявності в домогосподарствах товарів тривалого користування, проведені за результатами вибіркового опитування, враховують фактичну наявність цих товарів незалежно від терміну експлуатації, джерел надходження (куплені, подаровані тощо), стану (враховуються як справні, так і тимчасово несправні товари, які знаходяться у поточному ремонті або чекають ремонту)

Очевидно, що направленість змін за різними векторами в трудових відносинах, умовах зайнятості, трудових доходах, в побуті і споживанні зовсім не означає, що одні з них у всіх своїх проявах і у всіх випадках впливали або тільки позитивно, або тільки негативно на умови і рівень життя всіх груп населення. Насправді вектори змін в положенні одних груп мають позитивне значення, в положенні інших – негативне, а положення інших визначається одночасно переважно як негативними, так і позитивними змінами.

Отже, стратегічна мета інтеграції України до складу європейського співтовариства потребує серйозної роботи щодо удосконалення захисту прав і свобод людини, демократизації всіх складових суспільного життя, економічно-

го зростання та забезпечення механізмів і умов для створення матеріального та духовного добробуту населення. Найважливішим аспектом цієї проблеми, віддзеркаленням місця людини в системі державної політики є стан її соціального захисту та надання соціальних гарантій.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Закон України № 835-VI «Про Державний бюджет України на 2008 рік» [Текст].
2. Осауленко, О. Г. Соціально-економічна захищеність населення України [Текст] / О. Г. Осауленко. – К., 2007.

Надійшла до редколегії 14.05.2009.

Прийнята до друку 27.05.2009.

МАРКЕТИНГОВІ КОНКУРЕНТНІ І БІЗНЕС-СТРАТЕГІЇ У ФОРМУВАННІ ТА ЗАХИСТІ КОНКУРЕНТНИХ ПЕРЕВАГ ЗАЛІЗНИЧНОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Стаття присвячена розгляду основних моделей вибору маркетингової конкурентної і бізнес-стратегії, спрямованої на формування набору конкурентних переваг залізничного транспорту, забезпечення і захист конкурентно привабливих позицій на ринку транспортних послуг для населення. У статті відтворені також практичні аспекти даної проблематики.

Статья посвящена рассмотрению основных моделей выбора маркетинговой конкурентной и бизнес-стратегии, направленной на формирование набора конкурентных преимуществ железнодорожного транспорта, обеспечения и защиты конкурентно привлекательных позиций на рынке транспортных услуг для населения. В статье отображены также практические аспекты данной проблематики.

The article is devoted to consideration of basic models of choice of marketing competition and business strategy directed on forming of set of competitive advantages of railway transport, providing and defense of competitively attractive positions at the market of transport services for population. The practical aspects of these problems are represented in the article too.

І. Постановка проблеми

Нині Укрзалізниця є крупнішою транспортною організацією, але на більшості сегментів ринку вона працює в умовах жорстокого конкурентного тиску: понад 75 % залізничних маршрутів дублюються автомобільними шляхами, на ряді напрямків існує серйозне суперництво з авіаційним транспортом. Крім того, останнім часом конкуренція розвивається і на самому ринку залізничних пасажироперевезень (товарно-видова конкуренція), коли пасажир робить вибір між денними і нічними поїздами, швидкими, швидкісними, фірмовими і пасажирськими, між вагонами плацкарт, купе, СВ та ін. В таких умовах роль стратегічного планування у забезпеченні розвитку організації підвищується до першочергового завдання, а центральне місце у створенні і захисті конкурентних переваг належить маркетинговим конкурентним і бізнес-стратегіям.

ІІ. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питанням дослідження конкурентних позицій і переваг різних видів транспорту присвячено ряд наукових праць зарубіжних авторів, зокрема Н. Ілловайського, А. Кисельова, А. Абрамова, В. Галабурди, Є. Іванова, В. Кулібанова, Л. Мазо, А. Шишкова, І. Беседіна та ін. Вітчизняними вченими даному питанню приділяється недостатньо уваги, очевидно, тому що залізничний транспорт досі розглядається ними як безумовний монополіст на транспортному

ринку. Що стосується стратегічного планування як головної функції системи управління залізничною галуззю, то ця проблема залишається за межами уваги і науковців, і практиків. Елементи стратегічного маркетингу присутні у діяльності маркетингових підрозділів російських та українських залізниць, однак системного характеру вони поки що не набули, тому заходи, до яких вдаються залізниці України для підвищення конкурентної привабливості, носять переважно не упереджувальний, а наслідковий характер.

ІІІ. Формування цілей статті

Складні економічні умови ведення господарської діяльності, разом з тенденцією зростання конкуренції на транспортному ринку, вимагають від залізниць України активного пошуку внутрішніх резервів скорочення витрат і підвищення ефективності перевізного процесу; при цьому всі зміни і нововведення повинні відбуватись з урахуванням інтересів і вимог користувачів транспортних послуг. Ці завдання вирішуються на підставі комплексного стратегічного планування.

ІV. Виклад основного матеріалу

Однією з базових фундаментальних теорій, на якій базуються численні методи і прийоми стратегічного планування та управління, є концепція життєвого циклу товару, яка примушує аналізувати діяльність організації з погляду

сьогодення і з позицій її розвитку в майбутньому. Широке застосування в стратегічному плануванні знайшли також портфельні методи аналізу стратегій.

Класичною портфельною моделлю є широковідома матриця БКГ (Бонстон Консалтинг Груп), яку ще називають матриця «зростання / частка ринку». Це найпростіший метод портфельного аналізу. У даній моделі задіяні дві змінні: відносна частка ринку організації і темп зміни (зростання або скорочення) ринку. На підставі оцінки цих критеріїв будують матрицю вибору стратегії, на яку наносять різні бізнес-лінії (види діяльності, товари, послуги і т.п.) організації.

Оскільки модель БКГ є досить спрощеною, то більшість факторів, які необхідно враховувати при виборі стратегії, залишаються за межами аналізу. Для усунення цього недоліку модель БКГ постійно удосконалюється, одночасно розробляються й інші методи стратегічного аналізу. Так, удосконаленим варіантом матриці БКГ є моделі маркетингових груп Мак-Кінсі («Дженерал Електрик») та Артура Д. Літтла (АДЛ).

У моделі АДЛ вибір стратегії для кожної стратегічної зони може здійснюватись в залежності від фази життєвого циклу сектора (не товару/послуги) і конкурентної позиції організації на ринку, що розглядається. Концепція життєвого циклу сектора є моделлю зміни у часі ряду ринкових характеристик – таких, як збут, рівень і покриття витрат, прибуток, рівень конкуренції та ін. Модель АДЛ, на відміну від концепції життєвого циклу товару-новинки, включає чотири фази: впровадження (зародження сегменту), зростання, насичення (стабілізація прибутку, зрілість), спад (рис. 1).

В основі стратегій моделі АДЛ лежить конкурентна позиція організації та її маркетингові можливості. Уявлення про різновиди маркетингових стратегій в залежності від фази життєвого циклу сектора можна отримати з табл. 1. Вплив зміни фази життєвого циклу сектора на ринкову поведінку організації щодо конкретного товару/послуги (стратегічного сектора) можна прослідкувати на прикладі пропонування на ринку транспортних послуг для населення залів підвищеної комфортності та VIP-залів очікування у складі вокзальних комплексів. Даний вид сервісних послуг знаходиться на етапі зростання, який буде тривати, доки всі зали очікування не стануть платними і не запропонують пасажиром достатній рівень комфорту. Інший приклад – впровадження послуги забезпечення харчуванням під час поїздки у формі продуктових наборів (ланч-боксов). В даний час ця по-

слуга лише виводиться на ринок, на якому пропонується її основний варіант – стандартне меню; в подальшому планується впровадити удосконалений варіант послуги – встановлення розширеного меню; на етапі зростання буде запропоновано диференційований варіант послуги – 2 і більше варіантів меню; на етапі насичення необхідно буде передбачити варіант послуги з підвищеною рентабельністю – тобто ланчі, до складу яких будуть входити дорогі продукти і напої з високими харчовими характеристиками.

Конкурентна позиція Слабка Середня Сильна Лідер	Впровадження	Зростання	Насичення	Спад	Рентабельність ↑ Висока ↓ Низька Ризик ← Низький → Високий
	Фінансовий потік +/-			Фінансовий потік +/-	
	Ризик середній	Справжній розвиток		Ризик слабкий	
			Вибірковий розвиток		
	Фінансовий потік +/-		Відмова	Фінансовий потік +/-	
	Ризик сильний			Ризик сильний	
← Високі			Фінансові потреби	Низькі →	
← Високий			Ризик галузевий	Низький →	
Домінуюча стратегія					
Розвиток інновацій		Розширення ринку		Зниження витрат	
				Використання залишкових можливостей	

Рис. 1. Матриця АДЛ

Фаза життєвого циклу сектора визначає сутність маркетингової стратегії. Інтенсивність, з якою повинні здійснюватись стратегічні зусилля, диктується конкурентною позицією організації, оскільки вона відображає силу організації відносно конкурентів.

Маркетингові можливості організації визначаються на підставі співставлення маркетингових спрямувань організації і результатів SWOT-аналізу факторів її оточуючого середовища.

Визначення конкурентної позиції організації здійснюється в два етапи: на першому етапі потрібно виділити ключові фактори успіху (КФУ) організації для ринку, на якому вона діє; на другому етапі здійснюється оцінка її конкурентоспроможності. При цьому ключовими факторами успіху можуть бути такі: виробничі (рівень витрат, виробничий леверидж, технологічні можливості та ін.), ринкові (рівень цін, якість товарів/послуг, престижність бренду або торговельної марки, частка ринку організації тощо), фінансові (рівень кредиторської заборгованості організації, фінансова стійкість, ліквідність, ділова активність, фінансовий леверидж і т.д.) та організаційні (переваги організаційної структури, рівень управлінського менеджменту, якість персоналу тощо).

Різновиди маркетингових стратегій організації в залежності від фази життєвого циклу стратегічного сектора

Елемент програми	Фази життєвого циклу				
	Впровадження		Зростання	Насичення	Спад
Мета Комплекс маркетингу	Ввести товар (послугу) на ринок		Завоювати позицію	Утримувати позицію	Реалізувати залишки
Товар (послуга)	Основний варіант	Удосконалений	Диференційований	Підвищеної рентабельності	
Ціна	Висока	Нижче	Ще нижче	Мінімальна	
Збут	Низький	Росте	Інтенсивний	Необхідний	
Просування товару (послуги)	Помітні зусилля	Максимальні зусилля	Слабкі зусилля	Переключитись на новий життєвий цикл	

Для визначення конкурентоспроможності потрібно оцінити ступень відповідності виділеним КФУ для даної організації і для її конкурентів. Інтегральний показник конкурентоспроможності розраховується з урахуванням вагових коефіцієнтів, які показують відносну важливість окремих КФУ, за формулою:

$$K = \sum_{i=1}^n a_i \cdot E_i,$$

де K – інтегральний показник конкурентоспроможності;

n – кількість виділених КФУ;

a_i – вага (значущість) i -го фактора;

E_i – експертна оцінка i -го фактора.

Порівнюючи показники конкурентоспроможності співставлюваних конкурентів, позицію організації у конкуренції можна оцінити як слабку, середню, сильну або лідируючу. Сполучення фази життєвого циклу стратегічного сектора і позиції організації в конкурентній боротьбі визначає положення зони господарювання на матриці вибору стратегії в моделі АДЛ.

У стратегічній моделі Мак-Кінсі, на відміну від моделі АДЛ, разом з показником конкурентоспроможності, замість фази життєвого циклу використовується оцінка привабливості ринку (рис. 2). Інтегральне оцінювання привабливості ринку зводиться до опису сприятливих можливостей і ризиків, з якими може зіткнутись організація, діючи в тій чи іншій стратегічній зоні господарювання.

Привабливість ринку (ринкового сегменту) для організації визначається за формулою

$$P = \sum_{j=1}^m b_j \cdot E_j,$$

де P – інтегральний показник привабливості ринку;

m – число критеріїв оцінки;

b_j – вага j -го критерію оцінки;

E_j – експертна оцінка j -го критерію оцінки привабливості.

Привабливість ринку Низька Середня Висока	Зберігати лідерство Захищати позиції	Вкладати у виробництво, технології	Вибіркове зростання Концентрація зусиль
	Зберігати позиції Вибіркове зростання	Управління для отримання прибутку	Обмеження даного виду діяльності
	Переорієнтація діяльності	Управління для отримання прибутку Захист позицій	Відхід Припинення даного виду діяльності
	Низька	Середня	Висока

Конкурентоспроможність

Рис. 2. Матриця вибору стратегії за моделлю Мак-Кінсі

Експертні оцінки виставляються за 5-бальною або 9-бальною (оскільки поле матриці як по горизонталі, так і по вертикалі розділено на 3 частини) шкалою; при цьому можна застосовувати критерії привабливості, наведені в табл. 2.

Конкурентоспроможність можна оцінити, застосовуючи індикатори, представлені в табл. 3, які також мають діапазон від 1 до 5 або 9 балів.

Індикатори привабливості ринку (ринкового сегменту)

Критерії	Вага критерію, %	Оцінка критерію		
		Низька	Середня	Висока
Доступність *	Визначається експертно	Визначається експертно	Визначається експертно	Визначається експертно
Темп зростання	Визначається експертно	До 5 %	5...10 %	Від 10 %
Цикл життя	Визначається експертно	До 2 років	2...5 років	Від 5 років
Прибуток	Визначається експертно	До 15 %	15...25 %	Від 25 %
Гострота конкуренції	Визначається експертно	Олігополія структурна	Конкуренція неструктурна	Конкуренція розпилена
Нецінова конкуренція	Визначається експертно	Товар (послуга) стандартизований	Товар (послуга) слабо-диференційований	Товар (послуга) сильно-диференційований
Концентрація споживачів	Визначається експертно	Від 2000	2000...200	До 200

* Примітка: доступність в даному випадку оцінюється за показниками вартості, наявності збутових каналів, географічного розташування, широти асортименту (номенклатури).

Таблиця 3

Індикатори конкурентоспроможності стратегічного сектору

Критерії	Вага критерію, %	Оцінка критерію		
		Низька	Середня	Висока
Відносна частка ринку	Визначається експертно	До 1/3 лідера	Від 1/3 лідера	Лідер
Витрати	Визначається експертно	> прямого конкурента	= прямому конкурентові	< прямого конкурента
Відмінна властивість	Визначається експертно	Товар (послуга) стандартизований	Товар (послуга) диференційований	Товар (послуга) унікальний
Технологія	Визначається експертно	Освоюється важко	Освоюється легко	Освоєна повністю
Імідж	Визначається експертно	Відсутній	Розмитий	Високий

Розглянемо практичний приклад застосування матриці Мак-Кінсі для формулювання маркетингової стратегії і визначимо місце у даній матриці таких стратегічних секторів сервісного обслуговування пасажирів: послуги багажного відділення, послуги Сервіс-центрів, користування комплектом постільної білизни під час поїздки, продаж гарячих напоїв у вагоні і пропозиція ланч-боксів у поїзді. Частка ринку досліджуваних стратегічних секторів складає відповідно 2 %, 12 %, 73 %, 26 % і 0 % для ланч-боксів, оскільки ця послуга тільки виводиться на ринок. Експертні оцінки індикаторів привабливості ринку і конкурентоспроможнос-

ті стратегічних господарських секторів (СГС) подані в табл. 4, 5, користуючись якими, для кожного СГС проводимо відповідні розрахунки за наведеними вище формулами. Наприклад, для СГС «послуги багажного відділення»:

- привабливість ринку:

$$0,2 \times 1 + 0,15 \times 1 + 0,25 \times 3 + 0,30 \times 5 + 0,10 \times 5 = 3,10 \text{ балів};$$

- конкурентоспроможність:

$$0,15 \times 1 + 0,20 \times 4 + 0,10 \times 1 + 0,05 \times 4 + 0,35 \times 2 + 0,15 \times 4 = 2,45 \text{ балів}.$$

Для інших СГС за аналогічними підрахунками отримуємо:

Таблиця 4

**Експертні оцінки вагомості показників привабливості ринку
і конкурентоспроможності досліджуваних СГС**

Показники		Вагомість показника, %				
		Послуги бага- жного відді- лення	Послуги Сервіс- центрів	Користування комплект постільної білизни у вагоні	Продаж гарячих напоїв у вагоні	Пропози- ція ланч- боксів у поїзді
1	Привабливість ринку:					
	Місткість ринку	20	30	40	55	30
	Темп росту ринку	15	25	10	25	15
	Рівень конкуренції	25	10	0	0	5
	Технологічна укомплектованість	30	20	25	15	35
	Схильність до інфляції	10	15	25	5	15
2	Конкурентоспроможність СГС:					
	Ринкова частка	15	20	30	20	25
	Якість товару / послуги	20	20	25	30	30
	Темп росту ринкової частки	10	10	15	30	10
	Імідж	5	15	5	5	5
	Сукупні витрати	35	10	20	10	5
	Ефективність реклами (рівень інформованості споживачів)	15	25	5	5	25

Таблиця 5

**Експертні оцінки рангів показників привабливості ринку
і конкурентоспроможності досліджуваних СГС**

Показники		Ранг показника				
		Послуги багажного відділення	Послуги Сервіс- центрів	Користування комплект постільної бі- лизни у вагоні	Продаж гарячих напоїв у вагоні	Пропози- ція ланч- боксів у поїзді
1	Привабливість ринку:					
	Місткість ринку	1	3	5	4	2
	Темп росту ринку	1	2	1	2	3
	Рівень конкуренції	3	4	5	5	3
	Технологічна укомплектованість	5	4	4	4	2
	Схильність до інфляції	5	3	4	4	2
2	Конкурентоспроможність СГС:					
	Ринкова частка	1	3	4	2	0
	Якість товару / послуги	4	4	4	4	3
	Темп росту ринкової частки	0	1	2	2	3
	Імідж	4	4	4	4	2
	Сукупні витрати	2	4	5	5	3
	Ефективність реклами (рівень інформованості споживачів)	4	4	5	5	1

- СГС «послуги Сервіс-центрів»: привабливість ринку – 3,05 балів, конкурентоспроможність – 3,50 балів;
- СГС «користування комплектом постільної білизни у вагоні»: привабливість ринку – 4,10 балів, конкурентоспроможність – 3,95 балів;
- СГС «продаж гарячих напоїв у вагоні»: привабливість ринку – 3,50 балів, конкурентоспроможність – 3,15 балів;
- СГС «пропозиція ланч-боксів у поїзді»: привабливість ринку – 2,20 балів, конкурентоспроможність – 1,70 балів.

Використовуючи результати розрахунків, визначаємо місце досліджуваних СГС в матриці Мак-Кінсі (рис. 3).

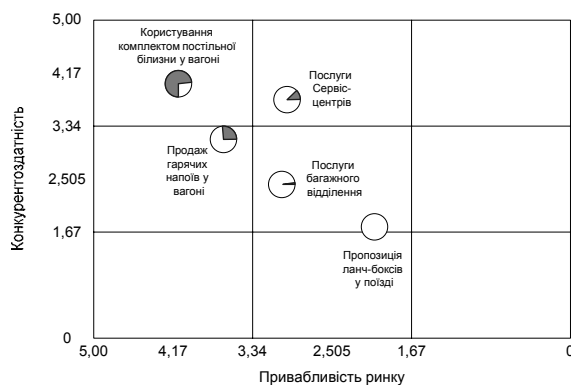


Рис. 3. Стратегічне положення досліджуваних СГС в матриці Мак-Кінсі

Відповідно до положення у матриці Мак-Кінсі для досліджуваних СГС рекомендовані такі стратегії :

- СГС «послуги багажного відділення» – активне інвестування у розвиток шляхом посилення слабких місць;
- СГС «послуги Сервіс-центрів» – захист позиції та активне інвестування для максимально можливого зростання;
- СГС «користування комплектом постільної білизни у вагоні» – захист позиції через концентрацію зусиль по збереженню впливу;
- СГС «продаж гарячих напоїв у вагоні» – захист позиції та інвестування для максимально можливого зростання;
- СГС «пропозиція ланч-боксів у поїзді» – вибірковий розвиток з концентрацією зусиль на сегментах, де існує висока прибутковість і відносно низький рівень ризику.

У 1980 р. зарубіжні дослідники Т. Пітерсон і Р. Уотерман запропонували модель Мак-Кінсі 7С-діагностичних інструментів для вивчення стратегічних альтернатив організації (рис. 4). Ця модель розглядає сім основних елементів

(сім «С») будь-якої організації, які чинять вплив на її поточний і майбутній розвиток: стратегія, структура, системи, стиль, сума навичок (здібності), співробітники, спільні цінності.

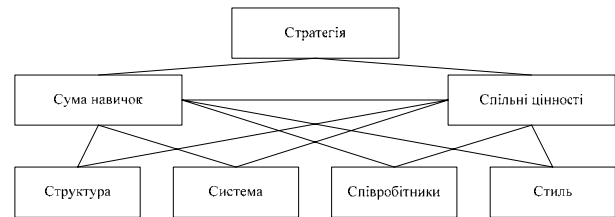


Рис. 4. Модель Мак-Кінсі 7С-діагностичних інструментів

Отже, аналіз матриці Мак-Кінсі дозволяє організації зробити обґрунтований вибір: розвиватись у перспективній і привабливій зоні, де вона має реальний потенціал; утримуватись в середній зоні, вдаючись до поміркованого або вибіркового інвестування (фінансування); вийти з несприятливої зони. Якщо стратегічним рішенням буде розвиток організації (або її СГС), то для вибору способу розвитку доцільно використовувати стратегічну матрицю І. Ансоффа «товар/ринок», яка пропонує чотири способи збільшення обсягу реалізації у відповідних квадрантах (рис. 5), а саме:

1 – збільшення реалізації товарів (послуг) на раніше освоєних ринках (ринкових сегментах) – найбільш безпечна і найменш витратна стратегія нарощування частки ринку;

2 – розробка нових або модифікація існуючих товарів (послуг) на вже освоєних ринках (ринкових сегментах);

3 – пропозиція існуючих товарів (послуг) на нових ринках або новим споживачам (сегментах);

4 – розробка нових товарів (послуг) і пропозиція їх на нових ринках (ринкових сегментах) – це найризикованіша стратегія, яка потребує значних витрат: сегменти ринку, в які вступає організація, не є суміжними для освоєних, а це означає, що ринкову діяльність потрібно починати з нуля.

Товари (послуги) Ринки (ринкові сегменти)	Товари (послуги)	
	Існуючий	Новий
Існуючий	1. Глибоке проникнення на ринок	3. Новий товар (оновлений)
Новий	2. Розширення меж ринку	4. Диверсифікація

Рис. 5. Стратегічна матриця І. Ансоффа

Відповідно до матриці І. Ансоффа, стратегія глибокого проникнення на ринок рекомендова-

на, наприклад, для послуги продажу гарячих напоїв у поїзді; стратегія розширення меж ринку – для послуги організації туристичних маршрутів поїздів до гірськолижних курортів; стратегія розробки нового товару – для послуги продажу ланч-боксів у поїздах, надання у поїзді місць туристам для проживання під час відпочинку на гірськолижному курорті; стратегія диверсифікації – для послуги замовлення автобусної екскурсії по місту.

Одним зі зручних і досить розповсюджених методів стратегічного маркетингового аналізу є гребінцевий аналіз – дуже простий і корисний

метод порівняння споживчих критеріїв з оцінкою, яку дають продуцентам споживачі. Для отримання необхідної інформації при використанні даного методу доцільно залучити незалежних експертів, проте можна провести аналіз власними силами, вирішивши такі два завдання:

1 – оцінка (за 5-бальною шкалою) значущості різних споживчих критеріїв;

2 – оцінка кожного з конкурентів за виділеними критеріями (теж за 5-бальною шкалою).

Для здійснення таких оцінок доцільно скласти таблицю за формою табл. 6.

Таблиця 6

Вхідні дані для гребінцевого аналізу щодо послуги перевезення пасажирів конкуруючими видами транспорту

Показник	Важливість показника	Ранг показника за видами транспорту			Оцінка показника за видами транспорту		
		залізничний	автобусний	авіаційний	залізничний	автобусний	авіаційний
1. Зручність розкладу руху	0,15	4,0	5,0	3,0	0,600	0,750	0,450
2. Точність дотримання розкладу	0,10	4,5	4,5	2,5	0,450	0,450	0,250
3. Комфортність	0,15	5,0	3,0	4,0	0,750	0,450	0,600
4. Рівень пропонованого сервісу	0,10	3,5	2,5	4,5	0,350	0,250	0,450
5. Безпека і безаварійність	0,10	4,5	3,5	2,0	0,450	0,350	0,200
6. Екологічність	0,05	5,0	2,0	4,5	0,250	0,100	0,225
7. Вартість проїзду	0,20	4,5	5,0	2,0	0,900	1,000	0,400
8. Тривалість поїздки	0,15	4,0	3,0	5,0	0,600	0,450	0,750
Разом:	1,00	x	x	x	4,350	3,800	3,325

За даними табл. 6 будуються дві суміщених діаграми (рис. 6), на підставі яких узагальнюються результати аналізу. В нашому прикладі залізничний транспорт за загальною сумою балів впевнено утримує лідируючу позицію, однак за такими споживчими характеристиками, як зручність розкладу руху і вартість проїзду, він поступається автобусному транспорту, а за рівнем пропонованого сервісу і тривалістю поїздки – авіаційному.

Ще один метод стратегічного аналізу – крива досвіду, розроблена ще у 1962 р. Дана крива має S-подібну форму: фаза повільного підйому змінюється максимальним зростанням і знову настає сповільнення. Суть даного методу поля-

гає в тому, що на підставі наявних емпіричних даних робиться прогноз темпів проникнення певного продукту (послуги) на новий ринок або його сегмент. Наприклад, якщо відомо, що початковий рівень проникнення на ринок послуги надання ланч-боксів пасажиром у поїздах склав 1 %, через рік – 2 %, ще через рік – 5 %, то можна розрахувати прогнозне значення рівня проникнення даної послуги для майбутніх років. Формула для розрахунку щорічних показників проникнення:

$$f / (1 - f),$$

де f – проникнення на ринок (виражене як частка, тобто для 1 % $f = 0,01$).

Отже, для рівня проникнення 1 % :
 $0,01 / (1 - 0,01) \approx 0,0101$.

Для рівня проникнення 2 %:
 $0,02 / 0,98 \approx 0,0204$.

Для рівня проникнення 5 %:
 $0,05 / 0,95 \approx 0,0526$.

Дана методика корисна тим, що вкаже момент, коли зростання уповільниться у зв'язку з тим, що менша кількість споживачів буде лояльна до даного товару або послуги.

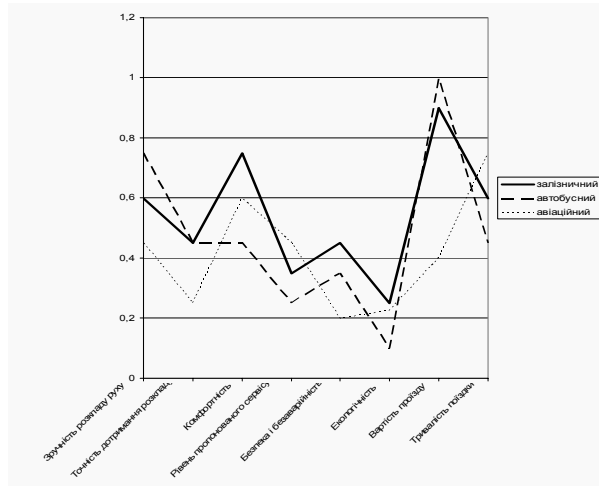


Рис. 6. Оцінка конкурентів за виділеними споживчими критеріями

На основі кривої досвіду на початку 1980-х рр. було розроблено матрицю «Можливість/Уразливість». В ній нормативна смуга характеризує прибутковість середнього бізнес-сегменту у будь-якій галузі економіки або у всіх галузях відповідно до нормального очікування стосовно відносної частки ринку сегмента. Ця нормативна смуга показана на рис. 7.

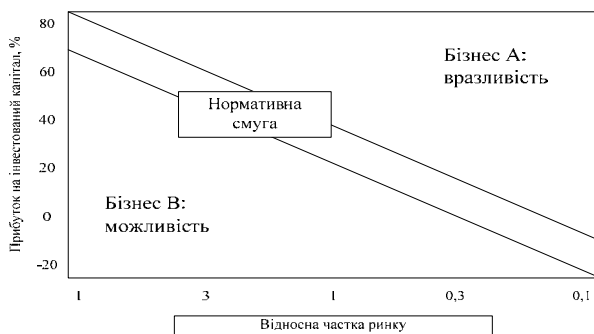


Рис. 7. Матриця «Можливість/Уразливість»

Позиції бізнес-сегменту, межі якого знаходяться в нормативній смузі, мають високу відносну частку ринку, тому організації потрібно прагнути до того, щоб брати участь у такому бізнесі (тобто вести даний вид діяльності), і не слід розраховувати на отримання вищої норми прибутку до тих пір, поки велика частина про-

дукції (послуг), що пропонується на ринку, не захопить на ньому лідируючих позицій або, принаймні, позиції сильного послідовника (при цьому відносна частка ринку має складати не менше 0,7, тобто від 70 % частки ринку лідера).

Незалежно від стартової ринкової позиції організації доцільно постійно прагнути до збільшення частки ринку в бізнес-сегменті. Має сенс працювати над розвитком бізнесу з відносною часткою ринку 0,3 і добитись того, щоб його позиція досягла 0,6; покращити позиції деякого бізнес-сегменту з 0,5 до 1,0 і т.д.

Матриця «Можливість/Уразливість» дозволяє визначити, на яку рентабельність можна розраховувати для конкретної займаної позиції і, таким чином, приблизно оцінити вигоду від зміни певної позиції та порівняти її з очікуваними короткостроковими витратами на здійснення переходу. При цьому найбільша вигода отримується не тими, хто посідає одну з 80 % позицій, які лежать у межах нормативної смуги, а тими, хто розташовується у 20 %-вій зоні за її межами. Це пояснюється тим, що ринкова позиція лідера містить у собі великі потенційні переваги, однак їх потрібно уміти заробити і скористатись ними, оскільки самі по собі вони не забезпечать організації збільшення прибутку.

Наприклад, послуга забезпечення харчуванням пасажирів у вагонах-ресторанах (кафе) знаходиться одночасно у всіх трьох зонах матриці – залежно від того, в якому пасажирському поїзді вона пропонується. Так, нормативну смугу ця послуга посідає у більшості поїздів, наприклад: №23/24 «Одеса – Москва», №59/60 «Одеса – Харків» Одеської залізниці; №141/142 «Івано-Франківськ – Москва», №43/44 «Івано-Франківськ – Київ» Львівської залізниці; №117/118 «Дебальцеве – Хмельницький», №419/420 «Куп'янськ – Феодосія» Донецької залізниці; №1/2 «Київ – Москва» Південно-Західної залізниці; №167/168 «Київ – Дніпропетровськ», №41/42 «Дніпропетровськ – Трускавець» Придніпровської залізниці; №79/80 «Кременчук – Москва», №55/56 «Суми – Сімферополь» Південної залізниці. У зоні можливостей дана послуга знаходиться в поїздах: №73/74 «Львів – Москва» Львівської залізниці, №337/338 «Донецьк – Москва» Донецької залізниці, №19/20 «Київ – Луганськ» Донецької залізниці, №15/16 «Дніпропетровськ – Москва» Придніпровської залізниці та №117/118 «Суми – Москва» Південної залізниці. У зону слабкості послуга потрапила для поїздів: №87/88 «Ковель – Сімферополь», №99/100 «Ужгород –

Київ» Львівської залізниці; №65/66 «Миколаїв – Москва» Одеської залізниці; №83/84 «Маріуполь – Київ», №69/70 «Маріуполь – Львів» Донецької залізниці; №165/166 «Дніпропетровськ – Київ» Придніпровської залізниці; №311/312 «Харків – Калінінград», №108/107 «Харків – Івано-Франківськ» Південної залізниці. Аналіз стратегічних позицій послуги в матриці «Можливість/Уразливість» показав, що діяльність більшості вагонів-ресторанів (кафе) потенційно має достатні можливості для розвитку і виходу на беззбитковий, в найближчому майбутньому – на прибутковий рівень, і лише невелика кількість вагонів-ресторанів (кафе), які потрапили у критичну частину зони слабкості, не мають конкурентних переваг для здійснення прибуткової діяльності. Однак оскільки дана послуга в цілому затребувана пасажирями, користується попитом у ряді поїздів, перш ніж виключати зі складу поїздів збиткові вагони-ресторани (кафе), потрібно провести пошук і створити конкурентні переваги там, де вони зараз відсутні.

V. Висновки

На ринку транспортних послуг відбувається жорстока міжгалузева конкуренція, тому для реалізації завдання підвищення та утримання високої конкурентної позиції залізничного транспорту необхідно грамотно сформувати певний набір його конкурентних переваг. Оцінка конкурентних позицій, виявлення і створен-

ня конкурентних переваг в цілях досягнення максимального ефекту при їх застосуванні у боротьбі з суперниками складають основу формування конкурентної стратегії організації. Створення такої стратегії надає організації ряд переваг – від визначення способу досягнення своїх стратегічних орієнтирів до вибору засобів ведення успішної конкурентної боротьби. Все це обумовлює надзвичайно високу значущість маркетингових конкурентних і бізнес-стратегій у загальній системі стратегічних планів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Азоев, Г. Л. Конкурентные преимущества фирмы [Текст] / Г. Л. Азоев, А. П. Челенков. – М.: ОАО «Типография «Новости», 2000. – 256 с.
2. Портер, М. Конкуренция [Текст] / М. Портер. – К.: Вильямс, 2000. – 495 с.
3. Маскаева, Е. А. Основные конкурентные преимущества в сфере железнодорожных перевозок [Текст] / Е. А. Маскаева // Экономика железных дорог. – 2007. – № 5. – С. 10-19.
4. Мельник, Т. С. Роль стратегического планирования у забезпеченні конкурентоспроможного положення організації залізничної галузі на ринку [Текст] / Т. С. Мельник, О. В. Христофор // Вагонный парк. – 2007. – № 9. – С. 15-19.

Надійшла до редколегії 23.04.2009.

Прийнята до друку 10.06.2009.

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ВИТРАТ НА УТРИМАННЯ ОБ'ЄКТІВ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАЛІЗНИЦЬ

Досліджується структура витрат залізничного транспорту по об'єктах інфраструктури як фактор, що впливає на їх обсяг.

Исследуется структура затрат железнодорожного транспорта по объектам инфраструктуры как фактор, влияющий на их величину.

The structure of railway transport expenses is investigated over studied the infrastructure objects as a factor influencing upon their values.

Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими завданнями

Основою розрахунку й аналізу собівартості експлуатаційної діяльності залізниць є зв'язок між окремими групами витрат і кількісними показниками, вираженими в тих або інших вимірниках, тобто зв'язок витрат з вимірниками. Обґрунтований вибір вимірників є одним з найважливіших питань методики калькулювання собівартості експлуатаційної діяльності залізниць.

Стан цього питання в тому або іншому періоді визначався не тільки рівнем розвитку інженерно-економічної думки, але й діючою системою обліку й звітності. Так, при обліку витрат по укрупнених групах і відносно невеликій кількості експлуатаційних показників, природно, є менше можливостей аналізу витрат, ніж при дробовій номенклатурі витрат і розгорнутому переліку статистичних даних, що характеризують матеріально-технічну базу й роботу залізниць. Ясно, що практичне значення має встановлення зв'язку якої-небудь групи витрат з вимірником, величину якого при конкретних розрахунках можливо визначити без особливих труднощів.

При дослідженні зв'язків між витратами й вимірниками ставиться мета – не тільки обґрунтування вимірника, з яким найбільш тісно зв'язана досліджувана група витрат, але й визначення характеру й ступеня залежності витрат від величини цього вимірника.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, виділення невирішених частин загальної проблеми

Проблемою залежності витрат від вимірників займалися багато дослідників, причому в методах аналізу були істотні розходження. У перших роботах переважав логічно-експертний

аналіз. Виходячи з характеру виробничих операцій, з якими пов'язана досліджувана група витрат, на основі експертної оцінки не тільки вибирався вимірник, але й встановлювалася приблизна доля витрат, що залежать від цього вимірника. Пізніше стали застосовуватися математико-статистичні методи аналізу – графічний і метод найменших квадратів, у результаті застосування яких складалося рівняння прямої типу:

$$y_k = a_0 + a_1 x,$$

і при середньому значенні величини вимірника (x) визначалися змінна й постійна долі витрат. При цьому різними авторами приймалися для аналізу дані про витрати й обсяг роботи: по всій мережі або окремій залізниці за послідовний ряд років; по різних залізницях за той самий період (рік); по різних залізницях за кілька років.

Практичне значення можуть мати результати аналізу й тих, й інших даних. Однак треба мати на увазі наступне. Математична статистика має у своєму розпорядженні методи, що дозволяють виявити основну тенденцію у взаємозв'язках між змінними величинами, абстрагуючись від впливу випадкових факторів. Разом з тим, пред'являються певні вимоги до вихідних даних, які повинні бути якісно однорідні, інакше картина зв'язку буде невірною. Зокрема, при аналізі динамічних рядів необхідно усунути вплив причин, що діяли протягом не всього розглянутого періоду, а тільки частини його. У випадках, коли вивчається динаміка грошових показників, до таких причин, насамперед, відносять перегляд цін і зміну заробітної плати. Виключення впливу цих факторів на одні групи витрат може бути здійснене порівняно легко, на інші (наприклад, при тих видах робіт, де витра-

чаються матеріали багатьох найменувань) – викличе певні труднощі. Але, крім зміни цін і заробітної плати, на динаміку витрат залізничного транспорту за останні роки величезний вплив надають такі фактори, як впровадження нової техніки й обумовлене ним проведення організаційних заходів: удосконалювання системи експлуатації й ремонту технічних засобів, зміна норм обслуговування об'єктів, перегляд норм витрат матеріалів і т.д.

Формулювання цілей статті (постановка завдання)

Все вищевикладене дозволяє чітко сформулювати мету даної статті – обґрунтування складу витрат інфраструктури залізниць. Реформа залізничного транспорту обумовила необхідність визначення складу витрат інфраструктури для планування витрат і визначення ставок за користування інфраструктурою.

Виклад основного матеріалу дослідження з обґрунтуванням отриманих наукових результатів

До складу витрат інфраструктури на утримання і експлуатацію входять витрати, пов'язані із забезпеченням процесу переміщення рухомого складу.

У витрати інфраструктури частково або повністю включені витрати 8 господарств: пасажирського, вантажної і комерційної роботи, перевезень, вагонного, колії, цивільних споруд, сигналізації та зв'язку, електропостачання.

Вивчення витрат інфраструктури варто почати з визначення по кожному виді перевезень частки витрат на утримання інфраструктури в загальній величині експлуатаційних витрат.

Пропонується зберегти угруповання витрат по галузевих господарствах. Нижче розглянутий склад витрат інфраструктури по галузевих господарствах залізниць. Склад витрат інфраструктури залізниць визначений по галузях господарства по мережі залізниць. Розрахунки виконані за даними форми 14-зал. Пасажирське господарство включає Поточний ремонт будівель, споруд, обладнання та інвентарю пасажирського господарства (ст. 5), Технічне обслуговування за програмою ТО-3 пасажирських вагонів (ст. 16).

У вагонне господарство включені витрати на технічне обслуговування вантажних вагонів на станціях (ст. 148). У витрати на утримання інфраструктури по господарстві перевезень входять витрати за статтями 46, 48, 49 Номенклатури витрат. У витрати на утримання інфраструктури по господарству колії входять витрати за статтями 170-184.

У табл. 1 наведена структура витрат інфраструктури галузевих господарств по видах перевезень на прикладі мережі залізниць. По мережі найбільша питома вага у витратах інфраструктури по вантажних перевезеннях займає господарство колії (близько 68 %), по пасажирським частка цього господарства значно нижча й становить приблизно 45 %. Найменша питома вага у витратах інфраструктури по вантажних перевезеннях займає господарство вантажної й комерційної роботи – 0,2 %.

Таблиця 1

Структура витрат інфраструктури по галузевих господарствах (мережа залізниць)

Господарство інфраструктури	Витрати інфраструктури, %		
	У цілому	Вантажні перевезення	Пасажирські перевезення
Пасажирське	2,2	-	11,3
Вантажної та комерційної роботи	0,1	0,2	-
Вагонне	4,0	5,0	-
Перевезень	6,8	6,8	7,0
Колії	64,0	68,5	45,5
Цивільних споруд	4,6	2,9	11,5
Сигналізації та зв'язку	9,7	9,0	12,5
Електропостачання	8,6	7,6	12,2
УСЬОГО витрат	100	100	100

Необхідно відзначити, що отримані частки витрат на утримання і експлуатацію інфраструктури розрізняються по видах перевезень. Наприклад, по вантажних перевезеннях частка витрат по господарству колії на 23 % вище, ніж по пасажирських. Тому що більше 80 % витрат по господарству колії по видах перевезень розподіляється пропорційно наведеним тонно-км бруто. Наведені т-км бруто визначаються як сума т-км бруто у вантажному русі й помножених на 0,8 т-км бруто в пасажирському русі. Співвідношення т-км бруто по вантажних і пасажирських перевезеннях по мережі 87 % і 13 %, відповідно. По пасажирських перевезеннях частка витрат вище приблизно на 10 % по господарству сигналізації та зв'язку – це

пов'язане з витратами на утримання устроїв по обслуговуванню пасажирів.

У господарстві електропостачання частка витрат на інфраструктуру по пасажирських перевезеннях теж значно вища. Це пов'язане з тим, що основна частина витрат по господарству електропостачання розподіляється пропорційно кількості електроенергії, витраченої при пасажирському й вантажному русі в електропоїздах. Великий обсяг пасажирських, особливо приміських перевезень, виконується електротягою, тому питома вага витрат по цьому господарству у витратах по пасажирських перевезеннях вища порівняно з вантажними перевезеннями на 5 % (мережа).

Таблиця 2

Структура витрат галузевих господарств, зайнятих на утримання інфраструктури, по видах перевезень і основних груп витрат (мережа залізниць)

Витрати по видах перевезень і групах	Частка витрат по галузевих господарствах, %								
	Пасажирське	Вантажної та комерційної роботи	Вагонне	Перевезень	Колії	Цивільних споруд	СЦБ і зв'язку	Електропостачання	РАЗОМ
Витрати в цілому	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Прямі матеріальні витрати та прямі витрати на оплату праці	53	83	14	53	81	19	71	69	71
Інші прямі витрати	32	12	54	28	14	55	21	22	20
Змінні загальновиробничі та постійні розподілені загальновиробничі витрати	15	5	32	18	5	25	8	9	9
Витрати по вантажних перевезеннях	-	100	100	100	100	100	100	100	100
Прямі матеріальні витрати та прямі витрати на оплату праці	-	83,0	24	53,0	73,5	21,4	70,5	67,0	82,0
Інші прямі витрати	-	11,5	46	28,5	16,9	54,8	21,0	21,6	10,2
Змінні загальновиробничі та постійні розподілені загальновиробничі витрати	-	5,5	30	18,5	9,6	23,8	8,4	11,4	7,8
Витрати по пасажирських перевезеннях	100	-	-	100	100	100	100	100	100
Прямі матеріальні витрати та прямі витрати на оплату праці	52,4	-	-	53,9	78,4	17,0	73,8	64,0	64,2
Інші прямі витрати	33,1	-	-	27,7	17,5	56,2	18,9	23,3	25,4
Змінні загальновиробничі та постійні розподілені загальновиробничі витрати	14,5	-	-	18,3	4,1	26,9	7,3	12,7	10,4

Планування й аналіз витрат інфраструктури доцільно провадити за основними групами витрат:

- прямі матеріальні витрати;
- прямі витрати на оплату праці;
- інші прямі витрати;
- змінні загальновиробничі та постійні розподілені загальновиробничі витрати.

Частки витрат інфраструктури за цими групами витрат у розрізі галузевих господарств наведені в табл. 2.

В існуючій фінансовій звітності витрати по кожному господарству розділені за видами перевезень. Для оптимізації подальших розрахунків проведемо поєднання двох груп витрат: прямі матеріальні витрати та прямі витрати на оплату праці.

Розподіл витрат, інших прямих й змінних загальновиробничих та постійних розподілених загальновиробничих витрат на статті витрат, що включають в інфраструктуру, виконувався за формулами:

$$E_{\text{ст. пр. } i} = E_{\text{пр}} \cdot K_i ;$$

$$E_{\text{ст. заг. } i} = E_{\text{заг}} \cdot K_i ;$$

$$K_i = \Sigma \text{ФОП}^i / \Sigma \text{ФОП}^i - \Sigma \text{ФОП}_{\text{пр}}^i - \Sigma \text{ФОП}_{\text{заг}}^i ,$$

де $\Sigma \text{ФОП}^i$ – сумарна величина ФОП по статтях i -го господарства, включеного у витрати на утримання і експлуатацію;

$\Sigma \text{ФОП}_{\text{пр}}^i$ – величина ФОП по інших прямих витратах;

$\Sigma \text{ФОП}_{\text{заг}}^i$ – величина ФОП по змінних загальновиробничих та постійних розподілених загальновиробничих витратах;

$E_{\text{ст. заг. } i}$ – питома вага ФОП статей витрат інфраструктури в змінних загальновиробничих та постійних розподілених загальновиробничих витратах фонду оплати праці i -го господарства;

$E_{\text{ст. пр. } i}$ – величина інших прямих витрат i -го господарства, що доводяться на статті витрат по інфраструктурі.

Розрахунок структури витрат на утримання інфраструктури виконаний по галузевих господарствах за трьома групами витрат:

- Прямі матеріальні витрати та прямі витрати на оплату праці (71 %);
- Інші прямі витрати (20 %);
- Змінні загальновиробничі та постійні розподілені загальновиробничі витрати (9 %).

Відзначимо, що розподілу по видах діяльності піддаються тільки витрати господарств пасажирського, вагонного, вантажної та комерційної роботи. Витрати господарств перевезень, колії, цивільних споруд, сигналізації та зв'язку, електропостачання повністю ставляться на утримання інфраструктури.

Питома вага мережних витрат цих груп розрізняється по господарствах. Найбільша питома вага прямих матеріальних витрат та прямих витрат на оплату праці займають у господарствах вантажної й комерційної роботи, колії – більше 80 %. У господарствах електрифікації й енергопостачання, СЦБ і зв'язку ці витрати близько 70 %. Прямі матеріальні витрати та прямі витрати на оплату праці в господарстві перевезень, пасажирському господарстві становлять 50 %. Менш ніж 20 % ці витрати в господарствах цивільних споруд і вагонному.

Інші прямі витрати найбільшу питому вагу займають у господарствах вагонному й цивільних споруд – 54...55 %; у пасажирському господарстві й господарстві перевезень (близько 30 %); у господарствах СЦБ та зв'язку, електропостачання – 20 %, у витратах господарства колії й вантажної та комерційної роботи менш ніж 15 %.

Змінні загальновиробничі та постійні розподілені загальновиробничі витрати найбільшу питому вагу займають у вагонному господарстві – 32 %; у господарстві цивільних споруд 24...25 %; у господарстві перевезень і пасажирському 15...18 %; по інших господарствах менш ніж 10 %. Розрізняється питома вага цих груп витрат і за видами перевезень (табл. 2).

Висновки даного дослідження і перспективи подальших робіт у цьому напрямку

Продукція транспорту тільки в частині переміщення вантажів відрізняється великим різноманіттям. Вона підрозділяється на види по признаку роду вантажу, ваги одночасно пропонованої до перевезення партії вантажу, відстані перевезення, габаритних розмірів вантажу, способів додаткового обслуговування. Тому не тільки при оптимальному, але й при сформованому розміщенні виробництва й оптимальній схемі поставок перевезення того самого вантажу на однакову відстань, але в різних районах є різними видами транспортної продукції.

Важливою проблемою обґрунтування витрат інфраструктури є вдосконалювання звітної інформації. Необхідним є створення автоматизованої єдиної бази по обліку й розрахунку витрат інфраструктури, а також повинна бути ор-

ганізована система наскрізного обліку витрат залізничного транспорту на всіх рівнях його управління.

Для рішення завдань по мотивації зниження витрат при здійсненні перевізного процесу з урахуванням обов'язкового виконання стандартів якості, забезпечення безпеки руху поїздів і охорони праці необхідним є поетапне впровадження систем управлінського обліку, які стануть частиною загальної системи економічного аналізу й обліку витрат.

В умовах реформування галузі планування експлуатаційних витрат залізниць і компаній-операторів повинне ґрунтуватися на загальних принципах. Тільки за такого підходу можливе рішення комплексного завдання зі скорочення витрат, зниження собівартості, збільшення об-

сягу перевезень і підвищення конкурентоздатності залізничного транспорту.

У статті проаналізовані величина й структура витрат по чотирьох видах угруповання – по статтях, по галузевих господарствах, по зв'язку з виробничим процесом і по способі віднесення на вид продукції (прямі – 71 %, непрямі – 29%). Структуру витрат на утримання інфраструктури необхідно враховувати при аналізі й плануванні витрат як фактор, що впливає на витрати інфраструктури (по залізницях і видах перевезень), тому що методи планування їх неоднакові.

Надійшла до редколегії 24.04.2009.

Прийнята до друку 03.06.2009.

СВІТОВИЙ ДОСВІД І ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ЗАЛІЗНИЦЬ В УКРАЇНІ

Розглянуто історію розвитку електрифікації залізниць у світі, в Росії та Україні. Наведено питому вагу перевезень на електрифікованих лініях. Обґрунтовано основні положення визначення економічної ефективності електрифікації залізниць.

Рассмотрена история развития электрификации железных дорог в мире, в России и Украине. Представлена доля перевозок на электрифицированных линиях. Обоснованы основные положения определения экономической эффективности электрификации железных дорог.

The history of development of electrification of railways in the world, Russia and Ukraine is considered. The specific amount of transportations on electrified lines is presented. The main ideas of determination of economic efficiency for electrification of railways are substantiated.

В умовах світової фінансової кризи для України важливо не втратити ті позитивні напрямки розвитку, які підвищують ефективність виробництва, у т.ч. транспортного. Електрифікація залізниць – один із таких напрямків.

Електрифікованим залізницям віддається явна перевага в перевізному процесі, на них реалізується значно більша вантажна напруженість і досягається зниження собівартості перевезень порівняно з тепловозною, економія паливно-енергетичних ресурсів, поліпшується екологія. Ці показники різні для різних країн; багато в чому вони залежать від конкретних складових собівартості перевезень, але те, що промислово розвинені країни світу в різний час стали на шлях електрифікації залізниць, здійснюючи її в різних обсягах, говорить про певну позитивну, а в багатьох країнах і пріоритетну тенденцію в застосуванні цього виду тяги.

Ціль даного дослідження – узагальнити існуючий досвід електрифікації залізниць для того, щоб виявити ті позитивні параметри, які сприяли її розвитку, і оцінити необхідність подальшого розвитку електрифікації залізниць.

Уперше електрична тяга була застосована в 1895 р. на магістральній лінії Балтімор – Огайо в США. В XX ст. вона набула широкого поширення в багатьох країнах, особливо тих, що мають складний гірський рельєф. Також електрифікувалися залізничні ділянки з тунелями, на них електрична тяга має переваги.

Електрифікація залізниць СРСР почалася в 1924 р. як складова частина плану ГОЕЛРО, в якому один із розділів був присвячений питанням транспорту. Планувалося, що їх довжина повинна скласти 3700 км.

У 1926 р. була здана в експлуатацію перша в країні електрифікована ділянка довжиною 19 км Баку – Сабунчі – Сурахани, що зв'язала Баку з нафтопромислами на Апшероні. Спочатку застосовувався постійний струм напругою 1,2 кВ, наприкінці 30-х рр. ділянка була переведена на напругу 1,5 кВ, а пізніше – на напругу 3 кВ. У 1929 р. почався рух електропоїздів на приміській ділянці Москва – Митіщі довжиною 17,7 км, де використовувався спочатку постійний струм напругою 1,5 кВ. Надалі електрифікація залізниць на магістральних лініях здійснювалася на постійному електричному струмі напругою 3 кВ або на змінному однофазному струмі промислової частоти 50 Гц напругою 25 кВ. Застосування більш високої напруги в контактній мережі сприяло зниженню витрат на електрифікацію залізниць і зменшенню втрат електроенергії в обладнаннях тягового електропостачання. На постійному струмі напругою 3 кВ у контактній мережі було електрифіковано у 1932 р. магістральну ділянку з вантажним рухом Хашурі – Зестафоні через Сурамський перевал Закавказької залізниці, потім ділянки Зестафоні – Самтредія й Хашурі – Тбілісі, найбільш важкі гірські ділянки залізниць Уралу, заполярна ділянка Мурманськ – Кандалакша, лінія Запоріжжя – Долгинцево, кілька ділянок у Кузбасі та інших районах країни.

До початку 1933 р. загальна довжина електрифікованих ліній досягла 130 км; у 1933-37 рр. тривали роботи з електрифікації приміських і магістральних вантажонапружених ліній, а також ділянок з гірським профілем, і до початку 1941 р. довжина електрифікованих ліній склала вже 1880 км. Навіть у роки Великої Вітчизняної

війни електрифікація залізниць не припинялася, й у 1941-45 рр. на електричну тягу було переведено 446 км. Електрифікація залізниць велася на постійному струмі напругою 3 кВ. В 1946-50 рр. були розгорнуті роботи з електрифікації на Закавказькій, Свердловській, Південно-Уральській та Західно-Сибірській залізницях, тривала електрифікація Московського вузла, уведено в експлуатацію приміські ділянки в Києві й Ризі.

У другій післявоєнній п'ятирічці (1951-1955 рр.) впровадження електричної й тепловозної тяги здійснювалося трохи швидше, однак кошти, що відпускаються на реконструкцію тяги, як правило, повністю не освоювалися. Суттєво вплинуло на ситуацію затвердження в 1956 р. Генерального плану електрифікації залізничного транспорту СРСР, який був розрахований на 15 років. Темпи робіт з електрифікації залізниць суттєво зросли, щорічні поставки електрорухомого складу (ЕРС) досягли 650 вантажних електровозів і понад 100 приміських електропоїздів, із Чехословаччини щорічно поставлялося 180 пасажирських електровозів. Особливістю даного періоду є перехід на електричну тягу цілих напрямків великої довжини. Якщо в 1951-1955 рр. щорічний приріст електрифікованих ліній становив близько 500 км, то вже в 1956-1960 рр. він дорівнював 1700 км, а в 1961-1970 рр. – перевищив 2 тис. км.

Усього за 1956-70 рр. було електрифіковано 28,5 тис. км. На початку 70-х рр. було в здебільшому завершено заміну парової тяги на електричну та тепловозну. З 1965 р. на найбільш вантажонапружених ділянках почалася заміна тепловозної тяги електричною. У результаті реалізації Генерального плану електрифікації в 1970 р. тільки електричною тягою було освоєно 48,7 %, а тепловозами й електровозами разом – 96,5 % вантажообігу. Довжина електрифікованих ліній склала 25,1 % експлуатаційної довжини мережі, а ліній з тепловозною тягою – 56,4 %. У період 1971-85 рр. було електрифіковано близько 15,5 тис. км, у т.ч. 13 тис. км із тепловозною тягою.

До початку 1991 р. загальна довжина електрифікованих залізниць у СРСР склала 54,3 тис. км, частка електричної тяги в загальній перевізній роботі вітчизняних залізниць досягла 63,7 % (у пасажирському русі 70 %, у приміських пасажирських перевезеннях – майже 90 %) і склала близько 31 % перевізної роботи залізниць світу. До найбільш протяжних електрифікованих магістралей вітчизняних залізниць належать лінії Брест – Мінськ – Куйбишев – Омськ – Новосибірськ – Іркутськ – Чита – Ка-

римська – Зілово (7,9 тис. км); Санкт-Петербург – Москва – Харків – Ростов-на-Дону – Армавір – Сочі – Тбілісі – Єреван (3585 км); Москва – Київ – Львів – Чоп (1765 км); Москва – Нижній Новгород – Кіров – Перм – Єкатеринбург – Тюмень – Омськ (2657 км).

У закордонних країнах розвиток електрифікації залізниць зумовлений відносно високою вантажонапруженістю залізниць та інтенсивністю пасажирського руху, а також необхідністю зниження витрат палива при високих швидкостях руху й можливістю використання більш дешевої електроенергії за наявності значних гідроресурсів. Загальна довжина електрифікованих ліній до кінця 80-х рр. там склала близько 100 тис. км, з них приблизно половина перебуває в Європі.

На початок 2000 р. частка електрифікованих залізниць в усьому світі склала 25 % (240,2 тис. км), освоюючи приблизно 50 % світового обсягу перевезень. Отже, при меншій довжині електрифікованих залізниць середня вантажонапруженість на них у 3 рази вища, ніж на лініях з тепловозною тягою.

Довжина електрифікованих залізниць у різних регіонах світу нерівномірна. Найбільшу питому вагу в загальній довжині електрифікованих ліній світу мають європейські країни (45,7 %) і країни СНД (24,3 %), близько 20 % – країни Південно-Східної Азії (в основному Японія, Китай, Індія) і 8 % – Африка (в основному ПАР). Частка Північної та Південної Америки в загальній мережі електрифікованих залізниць невелика – усього 1,7 %.

Велика увага електрифікації залізниць приділяється у Швейцарії, де електрифіковано 93,6 % доріг [3]. Серед країн з високим ступенем електрифікації залізниць слід виділити Бельгію, Швецію, Боснію й Герцеговину (до 75 % залізниць), Австрію, Болгарію, Італію, Нідерланди (близько 65 %). У Польщі й Німеччині на електричній тязі працює близько 50 % мережі залізниць.

У середньому в Європі (без країн СНД) довжина мережі електрифікованих залізниць становить 47 % загальної довжини мережі з обсягом перевезень приблизно 70 %, тобто вантажонапруженість електрифікованих ліній більш ніж в 2 рази перевищує вантажонапруженість ліній, що обслуговуються тепловозами. Це пояснюється переважною перевагою в Європі пасажирського руху, який і обумовив лідируючу роль Європи в електрифікації залізниць. Електротяга дає можливість реалізувати високі швидкості та є більш сприятливою стосовно екологічних впливів залізниць на навколишнє сере-

довище, що дуже важливо для густонаселеної Європи.

Розподіл електрифікованих ліній за системами електричної тяги в Європі наступний: змінний струм – 55,6 %, постійний струм – 41,8 %, інші системи – 2,6 %.

Серед країн Азії слід зазначити насамперед Японію, де електрифіковані лінії становлять 59,8 % і виконують 87 % обсягу перевезень, КНДР (49,3 %), Тайвань (44,9 %), Китай (22,5 %), Індія (21,6 %).

Велику довжину електрифіковані залізниці мають у ПАР. Це обумовлене низькою собівартістю перевезень завдяки дешевій електроенергії.

Особливе відношення до електрифікації залізниць у США. Ставши піонером у їхньому розвитку, у другій половині ХХ ст. там було деелектрифіковано 3 тис. км. Це пов'язане з агресивним маркетингом у сфері тепловозбудування, низькими цінами на дизельне паливо, політикою протекціонізму, знижок для гурту, а також масовою автомобілізацією пасажирських перевезень.

Країни СНД мають електрифіковані лінії, довжина яких становить 41 % загальної довжини мережі залізниць; обсяг перевезень по них – 71,6 %, тобто в 3,7 рази вищий, ніж на полігоні тепловозної тяги в СНД. В основному це співвідношення визначається Російськими залізницями (РЖД), які складають за довжиною 70 % мережі електрифікованих залізниць СНД (15,4 % – Україна, 6,3 % – Казахстан, 8,5 % – інші країни).

За абсолютною довжиною електрифікованих залізниць серед країн світу лідирує Росія (40,3 тис. км) з великим відривом від Німеччини (18,8 тис. км) і ПАР (16,8 тис. км).

Російські залізниці мають і найбільшу частку електрифікованих ліній у світовому електрифікованому полігоні – 17 %. До 2001 р. електрифіковані залізниці Росії становили 46,8 % загальної довжини мережі залізниць країни й виконували 77,7 % загального обсягу залізничних перевезень, що в 4 рази більше за тепловозну тягу.

Досвід Росії показав, що на електрифікованих ходах основні експлуатаційні показники, що визначають ефективність перевізного процесу (середня вага вантажного поїзда, середня дільнична швидкість, середньодобовий пробіг локомотива), на 20...30 % вищі, ніж на лініях з тепловозною тягою; собівартість перевезень на електрифікованих ділянках різних доріг у 1,5...2 рази нижче тепловозної тяги. Електрична тяга має більшу енергетичну ефективність з

економії паливно-енергетичних ресурсів: питомою витрата умовного палива на вимірник нижче в 1,6 рази.

В Україні з 1994 по 2004 рр. діяла Державна програма електрифікації залізниць України, згідно з якою мали електрифікувати 2148 км залізниць із доведенням обсягу перевезень електричною тягою до 85 %. Успішна реалізація цієї програми в Україні дозволила електрифікувати 1059,72 км залізничних ліній. Зараз Україна входить у десятку лідируючих країн (9752 км). Темпи росту довжини електрифікованих ліній України становлять 150...180 км на рік.

У період з 1994 по 1999 рр. було електрифіковано магістральний напрям Жмеринка – Красне (304 км) Львівської й Південно-Західної залізниць, ділянка Ніжин – Чернігів (83 км) Південно-Західної залізниці, частково електрифіковано напрямки Київ – Харків на ділянці від Яготина до Миргорода (143 км) Південної залізниці, закінчено електрифікацію ділянки Штерівка – Червона Могила (72,7 км) Донецької залізниці. Інтенсивно ведуться роботи з електрифікації ділянки Рівно – Луцьк – Ковель – держкордон (352,7 км) Львівської залізниці, розпочато роботи з електрифікації ділянки Запоріжжя – Очерет – Зоря Придніпровської залізниці. У надзвичайно короткий термін з'явилися швидкісні електрифіковані лінії: в 2002 р. Київ – Полтава – Харків; в 2003 р. Київ – Дніпропетровськ.

Підвищення швидкостей руху й конкуренція залізниць із іншими видами транспорту, а також інтеграція залізничного транспорту в міжнародну транспортну систему визначили завдання подальшого розвитку залізничного транспорту України на електричній тязі. Дана обставина викликана тими перевагами, які електрична тяга має порівняно з тепловозною. ККД сучасних електровазів становить близько 0,85...0,90, а в тепловозів – 0,28...0,32.

Заміна тепловозної тяги електричною на одноколіїних лініях при профілі середньої важкості підвищує пропускну здатність на 10...20 %. На одноколіїних лініях з гірським рельєфом і невеликою часткою перегонів з легким профілем електрична тяга може дати приріст пропускну здатності порівняно з тепловозною 30...35 % і більше.

Ріст пропускну та провізної здатності електричної тяги відбувається, по-перше, за рахунок збільшення маси поїзда, що пояснюється особливістю тягових характеристик електровазів, потужність яких при невеликих швидкостях в умовах важкого профілю значно підвищується, у тепловозів же вона постійна у великому

діапазоні швидкостей; по-друге, за рахунок збільшення ходової і технічної швидкостей руху потяга, а також дільничної швидкості, особливо на одноколійних лініях.

Середні ходові й технічні швидкості при електричній тязі на 10...15 % вище, ніж при тепловозній. На завантажених двоколійних лініях застосування електричної тяги дозволяє завдяки росту ходової швидкості й скороченню інтервалу попутного проходження між поїздами збільшити максимальну пропускну здатність по перегонах з 144...160 до 180...200 пар поїздів (на 25 %).

У результаті підвищення маси й швидкості руху поїздів при електричній тязі суттєво збільшується продуктивність електровозів порівняно з тепловозами. Вона росте ще й тому, що електровози можуть працювати на довгих тягових плечах, роблячи великі беззупинкові рейси, які значно збільшують час їх корисної роботи. Найбільший приріст продуктивності електровозів досягається в умовах важкого профілю колії, тому що швидкість руху електровоза на керівному підйомі може майже вдвічі перевищувати швидкість руху тепловоза. Електровози, крім того, можуть працювати за системою багатьох одиниць, тобто зчленовуватися один з одним при синхронному управлінні ними з одного посту, що дозволяє збільшити масу поїзда в кілька разів.

Продуктивність праці працівників локомотивного господарства при електричній тязі значно вища, ніж при тепловозній, а витрати по локомотивним господарстві нижчі. Це обумовлюється більш високою продуктивністю електровозів порівняно з тепловозами, а також значним скороченням чисельності працівників, зайнятих на ремонті та технічному обслуговуванні електровозів. У порівнянних умовах при однаковому обсязі перевізної роботи в т-км бруutto вартість ремонту електровозів приблизно вдвічі, а технічного обслуговування – утричі нижче, ніж для тепловозів.

Разом з тим, при електричній тязі виникає потреба в додатковому штаті працівників і додаткових експлуатаційних витратах, яких немає при тепловозній тязі. До них відносять витрати на утримання, ремонт і амортизацію контактної мережі, тягових підстанцій і дистанцій електропостачання. Але ці витрати відносно невеликі й становлять приблизно 5 % у собівартості перевезень при електричній тязі. У цілому, впровадження електричної тяги замість теплової скорочує експлуатаційний контингент працівників на 20...30 %. Витрати на паливо у грошовому вираженні при тепловозній тязі в

порівнянних умовах приблизно в 1,5 рази більше витрат енергії при електричній тязі.

При однаковій вантажонапруженості впровадження електричної тяги замість тепловозної знижує собівартість перевезень на 10...15 %. Відмінності фактичної собівартості перевезень порівнюваних прогресивних видів тяги більш істотні. Це пояснюється тим, що полігон мережі, що обслуговується електричною тягою, має приблизно вдвічі більшу вантажонапруженість і краще технічне оснащення. Це переважно двоколійні лінії з більш високою дільничною швидкістю, меншим числом зупинок і меншими витратами механічної роботи на прискорення й гальмування.

Застосування електричної тяги дозволяє здійснювати рекуперацію електроенергії, тобто повернення її в електричну мережу при русі поїзда під ухил, коли тягові двигуни працюють як електрогенератори. Економія електроенергії при цьому досягає при важкому профілі 20...30 %, а при профілі середньої важкості – 10...15 %. При рекуперації одночасно забезпечується плавне гальмування, зменшується зношування гальмівних колодок і підвищується безпека руху поїздів, хоча при обладнанні електровозів рекуперативним гальмуванням трохи збільшується їхня первісна вартість. Рекуперація виявляє також вплив на стан ходових частин вагонів і верхньої будови колії.

Особливо ефективним є застосування електричної (моторвагонної) тяги в приміському пасажирському сполученні та в метро. Тому що роздільні пункти на лініях розміщені часто, багато зупинок, прискорень і гальмувань. В таких умовах заощаджується значний час при швидкому наборі й зниженні швидкості. Дільнична швидкість руху приміських електропоїздів на 15...20 % вища, ніж приміських дизель-поїздів.

До того ж електрична тяга дозволяє використовувати низькосортне дешеве паливо (вугілля, сланці й ін.) при спалюванні його на ТЕС і дешеву електроенергію ГЕС. При тепловозній же тязі використовується, в основному, дороге дизельне паливо.

Однак у ході електрифікації здійснюють будівництво тягових підстанцій, що одержують електроенергію від мереж зовнішнього електропостачання, спорудження й монтаж контактної мережі, а також будівництво ліній, що їх з'єднують. Паралельно із цими роботами, як правило, виконується велика кількість супровідних робіт, які технологічно із впровадженням електротяги не пов'язані, але потрібні для підвищення ефективності її застосування або для поліпшення якості обслуговування пасажирів.

До таких робіт відносять подовження колій на станціях і роздільних пунктах, посилення верхньої будови колії, обладнання автоблокування й диспетчерської централізації, спорудження тунелів, пішохідних мостів, пасажирських платформ і павільйонів на станціях і деякі інші роботи. Такого роду роботи при тепловозній тязі виконують звичайно за планами капітальних вкладень інших господарств залізничного транспорту й фінансують за окремими кошторисами. Тому при порівнянні ефективності варіантів тяги по капітальних вкладеннях витрати на супровідні роботи повинні або виключатися з капітальних вкладень в електрифікацію, або враховуватися і для тепловозної тяги. Частка супутніх капітальних витрат, що не викликані специфічними особливостями електротяги, становить у середньому 20...25 % загальної кошторисної вартості й підвищується до 35...40 % та більше, якщо в кошторисну вартість включають масштабні роботи з подовження приймально-відправочних колій, впровадження автоблокування й диспетчерської централізації. Якщо ж не враховувати супутні й сполучені витрати, пов'язані з електрифікацією, то понад 2/3 всіх інших капітальних витрат припадає на будівництво тягових підстанцій і споруд контактної мережі.

Усе це викликає істотне дорожчання будівництва електрифікованих ліній порівняно з тепловозною тягою. Сумарні капітальні вкладення в постійні обладнання й рухомий склад при електричній тязі звичайно в кілька разів вищі за тепловозну. Тому застосування електротяги стає ефективним лише за певних умов, у першу чергу, при більш високій вантажонапруженості. Строки окупності сумарних капіталовкладень в електричну тягу порівнянні з тепловозною становлять у середньому 5...6 років.

Застосування електричної та тепловозної тяги в СРСР (Росія, Україна) за останні 40 років однозначно свідчить про доцільність електрифікації залізниць.

На думку залізничних експертів з різних країн (Конференція Міжнародного Союзу Залізниць, ПАР, 2000 р.), оптимальною для країн з розвинутою залізничною інфраструктурою, подібних Росії й Україні, є електрифікація 50...60 % загальної довжини мережі залізниць із покладанням на електрифіковані дороги 80...90 % обсягу перевезень. В Україні частка електрифікованих ліній становить 44,3 % загальної довжини мережі країни й електрична тяга виконує 85,6 % обсягу перевезень. Отже, Україні треба електрифікувати ще 2...3 тис. км. Програма електрифікації залізниць України

на 2008-2020 рр. передбачає електрифікацію 2254 км залізничних колій. Перші 787 км планується електрифікувати до проведення Євро-2012 на напрямках Полтава – Кременчук, Полтава – Красноград – Лозова, Красноград – Новомосковськ, Долинська – Миколаїв – Херсон – Джанкой, Миколаїв – Колосівка.

Передбачається, що в результаті виконання програми електрифікації полігон електрифікованих дільниць у 2020 р. зросте до 54 % від загальної експлуатаційної довжини. Також реалізація цієї програми дозволить знизити темпи зростання собівартості перевезень, підвищити безпеку руху поїздів, якість обслуговування пасажирів, швидкості руху потягів, забезпечити економію паливно-мастильних матеріалів, поліпшення екологічного стану.

Криза скоро закінчиться і зростаючі обсяги промислового виробництва зажадають збільшення пропускної й провізної спроможності залізниць. До 2020 р. очікується зростання загальної експлуатаційної роботи на 29,6 %. Також передбачається збільшення вантажообігу по міжнародних транзитних коридорах у сполученні Європа – Азія. Саме широке розповсюдження електрифікації залізниць дозволить подолати зростаючі обсяги перевезень. Готуватися до цього треба вже зараз.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Груббер, Л. О. Технический прогресс в электрификации железных дорог [Текст] / Л. О. Груббер. – М., 1972.
2. Кірпа, Г. М. Інтеграція залізничного транспорту України в Європейську транспортну систему [Текст] : монографія / Г. М. Кірпа. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, Арт-Прес, 2003. – 268 с.
3. Корниенко, В. В. Электрификация железных дорог. Мировые тенденции и перспективы (Аналитический обзор) [Текст] : монографія / В. В. Корниенко, А. В. Котельников, В. Т. Доманский. – К.: Транспорт Украины, 2004. – 196 с.
4. Котельников, А. В. Мировые тенденции в развитии электрификации железных дорог на рубеже веков [Текст] / А. В. Котельников, А. Н. Глonti // Бюллетень ОСЖД. – 2001. – № 6. – Варшава, 2001. – С. 9-18.
5. Концепція розвитку транспорту України на 1997-2010 рр. [Текст] / Мінтранс України від 14.11.1997 № 2/21-3-1428. – К., 1997. – 25 с.

Надійшла до редколегії 07.07.2009.

Прийнята до друку 22.07.2009.

НЕОБХОДИМОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ КОНЦЕПЦИИ РАЦИОНАЛЬНОГО МАРКЕТИНГОВОГО ПОВЕДЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ

У статті розглядаються тенденції розвитку моделей поведінки споживачів та обґрунтовується необхідність формування сучасної концепції раціонального маркетингу.

В статье рассматриваются тенденции развития моделей поведения потребителей, и обосновывается необходимость формирования современной концепции рационального маркетинга.

In the article the tendencies of progress of the consumers' choice models are considered and the necessity of forming the modern conception of rational marketing is proved.

Введение

Эффективный маркетинг предполагает разработку плана мероприятий на основе маркетинговых исследований и прогнозов. Маркетинг – это, прежде всего, умение предвидеть ситуацию, правильно ее проанализировать и отреагировать первым, создавая тем самым основу для получения конкурентных преимуществ. Сложившаяся ныне социально-экономическая ситуация требует проведения детального анализа основных факторов и тенденций развития маркетинга как типа научно-практического управления производством и сбытом товаров и услуг. Бесспорно, в современных экономических условиях возникает необходимость формирования новых принципов маркетингового поведения и новой концепции рационального маркетингового поведения.

Для разработки бизнес-моделей рыночного поведения важно определить природу происходящих ныне кризисных явлений и выявить современные тенденции формирования новых моделей потребительского поведения.

Следует отметить, что традиционные кризисы имели предсказуемую цикличность, в них были заложены заведомо понятные механизмы экономического оздоровления. Нынешний кризис кардинально отличается от всех предыдущих – он называется экономическим только по основным, явным формам проявления, а в его основе лежат глубокие процессы, которые можно охарактеризовать как конкуренцию цивилизационных ценностей.

Формирование нового механизма ценностного влияния закладывает основу поведенческого стереотипа всего человеческого сообщества. Кризис современного этапа развития можно назвать общесовременным, т.к. изменение системы ценностей происходит в

большинстве стран мира. Необходимо отметить, что данные процессы связаны, прежде всего, с пересмотром и изменением западной системы ценностей, а в частности, с деградацией ценности потребительства. Потребительство – это искусственно созданный ажиотажный спрос на большинство товаров и услуг, это культ потребления ради потребления, который охватил все слои общества [1, с. 24].

Постановка задачи

При оценке природы кризиса 2008-2009 гг. его связь с потребительской моделью практически не рассматривается, что в значительной степени влияет на разработку антикризисных мероприятий на различных уровнях хозяйствования на данном этапе, а также не дает возможности разработки эффективных маркетинговых программ в будущем.

Безусловно, возникает необходимость формирования новых механизмов ценностного влияния, в том числе и в Украине.

Результаты

При разработке новой концепции маркетинга необходимо помнить о формировании системы ценностей как одном из способов управления людьми. Кроме того, представление о ценностях оказывает существенное воздействие на формирование потребительского поведения. Механизм товарного производства работает таким образом, что производитель товаров и услуг объективно заинтересован в первую очередь в получении максимальной прибыли. Обычно ее легче получить не за счет развития творческих способностей и потребностей, а за счет удовлетворения потребностей рутинных, развлекательных, быстро доставляющих потре-

бителю примитивные удовольствия. Такой подход в долгосрочной перспективе ведет к упрощению, примитивизации личности и к застою в развитии потребительского поведения. Механизм взаимного стимулирования потребностей и способностей ослабляется. Такая потребительская ориентация человека и ступень развития цивилизации в современных условиях развития рыночных отношений получила название «общество массового потребления». Следует отметить, что потребительская ориентация личности на удовлетворение примитивных потребностей приводит к тому, что производство жизненных благ считается чем-то второстепенным, само собой разумеющимся. Т.е., в обществе господствует ориентация на обладание и стремление больше иметь, а такая ориентация обедняет личность и ослабляет всю социальную систему.

Любой индивид и общество в целом имеют свою систему ценностей – т.е. представление о значении для него этих явлений и предметов, которое постепенно изменяются в ходе исторического развития общества. Ценности, а следовательно, и потребности зависят не столько от сознательного выбора людей, сколько от их природных, биологических особенностей и уровня развития общества. Однако общий фундамент ценностей у всех людей сходен, ведь все люди вынуждены удовлетворять по существу одинаковый набор насущных потребностей. Поэтому всё, что позволяет эти потребности удовлетворять, причем социально одобряемым путем, всегда будет рассматриваться как имеющее непреходящую ценность. Над основой человеческих ценностей надстраиваются другие, производные, которые зависят от состояния экономики, уровня знаний, морали, религии, традиций и других факторов.

Современные сложившиеся экономические условия и их изменение дают возможность говорить о формировании новых моделей потребительского поведения. Согласно проведенным маркетинговым исследованиям, были выявлены новые группы потребителей и проанализированы факторы, влияющие на их формирование. Среди основных факторов можно выделить следующие:

- социодемографические, показывающие развитие различных групп населения;
- экономические, показывающие динамику и структуру доходов, и, что значительно важнее, расходов;
- технологические, и не только IT-технологии, но и маркетинговые технологии производства и сбыта товаров и услуг;

- культурно-ценностные, формирующие основу потребительского поведения в обществе.

Современный механизм ценностного воздействия можно свести к следующим составляющим:

- потребности сильно зависят от ценностной ориентации отдельного индивида и общества в целом;
- система ценностей ориентирует потребителя на ту или иную стратегию жизненного поведения;
- на основе системы ценностей устанавливается очередность удовлетворения потребностей, их градация по уровню значимости и разрабатываются способы удовлетворения потребностей;
- деятельность по целенаправленному формированию и изменению потребностей строится с учетом системы ценностей.

Анализ существующего ценностного влияния показывает, что сложившаяся деградирующая модель потребительства требует формирования новой концепции рационального маркетингового поведения как производителей, так и потребителей.

Следует также обратить внимание на результаты маркетинговых исследований, которые позволяют прогнозировать поведение потребителя в относительно недалеком будущем и изменение его потребительской культуры. Были выявлены следующие тенденции формирования новых моделей на потребительском рынке:

1. Существенно изменится не численность населения, а его структура, поэтому рынок современного потребителя следует сегментировать не по общественному классу или уровню дохода, а по величине и структуре расходов. Потребительское поведение практически перестает зависеть от уровня дохода. В маркетинге начинают использовать более мелкие сегменты, существенно отличающиеся по уровню, источнику дохода и потребительскому поведению.

2. Возрастающая роль и значение женщины в жизни общества, а, следовательно, её потребительское поведение и его изменение.

3. Возникают новые модели потребительского поведения, например, «активные и успешные пенсионеры», «дети капитализма», «магазинные крысы», «богатые и красивые».

4. Новое потребительское поведение формируется и у работающих в государственном секторе, и у людей, работающих на себя в любом виде фриланса. У последних модель потре-

бительского поведения складывается стихийно, непредсказуемо [2, с. 42].

Представляет научный интерес анализ существующей ныне цивилизационной ситуации, предложенный американским ученым Элвином Тоффлером. Происходящие изменения рассматриваются как переход второй волны – индустриального общества (с традиционным типом семьи, конвейерной системой образования и господством корпораций) в третью волну – постиндустриальное информационное общество (с экономикой знаний, разнообразием субкультур и стилей жизни). По мнению Элвина Тоффлера, в результате таких изменений возникает новая система богатства, а в экономике появится новый субъект «потребитель», т.е. человек, создающий что-либо для собственного потребления. По мере того, как третья волна приводит производство для обмена и «производство для себя» в равновесие, возрастут требования сбалансированного образа жизни [4, с. 51].

Особое влияние на потребителей и формирование моделей и стереотипов его поведения оказывает маркетинговая деятельность, зачастую непродуманная, чрезмерная, необоснованная. Маркетингу принадлежит особая «заслуга» в сформировавшейся ныне деградационной модели потребительского поведения. В этой связи особую важность приобретает проблема формирования рационального, зрелого отношения производителей к защите прав потребителей. Хартия защиты потребителей определяет следующие права потребителей:

- на удовлетворение основных потребностей;
- на безопасность;
- на достоверную информацию;
- на выбор;
- быть услышанными;
- на возмещение убытков;
- на экологически чистую окружающую среду [3, с. 44].

Изменение потребительского поведения и формирование новой системы ценностей потребует принципиально иного, нового стиля организации труда и новых принципов управления, в том числе и маркетингового.

Представляется, что концепция рационального маркетингового поведения должна предполагать, прежде всего, ответственность как со стороны производителя, так и со стороны потребителя. Повсеместно применяемая современная концепция социально-этичного маркетинга предполагает социальную ответственность со стороны производителя, возводя по-

требителя на вершину пирамиды потребительских ценностей, тем самым, вводя потребителя в определенное заблуждение и нарушая на практике баланс интересов потребителей и производителей.

В этой связи, и производители, и потребители, а также государство должны нести солидарную ответственность за формирование системы ценностей и моделей потребительского поведения. Необходимым также является отказ производителей от популярных ныне стратегии планируемого устаревания товаров, стратегии инновационного обмана, стратегии информационной асимметрии.

Характерными и существенными особенностями концепции рационального маркетингового поведения должны стать:

- консьюмеризация рынков и маркетинговой деятельности;
- современная массовая кастомизация;
- реальные мероприятия по защите окружающей среды;
- рациональное маркетинговое влияние на потребителей;
- коррекция политики государства по защите прав потребителей;
- разработка маркетинговых мероприятий с учетом новых моделей поведения потребителей.

Таким образом, представляется, что происходящие ныне цивилизационные изменения, пересмотр системы ценностей и формирование новых моделей потребительского поведения требуют разработки новых принципов маркетингового поведения в виде концепции рационального маркетингового поведения всех субъектов рынка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пахомов, Ю. Правильный маршрут [Текст] / Ю. Пахомов // Компан&он. – 6-12 февраля 2009. – № 5 (626). – С. 24-28.
2. Дикарева, О. Драйверы будущего / О. Дикарева. // &Стратегии. – Январь-февраль 2009. – № 1-2. – С. 42-44.
3. Вегера, С. А. Основи споживчих знань [Текст] : навч. посібник для вищих навч. закладів / С. А. Вегера. – К.: К.І.С., 2008. – С. 42-54.
4. Тоффлер, Э. Третья волна [Текст] / Э. Тоффлер. – М.: Прогресс, 1991.

Поступила в редколлегию 24.04.2009.

Принята к печати 21.05.2009.

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРАЦІ ПРАЦІВНИКІВ ЛОКОМОТИВНОГО ГОСПОДАРСТВА УКРЗАЛІЗНИЦІ

Представлено аналіз факторів, які впливають на продуктивність праці працівників локомотивного господарства Укрзалізниці.

Представлен анализ факторов, которые оказывают влияние на изменение производительности труда работников локомотивного хозяйства железных дорог Украины.

An analysis of the factors, which influence on the change of labour productivity of the Ukrainian locomotive workers, is presented.

Підвищення продуктивності праці в локомотивному господарстві має велике значення для залізничного транспорту. Адже тільки в цьому господарстві працює майже четверта частина всього експлуатаційного контингенту залізниць. Так, аналіз експлуатаційної роботи залізниць Укрзалізниці за 2008 рік показує, що виконані всі якісні показники використання рухомого складу, при цьому перевищено рівень 2007 року. Продуктивність локомотива виконано на рівні 105 відсотків до плану, а середньодобовий пробіг локомотива склав більше 450 км за добу. Як відомо, на рівень продуктивності праці працівників локомотивного господарства впливає цілий ряд факторів, які можна об'єднати в наступні групи:

1. Народного господарські;
2. Науково-технічного прогресу;
3. Удосконалювання організації праці.

До першої групи факторів відносять такі, як рівень та структура перевезень, нерівномірність перевезень по залізницях та напрямках, економічний стан держави.

До факторів науково-технічного прогресу на залізничному транспорті слід віднести втілення швидкісного руху на основних напрямках залізниць, удосконалення технології ремонту локомотивів із продовженням терміну їх експлуатації, механізацію та автоматизацію ремонтно-відновлювальних процесів, модернізацію локомотивів, деповських ремонтів обладнання та устаткування.

До факторів удосконалення організації праці слід віднести заходи по зростанню продук-

тивності праці в експлуатації локомотивів та їх ремонті, удосконалення системи матеріального заохочення, ліквідацію непродуктивних затрат робочого часу на ремонт локомотивів.

На локомотивне господарство приходиться майже третина експлуатаційних витрат залізниць України.

Аналізуючи роботу локомотивного парку, слід зазначити, що починаючи з вересня 2008 року через різке зниження виробництва промисловими підприємствами і, як наслідок, вантажообігу Укрзалізниці обсяги вантажної роботи локомотивів зменшено в середньому за добу до минулого року на 3,2 %.

Експлуатаційний парк локомотивів у вантажному русі зменшено до рівня відповідного періоду 2007 р. на 73 %, або на 68 локомотивів в середньому за добу. Парк локомотивів скорочено на всіх залізницях.

Як відомо, продуктивність праці $P_{л/госп.}$ локомотивного господарства визначається кількістю тонно-кілометрів бруто $\sum Pl_{брутто}$, що приходяться в середньому на одного робітника експлуатаційного штату $Ч_{експ.}$:

$$P_{л/госп.} = \frac{\sum Pl_{брутто}}{Ч_{експ.}}, \left(\frac{T \cdot KM_{брутто}}{Чол.} \right).$$

За роки незалежності України цей показник має певну динаміку як по Укрзалізниці, так і по окремих залізницях.

Динаміка продуктивності праці по локомотивному господарству на одній із залізниць України представлена на рис. 1.

Ппр (тис. ткм брутто/чол.)

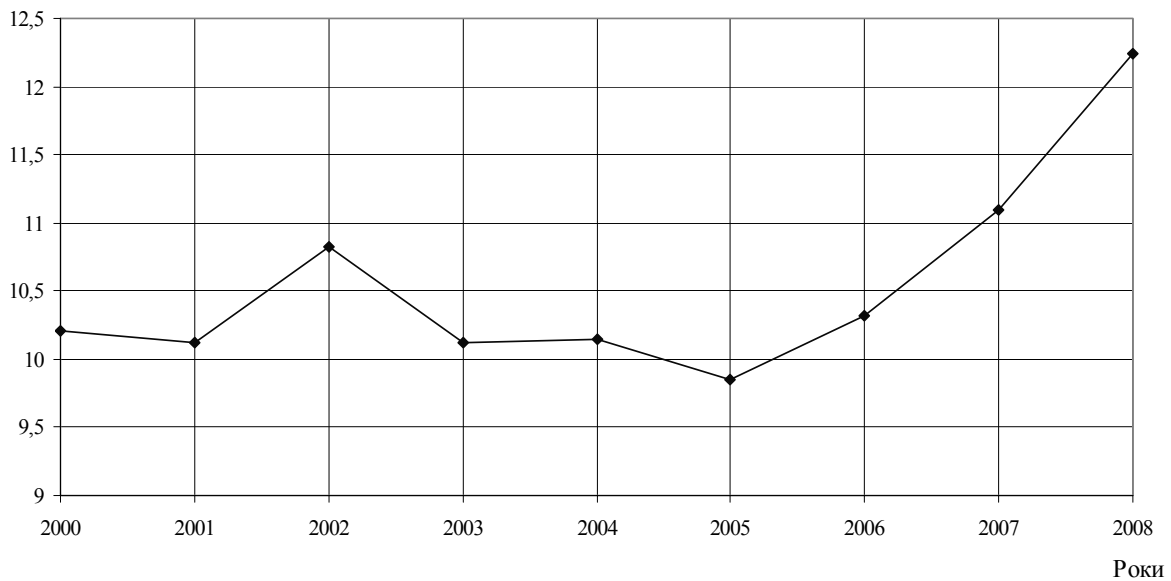


Рис. 1. Динаміка продуктивності праці по одній із залізниць України

В роботі розглянуто вплив різних факторів на динаміку продуктивності праці та встановлена залежність від їх зміни.

В табл. 1 наведені техніко-економічні показники локомотивного господарства однієї із залізниць.

Таблиця 1

Техніко-економічні показники локомотивного господарства однієї із залізниць

Роки	Обсяги перевезень, млн т-км брутто	Контингент всього, чол.	Контингент в експлуатації, чол.	Продуктивність праці
2000	88525,2	10451	8639	10247,2
2001	87867,2	10398	8622	10191,0
2002	94593,2	10563	8726	10840,4
2003	105122,5	10819	10335	10171,5
2004	106693,8	10830	10366	10292,7
2005	102980,4	10842	10348	9951,7
2006	108180,1	10864	10373	10429,0
2007	114596	10808	10314	11110,7
2008	108569,6	9255	8780	12365,6

Як було відмічено вище, продуктивність праці – це один із найважливіших показників ефективності праці, тому її аналіз має важливе економічне значення. Так, по локомотивному господарству на одній із залізниць в період з 2000-го по 2008-й рік продуктив-

ність праці зросла на 20,67 відсотка (див. рис. 1). Встановлено, що такі зміни досягнуто за рахунок зростання обсягу перевезень та зміни чисельності працівників господарства.

Кількісно це можна вирахувати за наступною формулою:

$$\Delta\Pi_{\text{пр}}(Pl) = \frac{100 \cdot (\Pi_{\text{ан}} - \Pi_{\text{б}}) \cdot \text{Ч}_{\text{ан}}}{\sum Pl_{\text{ан}} - \sum Pl_{\text{б}}},$$

де

$\Delta\Pi_{\text{пр}}(Pl)$ – приріст продуктивності праці за рахунок зміни обсягу перевезень;

$\sum Pl_{\text{ан}}$, $\Pi_{\text{ан}}$ – об'єм роботи та продуктивність праці в році, що аналізується;

$\sum Pl_{\text{б}}$, $\Pi_{\text{б}}$ – об'єм роботи та продуктивність праці в базисному році:

$$\begin{aligned} \Delta\Pi_{\text{пр}}(Pl) &= \frac{100 \cdot (\Pi_{\text{ан}} - \Pi_{\text{б}}) \cdot \text{Ч}_{\text{ан}}}{\sum Pl_{\text{ан}} - \sum Pl_{\text{б}}} = \\ &= \frac{100 \cdot (12365,5 - 10247,2) \cdot 8780}{108569,6 - 88525,2} = 92,78 \%. \end{aligned}$$

Отже, за рахунок зміни обсягу перевезень продуктивність праці зросла на 92,78 %.

Далі бачимо, що якщо

$$100 - 92,78 = 7,22 \%,$$

тобто продуктивність праці зросла на 7,22 % за рахунок зміни чисельності працівників локомотивного господарства, яке зменшилось по залізниці на 1,6 %.

На продуктивність праці працівників локомотивного господарства впливають такі фактори, як вага потягу ($Q_{\text{п}}$), продуктивність локомотива ($\Pi_{\text{лок}}$), вагонів ($\Pi_{\text{ваг}}$), динамічне та статичне навантаження вагонів ($P_{\text{дин}}$, $P_{\text{ст}}$), середня дальність вантажних перевезень ($L_{\text{пер}}^{\text{сп}}$), дільнична швидкість ($V_{\text{дйл}}$) та ін.

За розглянутий період найбільш характерний вплив на продуктивність праці маємо від середньої ваги потягу $\Pi_{\text{пр}}^{\text{п}} = f(Q_{\text{п}})$, рис. 2, дільничної швидкості $\Pi_{\text{пр}}^{\text{п}} = f(V_{\text{дйл}})$, рис. 3, статичного навантаження на вагон $\Pi_{\text{пр}}^{\text{п}} = f(P_{\text{ст}})$, рис. 4.

Ппр (тис. ткм брутто/чол.)

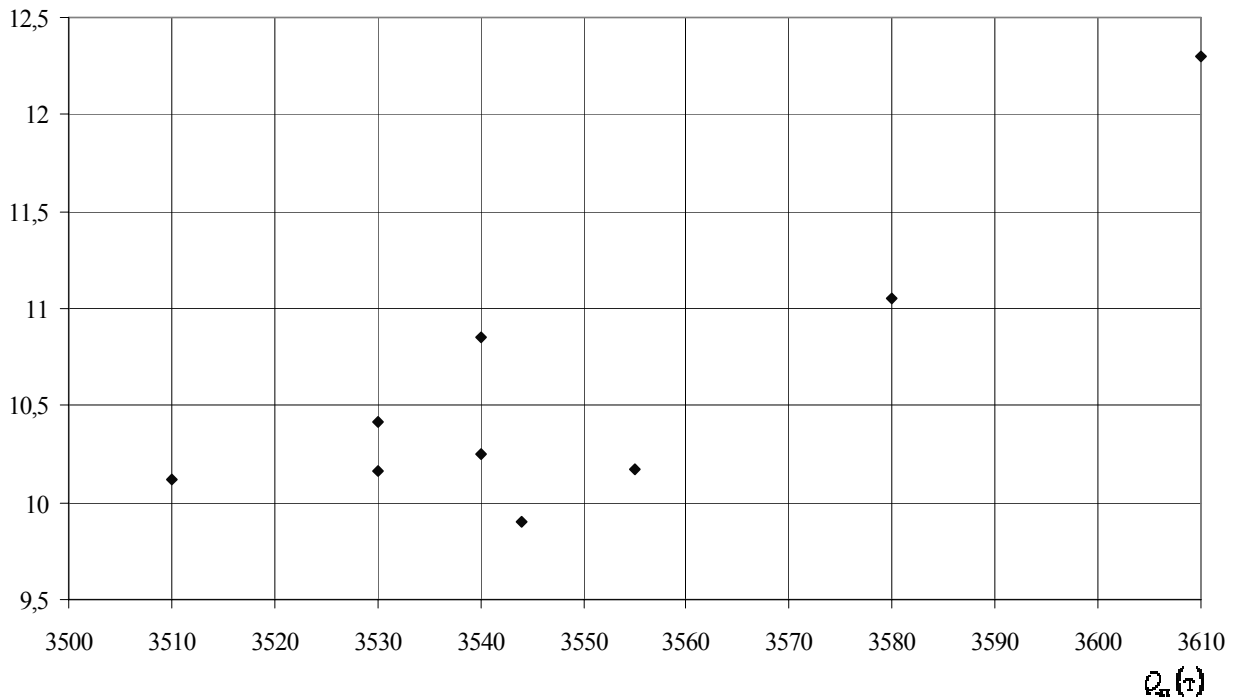


Рис. 2. Вплив на продуктивність праці середньої ваги потягу $\Pi_{\text{пр}}^{\text{п}} = f(Q_{\text{п}})$

Ппр (тис. ткм брутто/чол.)

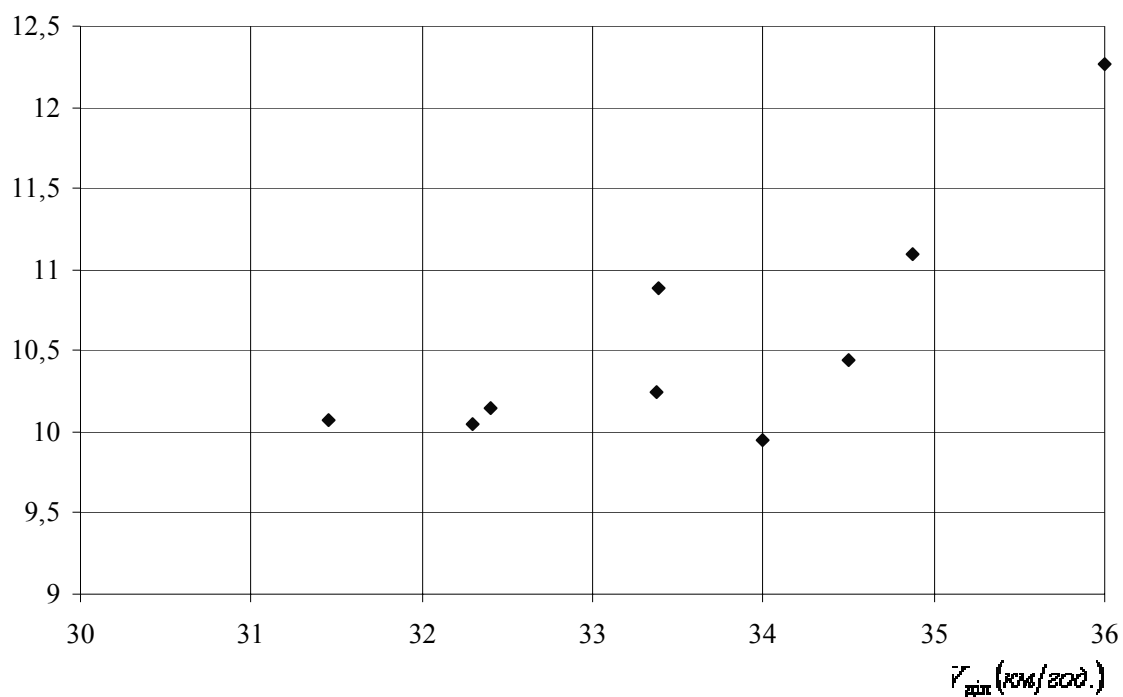


Рис. 3. Вплив на продуктивність праці дільничної швидкості $\Pi_{np}^n = f(V_{dil})$

Ппр (тис. ткм брутто/чол.)

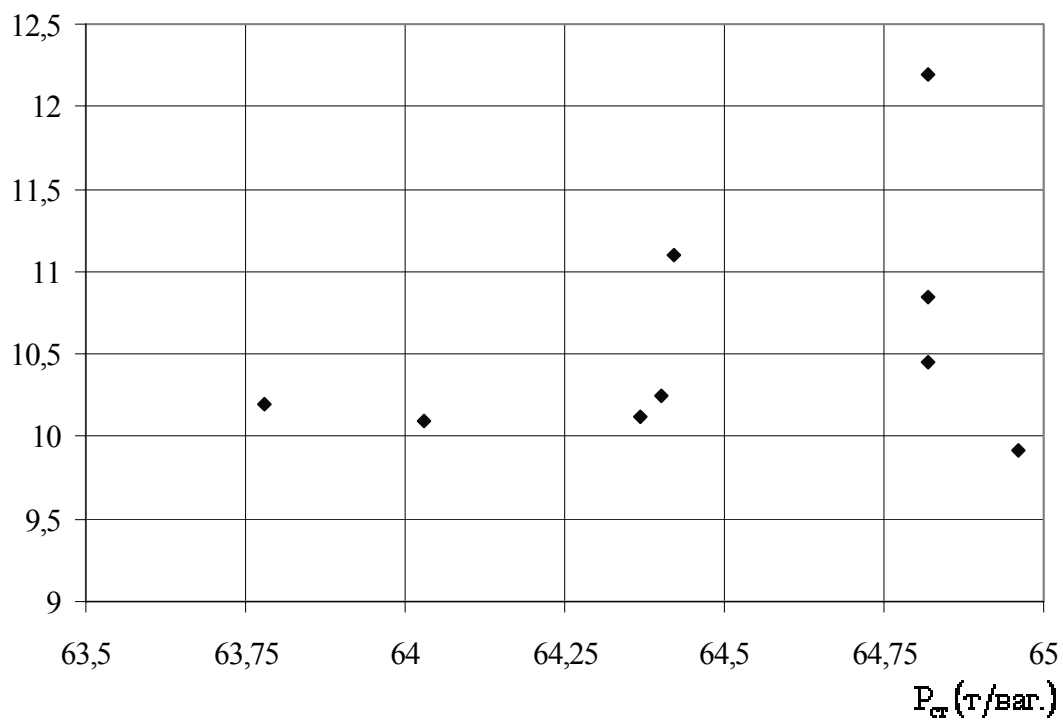


Рис. 4. Вплив на продуктивність праці статичного навантаження на вагон $\Pi_{np}^n = f(P_{st})$

Не дивлячись на те, що оброблено показники тільки за 9 років, вже можна зробити певні прогнози та висновки по організації роботи працівників локомотивного господарства. Але відомо, що всередині галузі залізничного транспорту успіхи складаються від кропіткої роботи всіх залізничників: вагонників, локомотивщиків, енергетиків та ін. Окрема ланка залізничного транспорту буде мати успіхи тільки в тому разі, якщо успіхи матимуть всі інші.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Кулаєв, Ю. Ф. Економіка залізничного транспорту [Текст] / Ю. Ф. Кулаєв. – Д., 2006. – 231 с.
2. Гончаров, М. Ю. Системний факторний аналіз економічних процесів на транспорті [Текст] / М. Ю. Гончаров. – К.: Логос, 1999. – 423 с.

Надійшла до редколегії 23.04.2009.

Прийнята до друку 10.06.2009.

ПУТИ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МОТИВАЦИИ ТРУДА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Робота присвячена дослідженню проблеми мотивації праці на залізничному транспорті України, та запропоновано рекомендації щодо вдосконалення матеріальних та нематеріальних засобів посилення мотивації в сучасних умовах.

Работа посвящена исследованию проблемы мотивации труда на железнодорожном транспорте Украины, и предложены рекомендации относительно совершенствования материальных и нематериальных средств усиления мотивации в современных условиях.

The work is devoted to exploration of the problem of labor motivation on the railway transport of Ukraine, and the recommendations concerning the improvement of material and non-material means of strengthening the motivation in the modern society are offered.

В условиях рыночной системы хозяйствования перед предприятиями, ориентированными на рыночную экономику, встаёт необходимость работать по-новому, считаясь с законами и требованиями рынка, овладевая новым типом экономического поведения, приспосабливая все стороны производственной деятельности к меняющейся ситуации. В связи с этим, возрастает вклад каждого работника в конечные результаты деятельности предприятия. Одна из главных задач для предприятий различных форм собственности – поиск эффективных способов управления трудом, обеспечивающих активизации человеческого фактора.

Железнодорожный транспорт является одной из базовых отраслей экономики. Стабильное и эффективное функционирование железнодорожного транспорта является необходимым условием для обеспечения обороноспособности, национальной безопасности и целостности государства, повышения уровня жизни населения.

На данное время железные дороги в основном удовлетворяют потребности общественно-го производства и населения в перевозках, однако существует ряд проблем.

Возникновение проблем в деятельности и развитии железнодорожного транспорта обусловлено рядом негативных факторов, а именно: прогрессирующим старением основных фондов, отсутствием государственной поддержки инновационного развития отрасли, низкими тарифами на перевозку пассажиров и отсутствием действенного механизма компенсации убытков во время предоставления общественных услуг и др.

Для преодоления этих факторов было принято решение о разработке Государственной программы реформирования железнодорожного транспорта, в соответствии с которой наиболее приемлемой формой организации деятельности предприятий железнодорожного транспорта является корпоративная с созданием на базе Укрзализныци, железных дорог, предприятий, учреждений и организаций отрасли государственной акционерной компании, 100 процентов акций которой будут принадлежать государству [1].

Актуальность Программы обусловлена необходимостью употребления кардинальных мероприятий для усовершенствования системы управления железнодорожным транспортом и обеспечение государственной поддержки его реформирования.

Во время проведения Государственной программы реформирования и после ее проведения для обеспечения последующего развития железнодорожного транспорта следует развязать ряд проблем, среди которых важное место занимает усовершенствование мотивации труда. Решение стратегических заданий реформирования железнодорожного транспорта нуждается во внедрении новых моделей управления персоналом, которые могут обеспечить социально-экономическую привлекательность соответствующих профессий, повышение качества труда, изменение принципов социальной поддержки и усиления мотивации труда.

Руководству предприятия для решения этой проблемы необходимо принимать во внимание и проводить в жизнь такие проекты, как: разработку систем мотивации труда работников, учет результатов производственной деятельно-

сти, гибкую настройку используемых начислений и удержаний. Современный уровень предпринятия не может развиваться без эффективных мотивационных систем персонала, которые должны постоянно совершенствоваться под влиянием экономических и политических условий.

Решающим причинным фактором результативности деятельности людей является их мотивация.

Мотивация – это комплекс мероприятий, повышающих личную заинтересованность сотрудника в качестве выполняемых им обязанностей. Мотивация (лат. *motivatio*) – динамическая система взаимодействующих между собой внутренних (мотиваторов) и внешних факторов, вызывающих и направляющих ориентированное на достижение цели поведение человека. Под внутренними факторами будем понимать потребности, желания, стремления, ожидания, восприятия, ценностные установки и другие психологические компоненты личности. Внешний фактор управления может воздействовать на работника либо принуждая его силой, либо предоставляя какие-то блага. Мотивация – это процесс побуждения себя и других к деятельности, что направлена на достижение личных и организационных целей [2].

Эффективность работы любой организации зависит от того, насколько ее сотрудники заинтересованы в своей эффективной работе. Продуманная система мотивации позволяет получить максимальную отдачу от каждого сотрудника.

Цель системы мотивации – это формирование таких условий и стимулов работы, чтобы сотрудники захотели выкладываться ради достижения поставленных им целей.

Отсутствие у персонала желания работать, т.е. мотивации, приводит к проблемам, среди которых: низкая производительность и качество труда, низкая лояльность и высокая текучесть, невозможность привлечь/удержать нужных специалистов и управленцев.

Руководители часто не учитывают то, что современный персонал более образован и обеспечен, и старые концепции мотивации, основанные на упрощенном принципе «кнута и пряника», для него далеко не всегда эффективны.

Теориями мотивации в подлинном смысле слова можно считать уже ставшие классическими содержательные и процессуальные схемы мотивации человека.

Содержательные теории мотивации основываются на идентификации тех внутренних побуждений (называемых потребностями), которые заставляют людей действовать так, а не иначе. Представителями содержательных теорий мотивации, которые подробно рассматривают мотивационные модели управления, являются ученые зарубежных стран А. Маслоу, Ф. Герцберг, Мак-Клеланд. Наиболее существенным в теории Маслоу, а также других исследователей в этом направлении было выделение в человеческой побудительной системе первичных и вторичных потребностей [3].

Процессуальные теории не оспаривают существование потребностей, но считают, что поведение людей определяется не только ими. Согласно процессуальным теориям, поведение личности является также функцией его восприятия и ожиданий, связанных с данной ситуацией, и возможных последствий выбранного им типа поведения. Имеются три основные процессуальные теории мотивации: теория ожидания Виктора Врума, теория справедливости Адамса, комплексная теория Портера-Лоулера.

Особенностью вышеперечисленных подходов является то, что они пытаются рассмотреть мотивационный процесс изнутри, не учитывая того факта, что сама мотивация, в качестве части организационного климата, – это довольно сложная и относительно самостоятельная система человеческих отношений.

Современные теории мотивации, основанные на результатах психологических исследований, доказывают, что истинные причины, побуждающие человека отдавать работе все силы, чрезвычайно сложны и многообразны. По мнению одних учёных, действие человека определяется его потребностями. Придерживающиеся другой позиции исходят из того, что поведение человека является также и функцией его восприятия и ожиданий.

Оптимизация системы мотивации труда персонала может дать:

- повышение результативности работы персонала;
- оперативное достижение целей компании;
- связь результативности работы сотрудников с оплатой и нематериальным стимулированием связь усилий с результатом;
- прозрачность системы вознаграждения;
- снижение текучести персонала и преодоление кадрового дефицита;
- активизация мотивации на достижение значимых для компании результатов, стратегических целей;

- сбалансированный бюджет на материальное и нематериальное стимулирование;
- улучшение психологического климата;
- повышение лояльности сотрудников;
- улучшение командной работы.

Основными средствами усиления мотивации труда на железнодорожном транспорте могут быть:

- рост заработной платы;
- создание механизма, что обеспечит выплату, вознаграждение работникам в зависимости от реальных результатов их труда;
- стимулирование заинтересованности работников в повышении эффективности производства.

Приведенные средства можно разделить на материальные и нематериальные.

Если сотрудник не удовлетворяет своих материальных потребностей, он в первую очередь теряет мотивацию к работе и профессиональному развитию. Именно поэтому система материального стимулирования как часть системы управления персоналом в настоящее время наиболее востребована.

Денежным вознаграждением, получаемым работником за свой труд в размере, определяемом законодательством и трудовым договором, является заработная плата. Среди таких важных её функций как воспроизводственная, стимулирующая, статусная, регулирующая, производственно-долевая, мотивационная, основополагающей в настоящее время является последняя.

Мотивационная функция основана на процессе побуждения человека к определенной деятельности с помощью внутриличностных и внешних факторов:

- человек осознает свои потребности;
- выбирает наилучший способ получения определенного вознаграждения;
- принимает решение о реализации этого способа;
- осуществляет действия по реализации, т.е. трудится (здесь задача предприятия – создать наилучшие условия и стимулы для высокой результативности этого действия);
- получает вознаграждение;
- удовлетворяет свои потребности.

Система материального вознаграждения включает в себя две основные группы элементов:

1. Прямые денежные выплаты (оклады, премии, надбавки и пр.).
2. Косвенное материальное вознаграждение (льготы и компенсации, так называемый социальный пакет).

Безусловно, все элементы системы мотивации являются важными с точки зрения формирования необходимых моделей поведения у сотрудников. Вместе с тем отметим, что один из наиболее распространенных вариантов оплаты труда предполагает выплату постоянной части вознаграждения ежемесячно и переменной части – по результатам труда.

Широко распространено мнение, что эффективно мотивировать персонал компании можно только за счет выплаты переменной части вознаграждения (премий по результатам труда). Данное мнение можно признать ошибочным. Постоянные и премиальные выплаты решают принципиально разные задачи. Если премии, как правило, призваны стимулировать сотрудников к более интенсивному труду и достижению определенных результатов за сравнительно короткие промежутки времени (месяц, квартал, год), то задача постоянных выплат – формирование долгосрочных мотивов у работника за счет понимания того, почему сотрудник получает постоянное вознаграждение именно в таком объеме и какие усилия следует предпринять, чтобы добиться его увеличения.

Построение систем окладов (тарифных сеток) в организациях может проводиться с использованием различных методов: метод назначения оклада, метод балльной оценки, метод простого ранжирования должностей, метод сравнения факторов, метод классификации, экзотические методы.

После анализа существующих методов определения размера окладов, рекомендуется использовать методы построения системы окладов, основанные на факторной оценке ценности должностей для организации. При этом нужно использовать следующий типовый алгоритм:

1. Определение системы факторов для оценки, проведение оценки ценности должностей по выбранным факторам оценки (также можно использовать уже имеющиеся стандартные методики).

2. Обработка результатов оценки, ранжирование должностей в соответствии с оценкой ценности, формирование системы грейдов.

3. Построение/настройка системы оплаты труда в зависимости от ценности должности (определение конкретных величин оплаты труда для каждого грейда).

При построении системы премирования важно определить ее основные параметры:

- соотношение постоянной и переменной частей оплаты труда;
- виды/периодичность премирования;

- показатели, на основании достижения которых будет назначаться премия;
- правила расчета премии по каждому показателю.

Стимулирование должно быть как материального, так и нематериального характера.

Необходимо, чтобы система мотивации была достаточно гибкой и позволяла учитывать индивидуальные потребности отдельных работников.

Если среди работников много женщин, большее значение должно придаваться социальным программам (бесплатное содержание детей работников в дошкольных учреждениях, предоставление путевок для отдыха детей и работников с детьми, бесплатное медицинское обслуживание и т.п.).

Для инженерно-технических и управленческих работников, кроме получения заработной платы на достойном уровне и повышения материального благосостояния, важно, чтобы работа в организации позволила реализовать такие цели, как повышение образовательного уровня, профессионального мастерства, повышение своей значимости в коллективе, получение признания и уважения со стороны сотрудников и руководства, возможность принимать самостоятельные решения, участвовать в управлении предприятием и т.п. Отсюда вытекает значимость таких методов стимулирования труда, как продвижение работников по служебной лестнице, привлечение к решению вопросов управления подразделениями и организацией в целом. Для этой категории работников могут оказаться весьма действенными меры морального стимулирования.

Если работники организации – преимущественно люди старшего возраста (за 40 лет), то для них очень важно обеспечение не только сегодняшнего благосостояния, но и стабильного будущего. Необходимыми и эффективными будут меры социальной поддержки.

Если среди персонала много молодых работников, то для них более предпочтительными окажутся различные корпоративные мероприятия, меры, направленные на поощрение получения дополнительных знаний (оплата обучения, совмещающим учебу с работой, предоставление дополнительных отпусков и т.п.), перспектива служебного роста [4].

Социальный пакет разрабатывается отделом по управлению персоналом и согласовывается с руководством компании. Предлагается несколько подходов к формированию социального пакета:

1) количество и характер льгот устанавливаются в зависимости от заслуг работника: чем выше его должность и продолжительнее стаж работы, тем большим количеством разнообразных льгот он пользуется. Работники компании делятся на категории, за которыми закрепляется определенный пакет льгот. Например, все сотрудники пользуются базовым пакетом льгот, в который входят частично оплачиваемая медицинская страховка, оплачиваемые корпоративные мероприятия, льготные условия на получение кредита. В социальный пакет высшего уровня входят полная медицинская страховка, оплата мобильного телефона, предоставление персонального автомобиля;

2) льготы, которые входят в социальный пакет, ранжируются, т.е. разделяются на основные и дополнительные. При этом основные, или защитные, льготы предоставляются всем сотрудникам (медицинское страхование, страхование жизни и пенсионные выплаты). Что касается дополнительных льгот, таких как ссуды, на приобретение жилья, бесплатные обеды, то ими могут пользоваться лишь некоторые категории работников;

3) социальный пакет формируется по принципу «кафетерия»: работник самостоятельно в пределах установленной суммы выбирает из списка льготы, которые наиболее важны для него в текущем году. Например, один предпочитает оплату обучения, другой – дополнительное медицинское страхование, третий – оплату членства в престижном фитнес-клубе.

Огромную роль в процессе мотивации персонала играют корпоративная культура, благоприятный климат в коллективе

Для нематериальной мотивации можно выделить следующие составляющие: социальная политика, корпоративная культура, коммуникация, соревнование.

Необходимо отметить демотивацию, обращая внимание руководителей на этот особый фактор поведения сотрудников – внутреннюю мотивацию, потому что, к сожалению, по наблюдениям, он остается в стороне.

Демотивация – это «убийца» производительности работника.

Независимо от того, что говорят эксперты, побуждение к работе или мотивация должна исходить изнутри каждого человека. Демотивация же исходит как изнутри, так и извне. Обычно это внешние силы, которые побуждают человека к работе.

Когда сотрудник только приступает к новой работе, чаще всего внутренняя мотивация

сильна и может быть основным фактором, определяющим поведение на рабочем месте. Для многих, по крайней мере, для квалифицированных специалистов, новая работа – это новые задачи, новые преграды, которые хочется преодолеть, это возможность чему-то научиться. Это касается не только молодежи. Даже если у сотрудника есть десятилетний опыт работы в данной области, каждая организация предлагает свой, уникальный набор из задач, коллег и клиентов, с которыми надо наладить отношения, преимуществ, которые надо научиться использовать, и проблем, с которыми предстоит справиться.

Необходимо предотвратить или смягчить возможные факторы демотивации. Перечислим лишь некоторые из возможных факторов демотивации, которые оказывают ключевое влияние.

Эти факторы расположены в приблизительном хронологическом порядке их проявления на новом месте работы, хотя в зависимости от ситуации этот порядок может быть и иным: нарушение негласного «контракта»; неиспользование каких-либо навыков сотрудника, которые он сам ценит; игнорирование идей и инициативы; отсутствие чувства причастности к компании; отсутствие ощущения достижения, не видно результатов, нет личного и профессионального роста; отсутствие признания достижений и результатов со стороны руководства и коллег, отсутствие изменений в статусе сотрудника.

Результаты деятельности всех членов коллектива или команды являются результатом способности работников выполнять работу и их заинтересованности в её завершении. Работники с большей производительностью обычно очень компетентны и заинтересованы в своём деле. И наоборот, работники с низкой производительностью труда, которые тоже часто бывают очень компетентными, являются низко заинтересованными в своём деле работниками.

Для достижения коллективного успеха и динамичной работы руководителям очень важно придерживаться следующих принципов:

1. Руководитель должен быть лидером команды, который сможет вовремя похвалить и оценить. Одна из жизненных основных потребностей состоит в том, чтобы быть понятым и оценённым по достоинству.

2. Заботиться о членах команды как о клиентах. Мотивировать членов команды с помощью заботы о них, как о самых дорогих клиентах.

3. Внимание. Можно написать похвальные грамоты или рекомендательные письма для того, чтобы выделить вклад в работу команды определённого работника и его успех.

4. Дарить подарки, морально поощрять работников. Радость от полученного внимания может стать хорошим мотором.

5. Предоставлять больше возможностей, которые могут заинтересовать работников.

Для увеличения производительности работы сотрудников, поддержания на высоком уровне их морального духа, а также желания постоянно совершенствовать свои профессиональные навыки имеет смысл вводить следующие вознаграждения:

- широко распространенные вознаграждения (премии, устная благодарность, гибкий график рабочего времени, дополнительное обучение за счет работодателя для более высокооплачиваемой работы);

- хорошо видимые вознаграждения (табличка с гравировкой имени работника, специальное место для парковки, публикация о работнике и его достижениях, приоритет при планировании графиков рабочего времени и времени отдыха);

- вознаграждения, выражающие поддержку как руководителя своих работников (материальные вознаграждения, направленные на интересы семьи сотрудника);

- нетипичные виды вознаграждений (более раннее начало отпуска, чем положено по графику, дополнительное время отдыха, подписка на дорогие журналы, оплата членства в клубах или ассоциациях по выбору работника, подарки сотрудникам исходя из специфических интересов).

Для качественного изменения ситуации требуются полное или частичное перепроектирование системы мотивации и повторное ее внедрение. При этом руководители должны быть готовы к тому, что перепроектирование системы мотивации – достаточно длительный, сложный и дорогостоящий процесс, требующий неукоснительного соблюдения применяемой методики и обязательной апробации в одном из подразделений. Поэтому приступать к нему следует только после того, как руководители убедились, что правильно понимают причины и проблемы.

При разработке системы мотивации необходимо соблюдать следующие основные принципы:

- платить за результат или за успех;

- использовать прозрачные единые правила, регулирующие разницу доходов различных групп и категорий сотрудников;

- управлять ожиданиями сотрудников. Если созданная система мотивации не оправдывает ожидания сотрудников, то она не будет работать.

Можно выделить несколько основных рекомендаций, соблюдение которых позволит создать эффективную систему мотивации:

- четкое понимание целей, которых планируется достичь. Нужно четко понимать, зачем мотивировать людей, от этого будет зависеть вся система мотивации;

- создание системы, понятной как разработчикам, так и тем, кого она должна мотивировать на эффективный труд;

- мотивирующий фактор должен быть существенным, т.е. премия должна быть значима для сотрудника;

- вознаграждение выплачивается сразу после достижения поставленных целей;

- доброжелательные и комфортные для сотрудников отношения в коллективе;

- если система мотивации не будет работать, нужно иметь возможность ее скорректировать или вообще от нее отказаться;

- формирование новой корпоративной культуры, в которой умения «слушать и принимать решения» будут не менее необходимыми навыками руководителя, чем «отдавать приказы и добиваться их выполнения».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Концепція Державної програми реформування залізничного транспорту України [Текст] // Магістраль. – 2006. – № 45 (1155). – С. 3-7.
2. Мартиненко, М. М. Основы менеджменту [Текст] : підручник / М. М. Мартиненко. – К.: Каравела, 2005. – 496 с.
3. Мурашко, М. І. Менеджмент персоналу [Текст]: навч.-практ. посібник. – 2-е вид., стер. / М. І. Мурашко. – К.: Т-во «Знання», КОО, 2006. – 311 с.
4. Сперанский, А. А. Оптимизация системы оплаты труда и материального стимулирования [Текст] / А. А. Сперанский, Н. В. Драгункина. – М.: Изд-во «Альфа-Пресс», 2006. – 192 с.
5. Как вознаградить работника за труд [Текст] // Современный капитал. – 2003. – Вып. № 5. – С. 36-38.

Поступила в редколлегию 24.04.2009.

Принята к печати 11.06.2009.

А. В. ЧЕРЕВКО, Н. П. СНАЧОВ (ДИИТ)

СОЦИАЛЬНО-ТРУДОВАЯ АДАПТАЦИЯ МОЛОДЕЖИ В УСЛОВИЯХ МИРОВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО КРИЗИСА

В даній статті досліджено основні причини незайнятості молоді на ринку праці та запропоновано деякі рекомендації щодо вирішення цієї проблеми, реалізація яких може покращити соціально-трудова адаптацію в умовах світової економічної кризи.

В данной статье исследованы основные причины незанятости молодежи на рынке труда и предложены некоторые рекомендации относительно решения этой проблемы, реализация которых может улучшить социально-трудова адаптацию молодежи в условиях мирового экономического кризиса.

In this article the principal causes of youth unemployment on a labor market are investigated and some recommendations concerning the solution of this problem, which realization can improve social-and-labor adaptation of the youth in conditions of the world economic crisis, are offered.

2008-й год стал годом начала всемирного экономического кризиса, который был спровоцирован крахом американской ипотечной системы.

Економика України, расшатанная длительным кризисом политической системы, наиболее серьезно пострадала и от мирового финансового кризиса.

Одним из самых неприятных последствий мирового финансового кризиса, сообщениями о котором изобилуют сегодня средства массовой информации, стало снижение объемов производства. Любой экономический кризис независимо от причин его возникновения всегда сопровождается спадом производства, связанным со снижением спроса у потенциальных покупателей, а также с нехваткой у предприятий денежных средств на реализацию проектов. Производители вынуждены экономить и сокращать производство. Одним из достаточно распространенных способов экономии является сокращение рабочего персонала.

Вследствие экономического кризиса в Украине обострилась ситуация и на железнодорожном транспорте. Существенно уменьшились объемы перевозок, и как следствие сокращается штат работников. При сокращении штата работников в массовом порядке увеличивается уровень безработицы.

В сложившихся экономических и социальных условиях проблема безработицы коснулась населения всех возрастных групп и профессий во всех отраслях экономики. Наиболее уязвимой в сложившейся ситуации оказалась молодежь, особенно та ее часть, которая завершила обучение в учебном заведении, получив

специальность и профессию, и готовая приступить к трудовой деятельности.

Особенно остро сегодня стоит вопрос изучения профессиональных проблем молодых специалистов, которые остались без внимания общественности. Они столкнулись с уникальной по своему драматизму ситуацией, в которой оказались: с одной стороны, постоянная необходимость общества в обновлении профессиональных кадров, их «омоложении» во всех отраслях экономики, с другой стороны – рост количества безработных среди украинского населения, среди которых молодежь занимает далеко не последнее место.

Безработная молодежь – это особенная социальная группа, которая в определенный период времени не имеет такой ценности, как работа, связанного с ней престижа, материального достатка и общественного признания.

Значительная часть безработной молодежи состоит из молодых людей – выпускников профессионально-технических и высших учебных заведений, которые получили профессию (специальность) и впервые вышли на рынок труда.

Анализ ситуации на рынке труда показывает, что в настоящее время у молодых людей отсутствуют навыки и способы поведения на рынке труда, направленные на самостоятельный поиск работы или форм занятости. В прежние годы, когда существовала система государственного распределения выпускников после окончания учебного заведения, не было безработицы, потребность в таких навыках и способах поведения фактически отсутствовала.

Эти факторы способствуют росту безработицы среди выпускников профессиональных

учебных заведений (ВУЗов, техникумов, училищ).

К основным причинам незанятости молодежи можно отнести:

1) первое появление на рынке труда: большинство выпускников учебных заведений не имеет за плечами опыта работы, и основным субъективным фактором большой незанятости молодежи является ее неконкурентоспособность;

2) низкая конкурентоспособность: конкурентоспособность современного выпускника учебного заведения определяется целым рядом факторов, среди которых есть демографические, социально-психологические и половозрастные: неравномерное распределение потенциала высшей школы приводит к чрезмерной концентрации специалистов в одних сферах и формированию острого дефицита в других; вместе с тем конкурентоспособность выпускников определяется не только полученной специальностью, но и в значительной мере зависит от свойств личности, таких качеств, как предприимчивость и инициатива, функциональная грамотность;

3) завышенная самооценка: непомерная амбициозность молодого специалиста нередко просто не соответствует реальному набору его качеств и умений;

4) неумение грамотно «подать» себя, отсутствие навыков самопрезентации: молодой человек должен понимать, что ни в коем случае незачем заявлять о своих качествах, способностях, успехах и даже их несколько преувеличить; от самопрезентации, как правило, зависит результат первой встречи с работодателем;

5) психологический дискомфорт от длительной безработицы: с увеличением срока безработицы усиливается психологический дискомфорт у граждан, резко падает желание поиска возможностей трудиться.

Кроме того, одной из причин незанятости молодежи является предлагаемая заработная плата, отсутствие социального пакета, официального оформления при трудоустройстве и даже дороговизна проезда до места работы.

С целью уменьшения социального напряжения среди молодежи в Украине актуальным является формирование действенного механизма по обеспечению занятости молодежи, улучшения положения молодежи на рынке труда как в обычных стабильных условиях функционирования экономики, так и в условиях проявления мирового экономического кризиса. Расширение возможностей для заня-

тости молодых людей требует создания специальных программ, для которых необходимо дополнительное финансирование.

Поэтому, для решения данной проблемы целесообразным было бы: введение системы налоговых льгот и временного найма на разовые работы, создание системы массовой информации для молодежи, проведение профориентационной работы для абитуриентов, развитие клубной работы.

1. Необходимо разработать систему условий, при которой работодателям было бы выгодно брать на работу выпускников профессиональных учебных заведений, в частности – введение системы налоговых льгот для работодателей, принимающих на работу выпускников, при условии, что от количества молодых специалистов, работающих на предприятии, будет зависеть налоговая льгота, т.е. чем больше молодых специалистов, тем больше налоговая льгота.

Факторы, от которых зависели бы налоговые льготы по соотношению к числу молодых специалистов:

5 % молодых специалистов – X – налоговая льгота;

10 % молодых специалистов – 2X – налоговая льгота;

15 % молодых специалистов – 3X – налоговая льгота;

и т.д. до 30 %.

Факторы, от которых зависели бы налоговые льготы по соотношению к числу молодых людей, которые закончили техникумы и училища, т.е. не имеющих высшего образования (например: слесари, каменщики, продавцы, повара и т.д.):

15 % молодых рабочих – X – налоговая льгота;

30 % молодых рабочих – 2X – налоговая льгота;

45 % молодых рабочих – 3X – налоговая льгота, т.к. рабочих таких специальностей можно брать в большем количестве, потому что приобретение ими необходимого опыта труда легче, чем у специалистов.

Например: намного легче обучить 5 продавцов необходимым нюансам в их работе, чем обучить 5 финансистов нюансам их работы, потому что работа специалистов охватывает больший объем информации, а соответственно в их работе больше различных сложных аспектов.

Значения X должны быть указаны именно государством, т.е. реализация этой идеи воз-

можно только через принятие Верховной Радой соответствующих нормативно-правовых актов и законов, в которых были бы утверждены налоговые льготы для предприятий, на которых работает определенный процент молодых специалистов.

2. Можно разработать программу, по которой предприятия будут предлагать места временного найма на разовые работы, выпускникам высших учебных заведений.

Здесь не обойтись без помощи государства, а именно, нужно, чтобы служба занятости заключала договора с предприятиями и организациями, которые будут принимать на работу молодых специалистов.

По такому договору, заключенному службой занятости с предприятием или организацией, последние принимают молодого специалиста на работу на определенный срок (например, не менее двух месяцев). Работодатель выплачивает ему заработную плату (допустим меньшую, чем обычно он платит своим работникам), а из бюджета молодому специалисту оказывается материальная поддержка.

Предприятие за это время может проверить на деле уровень подготовки специалиста, оценить его деловые качества, дисциплинированность, а молодые люди приобретают опыт трудовой деятельности, что в наше время не мало важно, ведь одной из главных причин трудоустройства современной молодежи есть отсутствие опыта работы.

По итогам этих работ молодые специалисты, если они захотят и в то же время работодатель будет заинтересован в найме именно этого специалиста, смогут остаться работать на предприятии, т.е. те, кто серьезно отнесется к делу, смогут получить и постоянную работу.

Здесь полезным было бы также ввести практику получения рекомендательных писем (отзывов) с мест такой работы. Ведь, даже если руководитель предприятия согласится взять на работу этого молодого специалиста после окончания срока действия договора, то это еще вовсе и не означает, что молодой специалист захочет остаться на данном рабочем месте. А, имея уже хоть какой-то опыт работы и рекомендательные отзывы со своего временного места работы, молодой специалист будет иметь определенный старт для начала развития своей карьеры.

3. Молодежь сегодня недостаточно точно проинформирована о современных условиях трудоустройства (составляющих карьерного роста), о своих правах и обязанностях в сфере

трудовых отношений. Необходимым также, является бесплатная консультация для молодежи в области трудового законодательства.

Поэтому, есть смысл создать проект, направленный на информирование молодых специалистов. Этот проект должен быть направлен на насыщение информационного пространства в молодежной среде.

Для реализации этой идеи можно издавать региональную молодежную газету и телепередачу. Реализация этой программы может быть более успешной, если существенная часть финансирования будет приходиться на региональные органы управления.

Телепередача, допустим, будет периодически транслироваться в определенное время суток, например с 19:00 до 19:20 и может называться «Новости для молодежи». Целью этой программы будет оповещение молодого населения о сложившейся ситуации на рынке труда, о востребованных профессиях данного региона, об изменениях в трудовом законодательстве. Также будут указываться адреса и номера телефонов, где можно будет узнать о более детальной информации.

Информирование молодежи посредством телеканала конечно бы помогло в насыщении информационного пространства в молодежной среде, но поскольку телевизионный эфир – это очень «дорогое удовольствие», то трансляция этой телепередачи может быть возможной только за счет выделения средств из бюджета, а это маловероятно во время экономического кризиса.

Поэтому, трансляция такой молодежной телепередачи, можно сказать, экономически нецелесообразна.

Возможен еще и альтернативный вариант – «телетекст». В наше время практически во всех телевизорах, как мы знаем, есть такая функция, как «телетекст» для каждого телеканала. С помощью этой функции можно, на определенном телеканале для каждого отдельного районного центра, областного центра, выделить отдельное место для телетекста, в котором будут сгруппированы вакансии на работу по каким-то признакам (например, экономические, технические, в сфере услуг и т.д.).

Что касается молодежной газеты, то она должна нести в себе те же функции, что и телепередача: оповещение молодого населения о сложившейся ситуации на рынке труда, о востребованных профессиях данного региона, об изменениях в трудовом законодательстве и т.д., также в ней будут публиковаться различ-

ные специфические материалы для молодежи. Для заинтересованности молодежи в этой газете нужно придумать название (например, «Все для молодежи»), которое будет говорить о том, что эта газета предназначена именно для них, а также, чтобы она хотя бы поначалу бесплатно раздавалась в различных учебных заведениях, а также других местах скопления молодежи.

4. Идея клуба состоит в том, чтобы молодые люди, находящиеся в одинаковой ситуации, общались, учились друг у друга противостоять сложным жизненным обстоятельствам, совместно искали пути выхода из неудачно сложившейся ситуации, обучались навыкам поиска работы и трудоустройства, оказывали друг другу моральную поддержку.

Содержанием программы клуба может быть информирование о: способах поиска работы, составлении резюме, правилах ведения деловых переговоров с работодателем, самопрезентации, построении делового имиджа, основах трудового законодательства, обмена опытом, знакомства с деловыми партнерами и т.д.

Главными задачами клуба будут:

- 1) развитие функциональной грамотности как представления о своих стандартных способностях к выполнению профессиональных функций;
- 2) расширение границ профессиональной применимости;
- 3) обеспечение безработных информацией о рынке труда;
- 4) обучение навыкам поиска работы и трудоустройства;
- 5) оказание помощи в практическом применении полученных навыков в целях минимизации сроков поиска подходящей работы;
- 6) развитие коммуникативных навыков;
- 7) преодоление стресса безработицы и развитие целеустремленности, саморегуляции.

Занятия в клубе могут включать в себя такие темы: «Обновленная конкурентоспособность на рынке труда», «Обзор рынка труда», «Развитие компетентности в общении», «Основы технологии самопрезентации при трудоустройстве», «Успешные переговоры», «Основы трудового законодательства», «Предпринимательская деятельность», «Профессиональная карьера».

Участники клуба будут иметь возможность в игровой форме обсудить вопросы, которые задают на собеседовании, попробовать себя в роли соискателя и работодателя, чтобы оценить

ситуацию трудоустройства с разных точек зрения.

5. Существует несоответствие между тем, какие специальности на данный момент наиболее востребованы, и тем, специалистов каких направлений выпускают вузы. Приобретая, казалось бы, престижную специальность, выпускник рискует оказаться невостребованным по окончании вуза в связи с резко изменившимся рейтингом востребованных специальностей.

Молодые люди должны понять, что после пяти-шести лет оплачиваемого обучения их ожидают бесплодные поиски работы.

Поскольку одной из многих причин незанятости безработной молодежи есть невозможность трудоустройства после окончания общеобразовательных и высших учебных заведений I-IV уровней аккредитации, то государственная молодежная политика должна формироваться с учетом информации по прогнозу предложения рабочей силы согласно потребностям работодателей.

Поэтому, чтобы предотвратить появление новых безработных, необходимо вести целенаправленную, систематическую психолого-профориентационную работу с абитуриентами, которая должна им помочь в правильном выборе профессии с учетом не только потребностей и возможностей, но и с учетом сложившейся ситуации по трудоустройству.

Чтобы это сделать, нужно проводить профориентационную работу со школьниками и их родителями. Для этого можно реализовать программу, согласно которой представители служб занятости в начале каждого учебного года посещали бы всех девяти- и одиннадцатиклассников для профориентационной работы с ними, а именно информировали бы о сложившейся ситуации на рынке труда, о прогнозах наиболее востребованных профессий, о том, что наиболее высокооплачиваемые профессии на данный момент необязательно будут такими же через несколько лет. Поэтому главной целью профориентационных работников будет объяснение молодому поколению, насколько важен выбор своей будущей профессии и что от этого зависит вся их жизнь, а самые популярные профессии не обязательно будут для них правильным выбором. Обязательно при этом должны присутствовать родители, ведь во многих случаях на выбор будущей профессии они очень влияют. Такая программа может носить девиз «Мое будущее в моих руках».

Кроме того, работа общеобразовательной школы, по-прежнему, оценивается по количеству человек, поступивших в вузы. Критерии оценки работы школ, вузов требуют корректировки, потому что в стране наблюдается нехватка «рабочих рук», а такие профессии не требуют высшего образования.

Целесообразным является также увеличение набора подготовки специалистов за счет бюджета с последующим обязательным их распределением по предприятиям Украины, т.к. в прежние годы, когда существовала система государственного распределения после окончания учебного заведения, не было такого уровня безработицы среди выпускников профессионально-технических и высших учебных заведений.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что существующие пути решения проблем по безработице молодежи не обеспечивают необходимых условий для социально-трудовой адаптации молодежи. Поэтому, для решения данной проблемы целесообразным было бы: введение системы налоговых льгот и временного найма на разовые работы, создание системы массовой информации для молодежи, проведение профориентационной работы для абитуриентов, развитие клубной работы, а также увеличение набора подготовки специалистов за счет бюджета с последующим обязательным распределением специалистов по предприятиям Украины

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грабовець, І. В. Молоді фахівці як соціально-статусна група: характеристика та роль у системі суспільних відносин [Текст] / І. В. Грабовець // Грани. – 2003. – № 5. – С. 118-122.
2. Борисова, Ю. В. Молодь в освітньо-професійному просторі: історико-соціологічний аналіз [Текст] / Ю. В. Борисова // Грани. – 2004. – № 2. – С. 93-102.
3. Суименко, Е. Особенности трудоустройства столичной молодежи [Текст] / Е. Суименко, А. Семашко, Н. Санада // Социология: теория, методы, маркетинг. – 2003. – № 2. – С. 160-183.
4. Герасимова, Т. В. Социально-трудовая адаптация молодежи за рубежом [Текст] / Т. В. Герасимова // Социальная работа. – 2004. – № 3. – С. 34-45.
5. Селиванова, О. Занятость молодежи – стратегическая проблема [Текст] / О. Селиванова // Человек и труд. – 2003. – № 3. – С. 29-32.
6. Селезнева, И. Важный фактор повышения конкурентоспособности граждан на рынке труда [Текст] / И. Селезнева // Человек и труд. – 2008. – № 5. – С. 36-38.
7. [Текст] // Економіст. – 2002. – № 10. – С. 58.
8. Закон України «Про сприяння соціальному становленню та розвитку молоді в Україні» [Текст].

Поступила в редколлегию 24.04.2009.

Принята к печати 17.06.2009.

ДОСЛІДЖЕННЯ ГОСПОДАРСЬКИХ МЕХАНІЗМІВ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТОМ ЗА КОРДОНОМ

Досліджується господарський механізм управління залізничним транспортом в найбільш розвинутих країнах світу.

Исследуется хозяйственный механизм управления железнодорожным транспортом в наиболее развитых странах мира.

The economic mechanism of railway transport management in the most developed countries of the world is investigated.

Постановка проблеми та її зв'язок з важливими науковими завданнями

Основне завдання залізничного транспорту – забезпечення господарських зв'язків у країні. Транспорт, доставляючи товари від пунктів виробництва до пунктів їхнього споживання, тим самим виконує важливу функцію в суспільному відтворенні матеріальних благ – сприяє їхньому обміну й споживанню. Жодне виробництво без переміщення знарядь праці, предметів праці, працівників і готової продукції неможливе.

Залізничний транспорт має цілий ряд особливостей, що відрізняють його від інших галузей господарства, що накладає свій відбиток на механізм управління.

Залізничний транспорт є високофондоємною галуззю, структура основних фондів погано піддається ліквідності, інвестиції в створення й розвиток залізничного господарства мають тривалий строк окупності. Внаслідок несприятливих особливостей, у багатьох країнах світу підтримку залізничному транспорту надає держава, форми цієї підтримки й величини вкладень у різних країнах далеко неоднакові.

Ефективність функціонування залізничного транспорту багато в чому залежить від господарського механізму управління. Такий механізм повинен успішно вирішувати постійно виникаючі завдання й реалізовувати розроблені програми по адаптації системи управління до мінливих внутрішніх і зовнішніх умов транспортування вантажів і пасажирів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, на які спирається автор, виділення невирі- шених частин загальної проблеми, котрим присвячується дана стаття

Перш, ніж переходити до розгляду форм і методів державного регулювання, хотілося б відзначити, що саме питання про його необхідність у розглянутих країнах аналізувати не варто. Воно вже давно вирішено на користь доці-

льності державного регулювання як інструмента узгодження інтересів різних виробників, фірм, промислових груп і нації в цілому. Причому саме національним інтересам віддається перевага. Тому питання, власне кажучи, зводиться до визначення масштабів і ступеня твердості державного регулювання. А це, у свою чергу, визначається існуючими традиціями й соціально-політичними особливостями конкретної держави й конкретного моменту часу.

Транспорт у більшому ступені, ніж інші галузі господарства промислово розвинених країн, підданий управлінню, контролю й регулюванню з боку уряду, місцевих органів влади, а також підприємницьких об'єднань.

Форми й методи державного регулювання, включаючи й систему фінансування, тісно пов'язані з формами власності на інфраструктуру й підприємства транспорту.

Частка державної власності в різних її формах істотно коливається як по розглянутих країнах, так й усередині окремо взятої країни по періодах її розвитку. Тому одночасно можна спостерігати протилежні тенденції: в одних країнах збільшується частка державного сектора на транспорті (тобто йде націоналізація), в інших ця частка знижується (тобто йде приватизація). Хотілося б підкреслити, що це не впливає на саму ідею державного регулювання, а приводить тільки до зміни її форм і методів.

Формулювання цілей статті (постановка завдання)

Метою статті є дослідження господарських механізмів управління транспортом. Починаючи з післявоєнного періоду й до початку вісімдесятих років, у більшості країн спостерігалася тенденція розширення державної власності на транспорті. Цей процес багато в чому був викликаний другою світовою війною, коли на перше місце висунулася військово-стратегічна роль транспорту й необхідність централізова-

ного управління ним з боку держави. Наслідком такого підходу з'явилося створення потужного державного сектора на всіх видах транспорту і єдиних державних органів управління ним.

Із середини вісімдесятих років спостерігається процес денаціоналізації транспорту, тобто передачі транспортних підприємств у приватні руки. З 1 квітня 1987 р. у Японії набув чинності закон про денаціоналізації залізниць. Певні кроки в цьому напрямку зроблені й у Франції, Великобританії й Німеччині.

Виклад основного матеріалу дослідження з обґрунтуванням отриманих наукових результатів

Проаналізуємо методи регулювання транспортної діяльності в різних країнах і тенденції

їхнього розвитку. Все різноманіття методів, використовуваних державою для регулювання діяльності транспорту, можна звести до двох більших груп: прямих і непрямих (табл. 1).

Використовувані методи державного регулювання на транспорті досить різноманітні як за своєю спрямованістю, так і за змістом. Зупинимось на практиці використання зазначених методів у розглянутих країнах.

Правильний підхід до методів державного регулювання є в комплексному їх використанні зі створенням діючих механізмів їх реалізації. На різних етапах розвитку національної економіки та її конкретних галузей можуть розширюватися сфери й масштаби застосування окремих груп методів, що не означає відмови від використання інших груп.

Таблиця 1

Методи регулювання транспортної діяльності в аналізованих країнах

Країни	Держава		Регіональні й місцеві органи влади	
	Капітальні витрати, %	Експлуатаційні витрати, %	Капітальні витрати, %	Експлуатаційні витрати, %
Бельгія	100	100	0	0
Нідерланди	100	100	0	0
США	75	16	25	84
Італія	70	87	30	13
Австрія	50	0	50	100
ФРН	45	12	55	88
Франція	10	0	90	100
Швеція	9	5	91	95
Великобританія	5	0	95	100
Швейцарія	1	1	99	99
Канада	1	0	99	100
Данія	0	0	100	100

Прямі методи державного регулювання транспорту пов'язані, у першу чергу, з установленням загальних умов діяльності підприємств транспорту поза залежністю від форми власності, а також субсидування коштів на розвиток і функціонування транспорту.

Негативний вплив транспорту на екологію є загальновідомим, і в останнє десятиліття саме ця сторона транспортної діяльності піддається усе більш твердому державному регулюванню.

Широко використовуваним методом державного регулювання є ліцензування транспортної діяльності. Основною метою цього методу є недопущення виникнення на транспортному

ринку руйнівної конкуренції, за якої на одних сегментах ринку утвориться багато підприємств, що провадять однотипну продукцію й мають подібну структуру витрат. Конкурентна боротьба між ними приводить до взаємного розорення, у чому держава не зацікавлена.

До непрямих методів регулювання відносяться: кредитна й податкова політика в сфері транспорту, митна політика, установлення рентних платежів й інші заходи.

Що ж стосується управління державною власністю, то при всьому різноманітті прийомів і методів, можна виділити два підходи: у випадку, якщо державне підприємство діє як авто-

номне комерційне підприємство, то держава, в особі федеральних, регіональних або муніципальних органів влади, регулює його діяльність в основному в питаннях стратегії розвитку. Ефективність поточної діяльності досягається багато в чому за рахунок зваженої кадрової політики й системи піклувальних рад, у які входять державні чиновники різного рівня. Такий підхід є типовим для управління великими аеропортами, річковими й морськими портами, державними фірмами-перевізниками.

Але існує й інший підхід до управління й використання державної власності, що дуже нагадує практику Радянського Союзу, коли доходи транспортного підприємства надходять у відповідний бюджет і з нього ж фінансується його діяльність. Насамперед, це підприємства міського громадського транспорту.

Найбільш відпрацьованими й широко представленими в літературі є економічні методи державного регулювання громадського транспорту в силу соціальної значимості й виняткової ролі в облаштуванні територій і міського середовища. І тут на першому місці стоїть порядок фінансування.

У більшості країн суб'єкти фінансової участі (державна, регіон або муніципальні органи влади) визначаються законом. Рівень втручання влади залежить від значення транспортної системи – національне, регіональне або місцеве. Фінансування здійснюється за рахунок державного або місцевого бюджетів, у вигляді державних (регіональних) кредитів, або за рахунок введення цільового прямого або непрямого оподатковування (наприклад, податок на паливо).

В Австралії, Бельгії, Канаді, Швейцарії, Італії, Фінляндії, Ірландії та ряді інших країн держава відіграє вирішальну роль у фінансуванні громадського транспорту.

Так, в Італії в 1982 р. створений національний фонд транспорту, що здійснює кредитування підприємств громадського транспорту. Правила й процедури фінансування й дотування визначаються державою. Кожні три роки Міністерство транспорту встановлює для різних регіонів відсоток експлуатаційних витрат, які повинні бути покриті за рахунок тарифів, тобто оплачені пасажирями. Цей відсоток залежить від чисельності й структури населення, що обслуговує території й географії зони. Наприклад, для

великих міських агломерацій він змінюється від 27 % (Неаполь) до 34 % (Рим).

У Швейцарії законодавчо встановлені зобов'язання федерального уряду й кантонів відносно фінансування громадського транспорту.

Федеральні залізниці, що здійснюють регіональні пасажирські перевезення, фінансує тільки держава. Відповідно до федерального закону від 1985 р. по громадському транспорті, концесійні підприємства, що експлуатують громадський транспорт, фінансуються спільно конференцією й кантонами. Фінансування підприємств, що здійснюють експлуатацію місцевого транспорту, є компетенцією тільки кантонів і міст.

У Канаді доходи від пасажирських перевезень покривають тільки 40 % експлуатаційних витрат, інша частина витрат компенсується субсидіями провінційної й муніципальної влади. Уряд провінції розробляє програму фінансової допомоги по капіталовкладеннях й експлуатаційних витратах. Місцеві громади відповідають за фіксований рівень тарифів, визначають експлуатаційний бюджет. Деякі провінції для покриття експлуатаційних витрат представляють субсидії міським транспортним підприємствам з розрахунку на душу населення, інші – на основі співвідношення доходів і витрат, треті – оплачують фіксовану частину витрат.

Тим часом, у таких країнах, як Австрія, ФРН, Фінляндія, Норвегія безпосереднє втручання держави у фінансування громадського транспорту не носить настільки регулярного характеру. Наприклад, у Фінляндії держава допомагає підтримувати транспорт тільки тим регіонам, жила зона яких сильно розкидана.

Висновки даного дослідження і перспективи подальших робіт у цьому напрямку

Вивчення досвіду закордонних країн показує, що єдиного підходу до цієї проблеми немає й там. Для того, щоб акцентувати увагу на характерних рисах господарського механізму, необхідним є більш детальний розгляд прийнятих систем управління залізничним транспортом у теперішній час.

Надійшла до редколегії 23.04.2009.

Прийнята до друку 10.06.2009.

В. В. ШЕВЧЕНКО (Міністерство транспорту та зв'язку України), О. М. ГНЕННИЙ (ДІТ)

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ З ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ПОЇЗДІВ

Розроблено методичний підхід до оцінки прямого ефекту від інвестицій у заходи з підвищення безпеки руху поїздів, який визначається як зменшення рівня ризику, пов'язаного з рухом поїздів, за рахунок впровадження заходів. У свою чергу, рівень ризику визначається на основі моделювання щільностей розподілу кількості транспортних подій за видами упродовж року та оцінки математичних сподівань рівнів шкоди (економічної, соціальної, екологічної) від транспортних подій кожного виду. Запропоновано метод визначення економічної оцінки соціальних наслідків транспортної події.

Разработан методический подход к оценке прямого эффекта от инвестиций в мероприятия по повышению безопасности движения поездов, который определяется как уменьшение уровня риска, связанного с движением поездов, за счет внедрения мероприятий. В свою очередь, уровень риска определяется на основе моделирования плотности распределения количества транспортных событий по видам на протяжении года и оценки математических ожиданий уровней вреда (экономической, социальной, экологической) от транспортных событий каждого вида. Предложен метод определения экономической оценки социальных последствий транспортного события.

The methodical approach to an estimation of direct effect from investments into actions on increase of train traffic safety, which is defined as reduction of the risk level connected with train operation, due to the introduction of actions is developed. The risk level is defined on the basis of modelling density of distribution of quantity of transport accidents by their types during the year and an estimation of expectations of harm levels (economic, social, ecological) from each type of transport accidents. The method of definition of an economic evaluation of social aftermaths of a transport accident is offered.

I. Вступ

Транспорт є сферою діяльності людей, яка характеризується підвищеною небезпекою. Однією з головних задач залізничного транспорту є забезпечення безпеки на транспорті.

Безпеку на залізничному транспорті потрібно розглядати у трьох площинах:

- безпека руху;
- безпека від зовнішнього впливу;
- участь виду транспорту у системі національної безпеки держави.

У цій роботі розглядаються питання забезпечення безпеки руху поїздів.

Під забезпеченням безпеки руху на залізничному транспорті маємо на увазі діяльність органів залізничного транспорту, органів державної влади й органів місцевого самоврядування, підприємств, установ і громадян, спрямовану на безперебійне функціонування залізниць і недопущення виникнення аварійних ситуацій у перевізному процесі, а також на зниження наслідків можливих транспортних подій. Безпека руху на залізничному транспорті тісно пов'язана із забезпеченням збереження вантажів та захистом життя і здоров'я пасажирів та працівників транспорту, охороною навколишнього природного середовища.

Необхідно відмітити, що в умовах кризових явищ з 90-х років підвищення рівня безпеки в основному досягалося за рахунок адміністративних заходів. Однак проведені дослідження свідчать про зменшення впливу названого фактору на рівень безпеки руху поїздів [1]. В умовах ринкової економіки пріоритетним повинен стати економічний (а не адміністративний, заснований на дисциплінарних заходах) підхід до забезпечення безпеки руху поїздів.

Такий підхід потребує інвестування коштів у розвиток технічних засобів та навчання персоналу. Розробка та відбір варіантів інвестування потребує оцінки їх економічної ефективності. При цьому вказана оцінка повинна відповідати сучасним методичним підходам.

Взагалі ефективність інвестицій визначається як співвідношення ефекту (тобто корисного результату, що виражений у грошовій формі) з інвестиціями, що його спричиняють (також вираженими у грошовій формі). Існує досить добре розроблений інструментальний апарат оцінки ефективності інвестиційних проектів, який складається з принципів визначення ефективності, критеріїв ефективності, показників ефективності та методів їх визначення. Цей інструментальний апарат мало залежить від специфіки інвестиційного проекту. Особливи-

ми для різних типів інвестиційних проектів є методичні підходи до визначення результатів та їх оцінки у грошовій формі. Саме це питання потребує спеціального дослідження при оцінці економічної ефективності інвестицій у заходи із забезпечення та підвищення безпеки руху поїздів.

II. Постановка задачі

Задачею цієї роботи є розробка методичного підходу до визначення економічного ефекту заходів, спрямованих на забезпечення та підвищення рівня безпеки руху поїздів, який дозволить комплексно враховувати вплив відповідних заходів на різні сфери функціонування залізничного транспорту та життєдіяльності людей.

III. Результати дослідження

При оцінці ефективності інвестицій їх результати підрозділяються за сферою виникнення (економічний, соціальний, екологічний тощо) та за рівнем цілей (суспільні, бюджетні, комерційні тощо). Ефективність інвестицій у заходи з підвищення безпеки руху поїздів повинна, у першу чергу, визначатись на суспільному рівні та враховувати увесь спектр як економічних, так і інших результатів.

Для оцінки економічної ефективності інвестицій у заходи щодо підвищення безпеки руху поїздів необхідно зіставити рівні безпеки за умови реалізації заходів, що розглядаються, і без такої реалізації. Таке порівняння дозволяє визначити прямий ефект цих заходів.

При вирішенні поставленої задачі перш за все слід визначити спосіб економічної оцінки рівня безпеки. На теперішній час рівень безпеки руху поїздів оцінюють за кількістю допущених транспортних подій (згідно з класифікацією [2]) у одиницю часу. Цей показник не можна вважати економічним, оскільки він не дає змоги оцінити вплив транспортних подій на економічні показники роботи залізничного транспорту та інших осіб.

На наш погляд, для кількісної оцінки безпеки руху поїздів потрібно розглянути її у зворотному зв'язку з ризиком, що пов'язаний з рухом поїздів. Тобто, безпека тим вища, чим нижчий ризик. Тому й кількісна оцінка підвищення рівня безпеки може бути визначена як зменшення рівня ризику, пов'язаного з рухом поїздів.

Відомо, що рівень елементарного ризику може бути оцінений у грошовій формі як добу-

ток ймовірності настання відповідної події та величини втрат, які вона може спричинити. Тому ризик, пов'язаний з рухом поїздів, може бути визначений виходячи з ймовірності настання транспортних подій (за їх видами згідно класифікації [2]) та математичних сподівань втрат від настання транспортних подій (також за їх видами).

Математичне сподівання втрат від транспортної події повинно враховувати його можливі економічні (наприклад, прямі збитки та втрачена вигода від пошкодження технічних засобів), соціальні (перш за все, життя та здоров'я людей, як пасажирів, так і робітників транспорту) та екологічні наслідки.

Для визначення ймовірності настання транспортних подій доцільно використовувати категорійний апарат та методи теорії надійності технічних систем. При цьому залізничний транспорт розглядається як технічна система, а транспортна подія певного виду – як відмова технічної системи.

Як відомо, під відмовою технічної системи розуміють випадкову подію, яка полягає у порушенні працездатності технічної системи або її складових частин під впливом ряду випадкових чинників [3]. Для опису цієї випадкової події (відмови) використовують певні випадкові величини, які характеризуються деякими законами розподілу. Однією з таких випадкових величин є наробіток до відмови, який є випадковою величиною періоду часу від початку роботи до відмови. Тобто інтегральна функція розподілу наробітку до відмови ($q(t)$) відбиває ймовірність події, яка полягає у тому, що час роботи системи без відмови буде меншим за заданий проміжок часу (t). Цю випадкову величину характеризує щільність розподілу ($w(t)$), де $w(t) = dq(t)/dt$.

Тобто, час роботи системи (залізничного транспорту) від відмови (транспортної події певного виду) до відмови (наступної транспортної події того ж виду) може бути описаний щільністю розподілу ($w(t)$). З теорії надійності технічних систем відомі типи диференціальних законів розподілу, що притаманні цій випадковій величині у різних ситуаціях (розподіл Вейбулла, експоненціальний розподіл, розподіл Релея, Гамма-розподіл та інші) [3]. Також відомі зв'язки цієї функції розподілу з іншими показниками надійності систем (такими, як середнє напрацювання на відмову, інтенсивність відмов та ін.).

Якщо встановлена щільність розподілу часу між транспортними подіями певного виду, може бути визначена щільність розподілу кількості транспортних подій цього виду упродовж заданого періоду часу (наприклад, року). Зручним для цього є застосування методу статистичних випробувань.

Наступним етапом є встановлення нормативного рівня втрат від настання транспортної події кожного виду (катастрофи, аварії, серйозні інциденти, інциденти та порушення). Економічним змістом такого нормативу є математичне очікування рівня втрат від настання транспортної події. При цьому рівень втрат повинен враховувати економічні, соціальні та екологічні наслідки транспортної події.

Економічні наслідки транспортної події показують рівень матеріальних збитків, який включає:

- прямі збитки від пошкодження майна як залізниць, так і інших осіб;
- витрати на відновлення нормального режиму роботи залізничного транспорту (які не враховані у складі прямих збитків);
- збитки від втраченої вигоди як залізничного транспорту, так і інших осіб.

Соціальні наслідки транспортної події полягають, перш за все, у спричиненні шкоди життю та здоров'ю людей (пасажирів, працівників залізничного транспорту, іншим особам). На наш погляд, щоб оцінити розмір спричиненої шкоди життю та здоров'ю людей у грошовій формі, її слід розглядати за такими рівнями:

- тимчасова втрата працездатності особою внаслідок транспортної події;
- стійка втрата працездатності особою (встановлення їй I, II або III групи інвалідності) внаслідок транспортної події;
- загибель особи внаслідок транспортної події.

Нормативна оцінка розміру шкоди у разі загибелі особи може бути визначена за формулою:

$$B_{\text{заг}} = \frac{B_{\text{ввп}}}{(C_0 + C_1) \cdot 0,5} \cdot \bar{T}_{\text{ж}}, \quad (1)$$

- де $B_{\text{заг}}$ – вартісна оцінка шкоди від загибелі особи, грн;
- $B_{\text{ввп}}$ – річний валовий внутрішній продукт (ВВП) України, грн;
- C_0 – чисельність наявного населення України на початок року, за який визначено ВВП, осіб;

C_1 – чисельність наявного населення України на кінець року, за який визначено ВВП, осіб;

$\bar{T}_{\text{ж}}$ – середня тривалість життя, визначена у році, за який визначено ВВП, років.

За запропонованою формулою виконано розрахунок вказаного нормативу за даними 2008 року. Так, ВВП у 2008 році становить 949864 млн грн. Чисельність наявного населення на початок року становить 46372,7 тис. осіб, а на кінець – 46143,7 тис. осіб. Середня тривалість життя, визначена на 2007–2008 рр., дорівнює 68,27 років (дані Державного комітету статистики України [5]). Таким чином, вартісна оцінка шкоди від загибелі особи в умовах 2008 р. становить:

$$B_{\text{заг}} = \frac{949864 \cdot 10^6}{(46372,7 + 46143,7) \cdot 0,5 \cdot 10^3} \times 68,27 \cdot 10^{-6} = 1,4 \text{ млн грн.}$$

Нормативний розмір шкоди від спричинення транспортною подією стійкої втрати працездатності особою можна визначити за формулою:

$$B_{\text{свп}} = B_{\text{заг}} \cdot K_{\text{свп}} + B_{\text{лік}}, \quad (2)$$

де $B_{\text{свп}}$ – вартісна оцінка шкоди від спричинення транспортною подією стійкої непрацездатності особи, грн;

$B_{\text{заг}}$ – вартісна оцінка шкоди від спричинення транспортною подією загибелі особи, грн;

$K_{\text{свп}}$ – нормативний коефіцієнт, який встановлюється у залежності від групи інвалідності, яку встановлено постраждалій особі (пропонується встановити для I групи – 0,8, для II – 0,6, для III – 0,4);

$B_{\text{лік}}$ – вартість лікування постраждалої особи, грн.

Шкоду від спричинення транспортною подією тимчасової втрати працездатності особою можна оцінити за допомогою формули:

$$B_{\text{твп}} = \frac{\bar{3}}{30} \cdot T_{\text{твп}} + B_{\text{лік}}, \quad (3)$$

де $B_{\text{твп}}$ – вартісна оцінка шкоди від спричинення транспортною подією тимчасової непрацездатності особи, грн;

- $\bar{z}$ – середня місячна заробітна плата в Україні (за статистичними даними), грн;
- $T_{\text{твп}}$ – тривалість тимчасової непрацездатності, днів (для постраждалих непрацездатних осіб – тривалість клінічного та амбулаторного лікування наслідків транспортної події).

Екологічні наслідки транспортної події можуть оцінюватися як на основі відповідних нормативів, так і на основі витрат, пов'язаних з їхнім усуненням, або як комбінація зазначених підходів.

Загальний розмір нормативних втрат від транспортної події певного виду визначається як сума оцінок математичних сподівань розміру матеріальних втрат (економічні наслідки) грошової оцінки шкоди життю та здоров'ю людей (соціальні наслідки) та грошової оцінки шкоди навколишньому середовищу (екологічні наслідки).

Множення щільності розподілу випадкової величини кількості транспортних подій певного виду за рік на норматив втрат від транспортної події цього виду (який у цьому випадку розглядається як константа) визначається щільність розподілу випадкової величини загальних втрат (у грошовому виразі) від настання транспортних подій цього виду упродовж року. Грошова оцінка ризику, пов'язаного з рухом поїздів, визначається як сума математичних сподівань законів розподілу річних втрат від настання транспортних подій за усіма їх видами. Прямий економічний ефект від заходів із забезпечення та підвищення безпеки руху визначається як різниця між грошовою оцінкою ризику, пов'язаного з рухом поїздів, визначеною без урахування проведення цих заходів та грошовою оцінкою цього ризику, визначеною за умови здійснення вказаних заходів.

Як правило, проекти, що спрямовані на забезпечення та підвищення безпеки руху поїздів, є комплексними, тобто такими, що забезпечують отримання результатів і в інших сферах. І навпаки, проекти, що розробляються для інших цілей, вирішують і питання безпеки руху поїздів. Тому при оцінці ефективності інвестицій необхідно враховувати супутні ефекти. Такими є, наприклад, економічний ефект, пов'язаний з відновленням технічних засобів, економічний і соціальний ефект від підвищен-

ня кваліфікації персоналу тощо. Саме урахування усього спектру результатів інвестицій дозволить коректно визначати показники їх ефективності [6].

IV. Висновки

Таким чином, визначаючи вплив заходів з підвищення безпеки руху на такий показник, як інтенсивність транспортних подій (відмов) або інші показники, що характеризують надійність системи залізничного транспорту, можна моделювати показник, що характеризує рівень ризику, пов'язаного з рухом поїздів, а, відповідно, і рівень безпеки руху поїздів у грошовій формі.

Таке визначення ефектів від заходів щодо підвищення безпеки руху поїздів дозволить використовувати для оцінки ефективності інвестицій добре розроблений сучасний інструментарій оцінки ефективності інвестиційних проєктів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Системний економічний підхід до безпеки руху поїздів [Текст] / В. В. Шевченко та ін. // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. тр-ту ім. акад. В. Лазаряна. – 2009. – Вип. 26. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2009. – С. 236-238.
2. Положення про класифікацію транспортних подій на залізничному транспорті та метрополітенах України : Затв.: Наказ Міністерства транспорту України 22.03.2002 № 196 [Текст].
3. Матвеевский, В. Р. Надежность технических систем [Текст] : учебн. пособие / В. Р. Матвеевский; Московский гос. ин-т электроники и математики. – М., 2002. – 113 с.
4. Гаевская, Л. Н. Экономические аспекты развития железнодорожного транспорта Украины [Текст] : монография / Л. Н. Гаевская. – Ирпень: Академия ГНС Украины, 2001. – 129 с.
5. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
6. Оцінка економічної ефективності інвестицій у заходи з підвищення безпеки руху поїздів / В. В. Шевченко та ін. // Проблеми економіки транспорту: матеріали 8 наук. конф. (16-17 квітня 2009 р., Дніпропетровськ). – Д., 2009. – С. 13.

Надійшла до редколегії 23.09.2009.

Прийнята до друку 25.09.2009.

СОБІВАРТІСТЬ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У ФОРМУВАННІ ТАРИФІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

Стаття висвітлює проблеми формування собівартості вантажних перевезень у міжнародному сполученні, досліджує взаємозв'язок змін собівартості й ефективності тарифів.

Статья раскрывает проблемы формирования себестоимости грузовых перевозок в международном сообщении, исследует взаимосвязь изменения себестоимости и эффективности тарифов.

The article is dedicated to the problem concerning a transport barrier in international transportation, a transport process effectiveness and expedition goods between Ukraine and others countries. This article sets up and explores such question as transport corridor and its meaning.

Вступ

Розвиток в Україні ринкових відносин між виробниками та споживачами знайшов відображення як в падінні обсягів перевезень вантажів та пасажирів всіма видами транспорту, так і в скороченні потреб у перевезеннях транспортом загального користування. В роботах багатьох дослідників це явище пов'язується із загальним спадом виробництва. Однак, не можна обійти увагою той факт, що в нових умовах господарювання вантажовласники та пасажирів намагаються знижувати свої транспортні витрати, тобто здійснюються тільки необхідні переміщення вантажів і людей.

Об'єктивною реальністю сьогодення є процес глобалізації економічного життя, відповідно формування та розвиток транзитних міжнародних вантажопотоків є суттєвою необхідністю у вільних переміщеннях людей і товарів. Причинами зміни напрямків транзитних вантажопотоків за зміни їх напрямків вважають неузгодженість тарифної, митної та організаційної політики регулювання діяльності різних видів транспорту. Особливої уваги потребує комплексне прогнозування і моніторинг відповідного розвитку виробничих та пропускних потужностей портів і припортового господарства у порівнянні з обсягами залізничних перевезень вантажів у порти для створення можливостей активної участі України в перевезеннях по мережі міжнародних транспортних коридорів.

Постановка задачі

В роботі розглянуто вплив собівартості перевезень залізничного транспорту на тарифи, обсяги й ефективність перевезень і рівень економічного розвитку країни. Також розглянуто

процеси глобалізації економічного життя, обґрунтовано необхідність стимулювання розвитку транзитних перевезень, підвищення якості та ефективності транспортних послуг, що надаються українськими залізницями.

Аналіз останніх досліджень

Питання визначення собівартості перевезень завжди мало вагоме значення і знаходилося в центрі уваги як вітчизняних, так і зарубіжних спеціалістів. В основі визначення собівартості перевезень – вивчення залежності витрат залізниць від обсягів і дальності перевезень, розмірів руху, видів вантажів та ін. При цьому виділяються два напрямки дослідження: зв'язку витрат з обсягами перевезень і виявлення залежності витрат від окремих вимірників. В основі цих досліджень лежать функціональні зв'язки експлуатаційних витрат з відповідними вимірниками для визначення витратних ставок як для перспективного, так і для поточного аналізу змін витрат. При такому підході до оцінки змін витрат від розмірів руху зазначені зв'язки повинні розглядатися конкретно, відносно до досліджуваних умов місця й часу. Для тарифних цілей і рішення окремих техніко-економічних завдань визначають собівартість конкретних перевезень (наприклад, по окремих родах вантажів, конкретних маршрутах їхнього проходження, у визначених типах вагонів, по видах відправлень і т.д.). Для цього застосовуються спеціальні методи розрахунку, розроблені вченими-економістами транспорту Є. В. Михальцевим, А. С. Чудовим, В. Н. Орловим, А. П. Абрамовим, М. Н. Біленьким, А. М. Шульгою, А. И. Журавлем та ін.

Багато дослідників, практиків підкреслюють у своїх роботах значення України як транзитної

держави. А для розвитку транзитних перевезень вагоме значення мають тарифи. Тариф на транспортну продукцію, тобто перевезення, має, з одного боку, сприяти постійному та сталому попиту, а з іншого – забезпечувати не тільки просте відтворення, але й одержання прибутку [3, с. 40].

На ринку транспортних послуг відбувається жорстока боротьба між різними видами транспорту. Вступаючи на цей ринок, підприємства-виробники намагаються знайти мінімальні тарифи та необхідну якість на транспортні послуги для перевезення своєї продукції, обираючи при цьому найбільш вигідний для себе вид транспорту. У сучасних умовах вибір ефективного виду транспорту для перевезення все більше впливає на ефективність результатів діяльності будь-якого підприємства чи організації [8, с. 7].

До особливостей ринку послуг, що надаються залізничним транспортом, можна віднести й те, що залізниці не можуть заради збільшення прибутків вибирати собі партнерів з перевезень (відправників та одержувачів) вантажів, оскільки вони тісно прив'язані до них територіально та покликані задовольняти усі потреби у переміщеннях, які виникають [3, с. 10]. Боротьба за збереження та розширення у ринкових умовах кола споживачів послуг з перевезення вантажів передбачає необхідність вивчення можливостей і тенденцій розвитку конкуруючих транспортних підприємств.

Ефективність перевізного процесу на залізничному транспорті бажано оцінювати рівнем експлуатаційних витрат, які суттєво залежать від регулярності доставок, ступеню схоронності вантажів, а також швидкості їх доставки. Швидкість доставки, поряд з іншими показниками, є економічним показником, досить важливим не тільки для залізниць, але і для економіки держави в цілому. Вона для кожного конкретного перевезення визначається як відношення відстані перевезення в кілометрах до тривалості (терміну) доставки у добовому виразі.

Врахування при побудові тарифів тільки затрат на перевезення й ігнорування попиту приводить до прискореного скорочення об'ємів виробництва і перевезень відносно дешевих «масових» вантажів в тих випадках, коли залізничний транспорт є монополістом на перевезення. В випадку, коли має місце конкуренція з іншими видами транспорту, здійснюється перехід перевезень до конкурентів. Наслідком такого положення стає падіння об'ємів перевезень і

ріст собівартості перевезень. Відсутність обліку попиту знижує достовірність прогнозування об'ємів роботи залізничного транспорту, особливо в умовах зміни тарифів на перевезення.

Використання маркетингових принципів формування попиту дозволяє підвищити конкурентоздатність залізниць за рахунок більш ретельного обліку вимог користувачів до якості обслуговування, застосування взаємовигідних знижок до тарифів, надання визначених пільг клієнтурі і т.п.

Так, у період значного спаду обсягів перевезень у попередньому десятилітті УЗ проводила гнучку тарифну політику, кількаразове зниження тарифів і введення численних знижок на оплату перевезень у контейнерах (до 50 %), на перевезення паливно-сировинних і лісових вантажів на відстань понад 3000 км. У період 1997-98 рр. було проведено загальне зниження залізничних вантажних тарифів майже на 20 %, незважаючи на триваючу інфляцію і ріст цін на продукцію, що використовується транспортом. Це зниження, поряд з іншими факторами, призвело до визначеної стабілізації в економіці й до перелому динаміки обсягів перевезень вантажів у бік росту.

Велике значення на формування попиту на вантажні перевезення роблять міжгалузеві угоди УЗ і залізниць з вугільними, енергетичними, металургійними й іншими галузями, місцевими адміністраціями і промисловими об'єднаннями і підприємствами про взаємні зобов'язання по обсягах перевезень, ціновим і тарифним питанням і т.п.

Розподілення умовно-постійних витрат при розрахунку повної собівартості перевезень окремих видів вантажів і категорій пропорційно обсягам роботи залізничного транспорту викликає падіння об'єму перевезень вантажів і пасажирів, ріст собівартості перевезень і підвищення рівня тарифів. Даний підхід склався в умовах дефіциту пропускних, переробних і перевізних спроможностей залізничного транспорту, коли пропуск додаткового об'єму перевезень вимагав їх підсилення і приводив до зростання умовно-постійних витрат. В результаті застосування такого підходу виникають ситуації, коли повні витрати, віднесені на перевезення окремих видів вантажів і категорій пасажирів, перевищують максимальну ціну, яку може заплатити пасажир (вантажовласник) за перевезення, або затрати на аналогічне перевезення конкуруючим видом транспорту. В основному це характерно при перевезеннях відносно дешевих вантажів і малозабезпечених пасажирів.

В свою чергу, підвищення тарифів приводить до подальшого падіння об'ємів роботи.

В даний час при плануванні витрат використовуються норми і ліміти експлуатаційних витрат, що розробляються для галузевих господарств залізниць відповідними Головними управліннями УЗ з урахуванням особливостей умов їхньої роботи з регіонів країни, упровадження прогресивних технологій і організації виробництва.

Управління витратами вимагає не тільки цілеспрямованого планування і регулювання витрат на основі застосування не тільки диференційованих технічно й економічно обґрунтованих норм витрат, але й аналізу, контролю їхнього виконання, а також постійного відновлення нормативної бази розрахунку витрат. Удосконалення нормування і лімітування експлуатаційних витрат по елементах витрат, і особливо в сучасних умовах по фонду оплати праці, є складною економічною проблемою. Її рішення вимагає детальної і клопіткої роботи економістів і технічних працівників усіх рівнів по формуванню нормативних баз організації управлінського обліку, контролінгу й інших систем керування підприємствами. Формування нормативних баз розрахунку витрат необхідно здійснювати по місцях виникнення витрат – тобто по структурних підрозділах організації (по робочих місцях, ділянках, цехах), по яких організується планування, нормування й облік витрат, а також по центрах відповідальності і по центрах прибутку.

У такий спосіб може бути створена єдина економічна база для удосконалення планування, регулювання, аналізу, обліку витрат і прийняття рішень на всіх рівнях керування.

Собівартість перевезень на залізничному транспорті офіційно розраховується на двох рівнях: на залізницях і по мережі залізниць у цілому, 10 коп. одиниць продукції. Собівартість вантажних перевезень розраховується на залізницях і мережі залізниць – на 10 тарифних тонно-кілометрів. Середня собівартість залізничних перевезень визначається на 10 приведених тонно-кілометрів.

Собівартість перевезень значно коливається по окремих залізницях, по полігонах з різними видами тяги, по видах сполучень, категоріям потягів і родам вантажів, по типах вагонів і напрямкам перевезень, по дільницях залізниць, операціям перевізного процесу.

На собівартість перевезень впливає обсяг перевезень, дальність перевезення вантажів, величина якісних показників використання ру-

хомого складу, застосування нових прогресивних видів техніки і технологій, нормування трудових і матеріальних ресурсів, продуктивність праці, удосконалення інформаційної бази обліку і форм звітності, а також методів калькулювання по видах продукції і робіт.

Методами офіційної калькуляції можна оцінити вплив на собівартість перевезень наступних факторів:

- зміну питомої ваги вантажних та пасажирських перевезень;
- зміну питомої ваги перевезень за окремими видами тяги;
- зміну питомої ваги перевезень за видами сполучень за операціями перевізного процесу, за категоріями поїздів.

Всі окремі фактори – зміна якісних показників використання рухомого складу, зміна якості експлуатаційної діяльності, зміна структури вантажообігу за родами вантажів, зміна дальності перевезень вантажів та пасажирів та інші – оцінюються спеціальними розрахунковими методами. Розрахункові методи застосовуються для визначення собівартості перевезень, які виконуються у відмінних від середньомережевих специфічних умов (конкретні умови перевезень).

Розрахункові методи розроблені вітчизняними вченими-економістами – Михальцевим Є. В., Орловим В. М., Чудовим А. С.

Собівартість перевезень в конкретних умовах при наявності даних про них визначається спеціальними розрахунковими методами, при яких можна змінювати окремі прийоми, підходи, але всі ці способи ґрунтуються на залежності витрат залізниці від різних показників роботи чи часу, який витрачається на окремі виробничі операції. Найбільш часто застосовуються наступні методи розрахунку:

- розрахунок експлуатаційних витрат за окремими статтями Номенклатури витрат (метод безпосереднього розрахунку);
- метод одиничних витратних ставок;
- метод зведених витратних ставок;
- метод коефіцієнтів зміни середньомережевої собівартості перевезень;
- метод питомих ваг витрат;
- метод коефіцієнтів впливу.

Метод безпосереднього розрахунку собівартості (або метод розрахунку собівартості за окремими статтями Номенклатури витрат) полягає у послідовному розгляді витрат кожної статті та відокремлення з неї частини витрат, які можна віднести до даного перевезення.

Вихідними даними для вирішення задачі цим методом є середньомережеві величини витрат за статтями Номенклатури витрат та середньомережевих значень вимірників роботи рухомого складу, а також дані по конкретних перевезеннях.

Метод одиничних витратних ставок полягає в тому, що витратні ставки (витрати, що припадають на одиницю вимірника), розраховуються по середньозалізничних даних шляхом групування залежних витрат по окремих вимірниках і діленням цих витрат на величину відповідного вимірника. Методом витратних ставок собівартість перевезень розраховується в наступній послідовності: спочатку розглядається всі особливості перевезень у конкретних умовах: величини показників, витратні норми і т.д.; потім для цих умов роботи на обсяг роботи, прийнятий рівнем 1000 т-км нетто (експлуатаційних), розраховуються розміри калькуляційних вимірників, множенням витратних ставок (якщо необхідно скоригованим по умовам перевезень) на калькуляційні вимірники та додаванням отриманих результатів визначається сума залежних витрат, для отримання повної величини до них додаються умовно-постійні витрати. Умовно-постійні витрати визначаються в процентах від залежних витрат, що приходяться на 10 т-км.

Зміни, що відбуваються на залізничному транспорті та в структурі управління зокрема, перехід, що передбачається, на дволанкову систему управління та збільшення залізниць повинні справляти вплив на скорочення численності адміністративно-управлінського персоналу та зменшити питому вагу загальновиробничих витрат [9, с. 20].

Для планування витрат важливе значення має групування витрат за способом їх обліку та окремим видам робіт. За цією ознакою витрати поділяються на прямі та непрямі. Прямі витрати пов'язані з виконанням одного певного виду робіт або операцій. При розрахунку собівартості вони безпосередньо відносяться на ці види робіт. Непрямі витрати пов'язані з виконанням декількох видів робіт та повинні розподілятися між ними непрямым, розрахунковим шляхом: пропорційно об'єму роботи, певним вимірникам або фонду заробітної плати. Цей розподіл завжди має приблизний характер, тому при формуванні достовірної інформації, що використовується для розрахунку, аналізу витрат та виявленні резервів їх зменшення велике значення має удосконалення звітності по обліку

витрат, що включаються в собівартість перевезень (робіт та послуг).

В залежності від обсягу робіт витрати поділяються на залежні від об'єму робіт та умовно-постійні. Це групування витрат має велике значення. Собівартість перевезень суттєво залежить від розміру вантажообігу. В експлуатаційних витратах залізниць питому вагу складають витрати, що мало залежать від обсягу перевезень (умовно-постійні). При невеликих розмірах вантажообігу їх частка в собівартості суттєво збільшується, і тому повна величина собівартості в цих умовах буде набагато вище її середнього значення по мережі залізниць. При зростанні обсягу перевезень собівартість зменшується за рахунок того, що величина умовно-постійних витрат, що припадає на одиницю перевезень зменшується.

Зміна якісних показників використання рухомого складу впливає на економічні показники роботи залізничного транспорту: експлуатаційні витрати, доходи, прибуток. Економічна оцінка впливу якісних показників використання рухомого складу на величину собівартості перевезень може виконуватися різними методами в залежності від цілей і необхідної точності розрахунків. У тих випадках, коли необхідна висока точність розрахунків, доцільно застосовувати метод одиничних витратних ставок. При виконанні орієнтованих розрахунків для скорочення їхнього обсягу доцільне використання методу укрупнених витратних ставок або методу коефіцієнтів впливу.

Величини коефіцієнтів впливу розраховуються у вантажному русі для наступних якісних показників використання рухомого складу:

- динамічне навантаження навантаженого вагона;
- маса потяга брутто;
- дільнична швидкість руху потягів;
- відношення порожнього пробігу вагонів до навантаженого;
- відношення пробігу локомотивів в одиначному слідуванні до пробігу в голові потяга.

Величини собівартості перевезень різних видів вантажів розрізняються в 8...10 разів, що обумовлено впливом значної кількості факторів, до числа яких відносяться:

- тип вагонів, використовуваних для перевезення;
- технічні норми завантаження вагонів при перевезеннях різних видів вантажів;
- відсоток порожнього пробігу, що значно розрізняється по типах вагонів;

- необхідність застосування спеціального знімного устаткування і виконання спеціальних операцій під час перевезення окремих видів вантажів;

- розмір одноразової перевезеної партії вантажу;

- маса вантажного відправлення;
- рівень маршрутизації перевезень;
- дальність перевезення вантажу і т.п.

Для найбільш повного обліку впливу вищевказаних факторів при розрахунку собівартості перевезень різних видів вантажів (наприклад, у тарифних цілях) необхідно використовувати метод видаткових ставок. Однак його застосування при діючій статистичній звітності про роботу залізничного транспорту вимагає досить трудомісткої підготовчої роботи і громіздких розрахунків. Тому в ряді випадків на практиці можна використовувати наближені методи, що враховують вплив обмеженої кількості факторів, але дозволяють істотно скоротити обсяг необхідної для розрахунків інформації і трудомісткість самих розрахунків.

Один з таких способів заснований на допущенні про те, що собівартість вантажних перевезень у розрахунку на 10 т-км брутто не залежить від роду вантажу і є на залізниці (мережі залізниць) величиною постійною (у дійсності, собівартість перевезень у розрахунку на 10 т-км брутто по родах вантажів розрізняється). У цьому випадку враховується вплив тільки трьох факторів: динамічного навантаження навантаженого вагона, відсотка порожнього пробігу вагонів і маси тари вагонів, використовуваних для перевезень [7].

Собівартість перевезень вантажів на окремих напрямках і дільницях мережі залізниць розрізняється більш ніж у 10 разів. Такого роду розходження обумовлені, у першу чергу, різною технічною осначеністю ділянок залізниць. Основні фактори, що визначають рівень собівартості перевезень на окремих ділянках і напрямках залізниць, включають:

- план і профіль колії на окремих ділянках;
- кількість головних колій;
- засоби СЦБ і зв'язку;
- серії використовуваних для перевезень локомотивів;
- тип верхньої будови колії;
- вагові норми вантажних потягів;
- технічну і дільничну швидкість руху потягів;
- норми витрат палива (електроенергії) на тягу потягів та ін.

Необхідно відзначити, що в даний час розрахунок собівартості вантажних перевезень на окремих напрямках і дільницях є надзвичайно трудомістким завданням, що, в першу чергу, пояснюється непристосованістю діючої статистичної і фінансової звітності про роботу залізничного транспорту до такого роду розрахунків. Це вимагає виконання великого обсягу підготовчої роботи, пов'язаної зі збором і попередньою обробкою вихідної інформації та розрахунком ряду відсутніх у діючій статистичній звітності показників. Остання обставина приводить також до зниження точності виконуваних розрахунків.

Розрахунок собівартості перевезень по ділянках і напрямках роблять методом витратних ставок. При цьому в залежності від типу розв'язуваних задач при розрахунку собівартості вантажних перевезень може використовуватися різний набір калькуляційних вимірників, розрахунок витрат яких також може розрізнятися. Наприклад, з метою оперативного регулювання вагонопотоків собівартість перевезень визначається на «середній» тип вагона, що перевозить «середній» вид вантажу. Крім того, з огляду на те, що пункти відправлення і призначення не змінюються, а отже, не змінюються витрати по початково-кінцевих операціях, розрахунок собівартості перевезень у цьому випадку роблять тільки в частині витрат, зв'язаних з операцією з руху.

В даний час для підвищення обґрунтованості провізних плат і конкурентоздатності залізничного транспорту великого значення набуває розрахунок собівартості перевезень на окремих напрямках і дільницях мережі залізниць по родах вантажів. У цьому випадку розрахунок собівартості перевезень необхідно робити як по операціях з руху, так і по початково-кінцевій операції перевізного процесу. Крім того, необхідно коригувати витрати окремих калькуляційних вимірників і одиничних витратних ставок, що дозволить найбільш повно врахувати особливості перевезень різних видів вантажів. Певні складності в цьому випадку викликає розрахунок витрат по порожньому пробігу вантажних вагонів. При перевезеннях вантажів кільцевими маршрутами ці витрати розраховують по дільницях у напрямку, зворотному навантаженому. Порожній пробіг вагонів при цьому дорівнює навантаженому.

У більш загальному випадку, з огляду на те, що вантажні вагони загального користування обертаються по всій мережі залізниць, витрати по порожньому пробігу можна враховувати на

основі середньомережевої частки порожнього пробігу і собівартості одиниці порожнього пробігу розрахованих по типах вантажних вагонів.

При розрахунку собівартості перевезень по родах вантажів на окремих ділянках і напрямках мережі залізниць для спрощення розрахунків використовують припущення про те, що потяг даної маси брутто цілком складається з вагонів одного типу, що перевозять даний вид вантажу. Фактично в більшості випадків у складі одного потяга є різні типи вагонів, що перевозять різні види вантажів з різним динамічним навантаженням вагонів. З огляду на гіперболічний вид залежності собівартості перевезень від динамічного навантаження навантаженого вагона, це допущення приводить до деякого завищення собівартості перевезень [2].

При організації перевезень кільцевими маршрутами необхідно додатково враховувати витрати на пересування порожніх вагонів по конкретних напрямках і дільницях маршруту. Відмінність полягає в тім, що розрахунок залежних витрат для порожніх вагонів відразу роблять на переміщення одного вагона по ділянці. Залежні витрати на пересування порожнього вагона по маршруту в цілому визначають як суму витрат по вхідних до складу маршруту дільницях.

Найбільш складним і трудомістким при визначенні собівартості вантажних перевезень по дільницям мережі залізниць є розрахунок витрат палива й електроенергії на тягу потягів. Розрахунок витрат паливно-енергетичних ресурсів ведеться по витратах механічної роботи на пересування вагонів і локомотивів.

Крім витрат по операції з руху при розрахунку собівартості вантажних перевезень у тарифних цілях необхідно враховувати витрати по початково-кінцевій операції і переробці вагонів на шляху проходження по маршруту.

У тих випадках, коли перевезення здійснюються не кільцевими маршрутами і порожні вагони можуть надходити по заздалегідь невідомих напрямках, облік витрат по порожньому пробігу вантажних вагонів необхідно робити по середньомережевим даним. Для цього можна використовувати, наприклад, середньомережеву укрупнену витратну ставку на 1000 вагонокілометрів порожніх вагонів, скоректовану по типах вагонів і зважену по питомій вазі різних видів тяги.

Собівартість перевезень є комплексним економічним показником, що оцінює в порівняльному вартісному вимірі витрати усіх видів ресурсів на здійснення перевезень. Тому, за ін-

ших рівних умов, зниження собівартості перевезень свідчить про скорочення витрат ресурсів. Однак, при оцінці зміни собівартості перевезень необхідно враховувати, що не завжди зниження собівартості свідчить про поліпшення роботи залізничного транспорту. Наприклад, зниження собівартості перевезень меншими темпами, ніж темпи зниження цін на споживані ресурси, свідчить про збільшення споживання ресурсів у натуральному вираженні. Ріст собівартості перевезень також не завжди свідчить про погіршення роботи транспорту. Так, збільшення частки перевезень вантажів у спеціалізованих вагонах з високою собівартістю перевезень приводить до росту собівартості вантажних перевезень, але не говорить про зниження ефективності роботи транспорту. Тому при аналізі зміни собівартості необхідно ретельно виявляти причини змін і робити їхню кількісну оцінку. Крім того, при оцінці змін собівартості перевезень потрібно зіставляти зміни собівартості зі змінами доходів від перевезень.

Основні напрямки зниження собівартості перевезень полягають у впливі на фактори, що визначають її величину. До числа основних з них відносяться:

- упровадження на залізничному транспорті прогресивних видів техніки і технології;
- ріст обсягу перевезень, у тому числі за рахунок залучення додаткових перевезень з конкуруючих видів транспорту;
- підвищення якості роботи транспорту, у тому числі якості експлуатаційної роботи;
- підвищення продуктивності праці;
- підвищення ефективності використання основних фондів;
- зниження норм витрат ресурсів на одиницю перевезень у натуральному вираженні.

Залізничні вантажні і пасажирські тарифи за своєю економічною природою є цінами реалізації продукції залізничного транспорту, що є переміщенням вантажів, пасажирів, багажу і пошти.

Розходження вантажних і пасажирських перевезень полягають у тім, що вантажні перевезення здійснюються для виробничих або торгових підприємств. Пасажирські перевезення виконуються в основному для особистого споживання населення (за винятком виробничих і службових). Тому вантажні тарифи є оптовими, а пасажирські тарифи – роздрібними цінами перевезення. Принциповою відмінністю залізничного транспорту від інших галузей економіки є те, що з використанням тих самих виробничих потужностей він перевозить велику кіль-

кість найменувань вантажів, що не є взаємозамінними, у різних умовах, а також здійснює кілька видів пасажирських перевезень. Таким чином, залізничний транспорт є складним багатогалузевим виробництвом. Крім того, рівень залізничних вантажних тарифів самим безпосереднім образом визначає ефективність розміщення виробництва в різних регіонах країни, а також ефективність виробництва вже діючих підприємств, тому що від рівня тарифів залежать обсяг, області збуту і ціна їхньої продукції в пунктах споживання. Це висуває підвищені вимоги до обґрунтування величини тарифів, у тому числі при визначенні факторів, що враховуються при встановленні тарифів.

Так само, як і ціни в інших галузях економіки, тарифи й одержувані залізничним транспортом доходи повинні цілком покривати його витрати, забезпечувати його розвиток, фінансову стійкість і конкурентоздатність у тривалій перспективі.

При встановленні тарифів залізничний транспорт і держава проводять визначену цінову політику. При цьому під ціною політикою розуміються загальні принципи, яких залізничний транспорт дотримується при встановленні цін на свою продукцію. Набір методів, що дозволяють здійснювати цю політику на практиці, називається *цінковою стратегією*. Набір практичних конкретних заходів, що дозволяють оперативно вирішувати поставлені задачі за допомогою керування цінами, називається *цінковою тактикою*.

Цінова політика, що проводиться залізничним транспортом, є одним з найважливіших факторів досягнення цілей, що стоять перед ним. Для підвищення конкурентоздатності і фінансової стійкості залізничного транспорту в тривалій перспективі можна виділити наступні види цілей: максимізація обсягів перевезень, максимізація темпів відновлення основних засобів і максимізація прибутків від основної діяльності. Однією з найважливіших цілей є максимізація прибутку, тому що відсутність нормального прибутку не дозволяє успішно вирішувати інші задачі за рахунок максимального використання власних засобів.

Протягом тривалого часу тарифи на перевезення вантажів важкої промисловості встановлювалися зниженими, а на перевезення вантажів легкої промисловості – підвищеними, що сприяло перерозподілу засобів на користь важкої промисловості. Для прискореного розвитку окремих регіонів або галузей промисловості застосовувалися виняткові знижені тарифи; для

розвитку змішаних залізнично-водних перевезень – знижені залізничні тарифи для вантажів, перевезених у змішаному сполученні. Для боротьби із зайво далекими перевезеннями в міру збільшення дальності понад деяку величину використовувалося підвищення рівня залізничних тарифів. В основі пасажирських тарифів лежить собівартість пасажирських перевезень, рівень якої більш ніж у два рази вище собівартості вантажних перевезень. При цьому, на відміну від вантажних, пасажирські тарифи несуть високе соціальне навантаження, що в умовах сучасного низького рівня життя населення не дозволяє підвищувати їх тими ж темпами, що і вантажні. Низький рівень приміських пасажирських тарифів дозволяє, з одного боку, забезпечувати відносно дешевий проїзд жителів пригородів, що працюють у великих містах, до місця роботи і назад. З іншого боку, це дозволяє значній частині міського населення досить вільно проводити вихідні дні й відпустки в пригороді, у тому числі на дачних і садових ділянках.

В основі тарифів лежить середньомережева собівартість відповідно вантажних і пасажирських перевезень. При цьому, тарифи диференціюються з урахуванням впливу ряду факторів, що визначають розходження в собівартості їх перевезень.

До числа факторів, що визначають розходження в рівні вантажних тарифів, відносяться: тип використовуваних для перевезення вагонів, ступінь використання місткості і вантажопідйомності вагонів, відстань і швидкість перевезення, маса й обсяг партії одноразово перевезеного вантажу, вид власності на використовуваний для перевезення рухомий склад та ін.

Застосування для перевезень окремих видів вантажів різних типів вагонів обумовлено розходженням властивостей перевезених вантажів. Наприклад, кам'яне вугілля, ліс, руда можуть перевозитися у відкритому рухомому складі (піввагонах, платформах). Продукція галузей легкої промисловості, харчових і ряду інших галузей перевозиться, як правило, у критих вагонах, контейнерах, рефрижераторному рухомому складі. Перевезення ряду вантажів виконуються в особливих умовах і вимагають використання спеціалізованого рухомого складу, що не може застосовуватися для перевезень інших вантажів (наприклад, перевезення зрідженого газу). Собівартість перевезень у різних типах вагонів відрізняється внаслідок розходжень цін на вагони (що відбивається на величині амортизаційних відрахувань), витрат на їхній ре-

монт і технічне обслуговування, технічних норм завантаження вагонів при перевезенні різних вантажів, особливостей переробки вагонів на шляху слідування. Застосування спеціалізованих вагонів додатково збільшує собівартість перевезень внаслідок підвищеного порожнього пробігу таких вагонів. У результаті собівартість перевезень, а також і вантажні тарифи на перевезення різних видів вантажів відрізняються в кілька разів.

У тих випадках, коли перевезення одного виду вантажу виконуються в різних типах вагонів, собівартість перевезень і тариф визначаються як середньозважені за структурою вагонного парку, використовуваного для його перевезення.

Зменшені норми технічного завантаження і використання місткості вагонів приводять до необхідності залучення до перевезень додаткових вагонів, зниженню їхньої продуктивності. Тому собівартість таких перевезень підвищується, що відбивається на рівні тарифів.

Застосування для перевезень вагонів, що знаходяться у власності відправника вантажу або вантажоодержувача, приводить до зниження собівартості перевезень за рахунок виключення витрат по амортизації вагонів, у ряді випадків витрат на їхній ремонт і окремі види технічного обслуговування, підготовку вагонів під навантаження й очищення після вивантаження. З іншого боку, при використанні цих вагонів для перевезень у потягах-вертушках порожній пробіг вагонів зростає з відповідним підвищенням собівартості перевезень.

Перераховані вище зміни собівартості служать підставою для застосування диференціації вантажних тарифів, що дозволяє врахувати дані зміни [5].

Збільшення обсягу одноразово перевезеної партії вантажу приводить до зниження собівартості й рівня тарифу, тому що скорочуються витрати по початково-кінцевих операціях, можливе скорочення витрат по переробці вагонів на шляху слідування за рахунок організації маршрутних перевезень.

Диференціація тарифів по родах вантажів застосовується для обліку впливу таких факторів, як тип використовуваних вагонів, технічні норми їхнього завантаження, особливості проходження вантажів на шляху слідування й ін. Залізничний транспорт перевозить десятки тисяч найменувань вантажів, особливості перевезень яких істотно впливають на рівень собівартості перевезень. З метою скорочення обсягів підготовчої і розрахункової роботи при встано-

вленні тарифів вантажів собівартість перевезень яких близька, поєднуються в типи. Для вантажів, що входять до складу однієї групи, встановлюється єдиний тариф [4].

Для обліку залежності собівартості перевезень від відстані перевезення застосовуються двохставочні тарифи.

При перевезеннях порожніх контейнерів, а також вантажів для нестатків залізниць (господарські перевезення) застосовуються одноставочні тарифи, рівень яких у розрахунку на 1 км не залежить від відстані перевезення.

Для значної кількості вантажів при розрахунку тарифних плат з метою стимулювання скорочення витрат залізничного транспорту на перевезення враховується найкоротша відстань перевезення. Виключенням є негабаритні вантажі, плата за перевезення яких стягується по фактично пройденій відстані, що, у свою чергу, залежить від характеру і ступеня габаритності вантажу.

До основних недоліків діючих залізничних тарифів можна віднести:

- застосування в якості тарифної бази середньомережевої собівартості перевезень, диференційованої по родах вантажів, видах сполучень, типа використовуваних для перевезення вагонів і дальності перевезень і неврахування її розходження на окремих напрямках і ділянках перевезень; побудова діючих тарифів за витратним принципом без обліку попиту на відповідні перевезення;

- застосування принципу, що полягає в тім, що тариф устанавлюється без обліку попиту на перевезення на такому рівні, щоб доходи по кожному виду перевезення цілком покривали попередньо віднесені на дане перевезення залежні й умовно-постійні витрати і приносили визначений прибуток;

- індексацію вантажних і пасажирських тарифів на підставі зміни загальної величини доходів і витрат у даному виді перевезень;

- встановлення вантажних тарифів за умовою повного використання норм технічного завантаження вагонів під час перевезення даних видів вантажів;

- зниження обсягів перевезень, що відбулося, привело до зміни співвідношення залежних і умовно-постійних витрат залізничного транспорту у структурі собівартості і відповідному збільшенню собівартості перевезень;

- відмовлення від адміністративних методів планування перевезень вантажів привело до росту порожнього пробігу вантажних вагонів,

підвищення внаслідок цього собівартості перевезень і зміни її структури.

Крім вищевідзначених недоліків, саме застосування середньосітьової собівартості перевезень як бази тарифів приводить до непорівнянності реальних витрат на кожне перевезення, виконуване в конкретних умовах, з отриманими за нього доходами. Це викликає необхідність розробки і застосування досить складного і малоефективного механізму перерозподілу прибутку залізничного транспорту від залізниць з низькою собівартістю перевезень на залізниці з високою собівартістю. Використання такого механізму приводить до зниження стимулів підвищення ефективності роботи залізниць і створює передумови для росту витрат і собівартості перевезень.

Облік при побудові тарифів тільки витрат на перевезення й ігнорування попиту приводить до прискореного скорочення обсягів виробництва і перевезень щодо дешевих «масових» вантажів у тих випадках, коли залізничний транспорт є монополістом на перевезення. У випадку, коли має місце конкуренція з іншими видами транспорту, відбувається перехід перевезень до конкурентів. Наслідком такого положення стає падіння обсягу перевезень і зростання собівартості перевезень. Відсутність обліку попиту знижує вірогідність прогнозування обсягів роботи залізничного транспорту, особливо у випадках змін тарифів на перевезення.

Розподіл умовно-постійних витрат при розрахунку повної собівартості перевезень окремих видів вантажів і категорій пасажирів пропорційно об'ємним вимірникам роботи залізничного транспорту стимулює падіння обсягу перевезень вантажів і пасажирів, зростання собівартості перевезень і підвищення рівня тарифів. Даний підхід склався в умовах дефіциту пропускних, провізних і перероблювальних спроможностей залізничного транспорту, коли пропуск додаткового обсягу перевезень вимагав їхнього посилення і приводив до росту умовно-постійних витрат. У результаті застосування такого підходу виникають ситуації, коли повні витрати, віднесені на перевезення окремих видів вантажів і категорій пасажирів, перевищують максимальну ціну, що може заплатити пасажир (вантажовласник) за перевезення, або витрати на аналогічне перевезення конкуруючим видом транспорту. В основному, це характерно при перевезеннях дешевих вантажів і малозабезпечених пасажирів. Такий порядок приводить до скорочення обсягів перевезень вантажів і пасажирів. У цих випадках всі умовно-

постійні витрати повинні покриватися за рахунок доходів від перевезень вантажів, що залишилися, і пасажирів, що приводить до росту собівартості перевезень і є основою для підвищення тарифів. У свою чергу, підвищення тарифів приводить до подальшого падіння обсягів роботи.

Індексація тарифів відповідно до росту середньосітьової собівартості перевезень припускає, що структура собівартості перевезень окремих видів вантажів і категорій пасажирів у різних умовах єдина і збігається з середньомережевою, що не відповідає дійсності. У результаті непорівняння проіндексованих у такий спосіб тарифів і реальних витрат на виконання конкретних перевезень підвищується [6].

Встановлення тарифів за умовою повного використання норм технічного завантаження, виправдане в умовах дефіциту рухомого складу, у сучасних умовах приводить до зниження конкурентоздатності залізничного транспорту внаслідок підвищення провізних плат у розрахунок на 1 т перевезеного вантажу.

Розраховуються обсяги перевезень роздільно по родах вантажів по кожній кореспонденції і мережі залізниць в цілому, доходи і залежні від обсягу роботи витрати. Умовно-постійні витрати, віднесені на перевезення вантажів, розподіляються по родах вантажів пропорційно прибутку, розрахованого як різниця доходів і залежних від обсягу роботи витрат під час перевезення кожного вантажу в межах мережі залізниць.

Дана економіко-математична модель розрахунку вантажних тарифів дає можливість визначати обсяги перевезень по родах вантажів і по кореспонденціях, що дозволяє використовувати її при плануванні вантажних перевезень. Крім того, ця модель дозволяє врахувати перевезення вантажів конкуруючими видами транспорту. Тому обсяги перевезень вантажів залізничним транспортом, розраховані за даною моделлю, відносяться до перевезень в умовах монополії.

На наступному етапі необхідно розглянути можливість залучення додаткових обсягів перевезень вантажів з інших видів транспорту. Для цього повинне вироблятися вивчення перевезень вантажів іншими видами транспорту на тих кореспонденціях, де мають місце рівнобіжні залізничні лінії. При цьому необхідно враховувати, що в сучасних умовах вибір напрямку перевезення і виду використовуваного для цього транспорту здійснюється вантажовласником, що прагне скоротити свої витрати на транспор-

тування вантажу. Тому при встановленні конкурентних тарифів необхідно зіставляти не розміри провізних плат на різних видах транспорту, а повні витрати на перевезення вантажу «від дверей до дверей». Для безумовного залучення вантажів з інших видів транспорту за умовою беззбитковості перевезень нижній рівень конкурентного тарифу повинний бути не нижче залежних від обсягу роботи витрат на їхнє перевезення. Верхній рівень тарифу повинний забезпечувати вантажовласнику меншу величину сукупних транспортних витрат, чим при використанні конкуруючого виду транспорту.

Дана послідовність розрахунку конкурентних тарифів можлива тоді, коли вид і ціни перевезених вантажів відомі. У тих випадках, коли ці дані відсутні, необхідно робити варіювання рівня тарифів в інтервалі між залежними від обсягу роботи витратами і діючими тарифами, орієнтуючись на динаміку зміни доходів і прибутку залізничного транспорту. Такий порядок можливий при встановленні конкурентних тарифів на перевезення вантажів у контейнерах, критих вагонах [8].

Тільки систематичний аналіз існуючих тарифів, конкуруючих на конкретних напрямках видів транспорту, може дати вичерпну інформацію про стан підприємств залізничного транспорту в цьому аспекті. У швидкості доставки залізничний транспорт деякою мірою поступається автомобільному, значно перевершуючи водні види транспорту. Тим не менш, вантажовідправник при дальності перевезення 1000 км і більше віддає перевагу залізничному транспорту, у той час як при перевезенні на відстань до 100 км переваги автомобільного транспорту зі швидкості доставки беззаперечні.

Результати аналізу динаміки показників залізниць України та інших країн дозволили оцінити техніко-економічний стан їх експлуатаційної діяльності. Залізничний транспорт як раніше, так і тепер займає провідне положення у забезпеченні перевезень вантажів, будучи найбільш масовим перевізником. На його долю припадає максимальна питома вага всього вантажообігу, виконуваного всіма видами транспорту загального користування України. Але із залізничним транспортом активно конкурує автомобільний транспорт, який переключив частину вантажопотоків на себе. Автотранспорт переключив на себе значну частину швидкокопсуваних та цінних вантажів – це пов'язано з низьким ступенем схоронності та швидкості доставки вантажів. Тому залізничний транс-

порт має активно використовувати свої конкурентні переваги і намагатися усувати недоліки і слабкості своєї діяльності. В сучасних умовах важливе значення для транспортних підприємств має передбачення змін у потребах споживачів, а також здійснення нових перевезень, нових послуг та підвищення якості існуючих послуг. Для формування ціни необхідно:

- проаналізувати динаміку існуючого попиту на конкретну продукцію транспорту, ступінь задоволення потреб клієнтури;
- визначити еластичність попиту щодо ціни (E_d) на конкретному сегменті ринку;
- визначити контрольні цифри виробничих витрат;
- проаналізувати тарифи на аналогічну продукцію та її модифікації конкуруючих видів транспорту;
- визначити вартість супутніх або додаткових послуг щодо базової;
- визначити нижні і верхні границі рівня цін. Нижньою границею є витрати транспортного підприємства із здійснення перевезень. Верхньою границею є справедливо розподілена вигода клієнта від реалізації переміщувального з пункту А до пункту Б товару;
- визначити фактичну можливість клієнта (економічну, психологічну) щодо сплати передбачуваного тарифу;
- розробити варіанти знижок-надбавок до передбачуваної ціни перевезень.

Основна задача знижок – це залучення великих обсягів вантажів на залізничний транспорт, залучення нової клієнтури, в тому числі з інших видів транспорту, зниження на цій основі собівартості перевезень, збільшення абсолютної суми доходів та прибутків. Поряд зі знижками в ціні перевезення можуть бути присутніми й різні надбавки. З урахуванням знижок і надбавок визначається оптимальний рівень ціни перевезення.

Одним з аспектів управління експлуатаційною діяльністю залізниць є економіко-правове забезпечення модернізації міжнародних коридорів, яке полягає в аналізі систем і форм захисту інвестиційних проектів. Для збільшення інвестицій потрібні державні гарантії їх повернення.

Висновки

На основі проаналізованих даних можна зробити такі висновки.

Управління якістю транспортних послуг на основі маркетингово-логістичних підходів є одним з актуальних питань при плануванні та

регулюванні процесу перевезень вантажів залізницями.

Для зайняття залізничними перевезеннями сталого домінуючого положення на ринку транспортних послуг у галузі має бути здійснено прорив у підвищенні якості обслуговування клієнтів: забезпечення цілості вантажів, своєчасна доставка, низькі тарифи. Реалізація транзитних можливостей є умовою економічного зростання і підвищення конкурентоздатності не тільки транспорту, а і всієї економіки України.

Ефективне використання транспортних коридорів дає можливість Україні стати повноправним учасником міжнародного транспортного ринку, покращити екологічну ситуацію за рахунок інтермодальних перевезень на електротязі й одержати перемогу в конкурентній боротьбі на внутрішньому та зовнішньому ринку.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Абрамов, А. П. Затраты железных дорог и цена перевозки [Текст] / А. П. Абрамов. – М.: Транспорт, 1974.
2. Бакаев, О. О. Міжнародні транспортні коридори – особливий пріоритет України на шляху інтеграції у світову економічну систему [Текст] / О. О. Бакаев, С. І. Пирожков, В. Л. Ревенко // Стратегічна панорама. – 1999. – № 4. – С. 37-55.
3. Галабурда, В. Г. Концепция стимулирования спроса на транспортные услуги железных дорог по грузовым перевозкам [Текст] / В. Г. Галабурда. – ЭЙ / ЦНИИТЭИ МПС, 1997. – Вып. 3. – С. 11-22.
4. Кулаев, Ю. Ф. Методы экономической оценки инвестиционных проектов на транспорте [Текст] : учеб.-метод. / Ю. Ф. Кулаев. – К.: Транспорт Украины, 2001. – 182 с.
5. Лapidус, Б. М. Информационные основы системы аналитического мониторинга эксплуатационных расходов железных дорог [Текст] / Б. М. Лapidус, Г. А. Васильева // Вести ВНИИЖТ. – 1996. – № 2.
6. Кірпа, Г. М. Інтеграція залізничного транспорту України у Європейську транспортну систему [Текст] / Г. М. Кірпа. – Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2003. – 267 с.
7. Витте, С. Ю. Принципы железнодорожных тарифов по перевозке грузов [Текст] / С. Ю. Витте. – К., 1883.
8. Иловайский, Н. Д. Маркетинг в перевозках грузов [Текст] / Н. Д. Иловайский, В. А. Король / ВНИИЖТ. – М.: Транспорт, 1995. – 248 с.
9. Михальцев, Е. Издержки железных дорог. Перевозки [Текст] / Е. Михальцев. – Л., 1932.

Надійшла до редколегії 23.04.2009.

Прийнята до друку 09.06.2009.

Наукове видання

В І С Н И К

Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

Випуск 28

(Українською, російською та англійською мовами)

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

Відповідальний за випуск *І. П. Корженевич*
Комп'ютерне верстання *В. В. Кузьменко*

Статті в збірнику друкуються в авторській редакції

Формат 60 × 84 ¹/₈. Ум.друк.арк. 35,11. Тираж 100 пр. Зам. № 1708.

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

Адреса редакції, видавця та ділянки оперативної поліграфії:

вул. Лазаряна, 2, м. Дніпропетровськ-10, 49010, Україна

Тел.: +38 (0562) 33-58-96, факс: +38 (0562) 33-58-97

<http://www.diitrvv.dp.ua>

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1315 від 31.03.2003.