РОЗВІДУВАННЯ, ПРОЕКТУВАННЯ ДОРІГ ТА ПЕРЕХОДІВ ЧЕРЕЗ ВОДОТОКИ

УДК 528.4:332.3:504.54

Савенко В.Я., д-р техн. наук, **Корнієць А.В.**

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДУ ОЦІНКИ ГЕОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

Анотація. Метою статті є формування методичних рекомендацій щодо реалізації методу оцінки геоекологічного стану використання земель населених пунктів. У дослідженні запропоновані напрями та визначені екологічні й показники використання земель населених пунктів. Здійснено оцінку інтегрального критерію геоекологічного стану використання земель населених пунктів, що дозволило створити системне середовище щодо підвищення землекористування.

Ключові слова: геоекологічний стан, використання земель населених пунктів, методичні рекомендації.

UDC 528.4:332.3:504.54

Savenko V., doctor of technical sciences, **Korniiets A.**

METHODOLOGICAL RECOMMENDATIONS FOR THE IMPLEMENTATION OF THE METHOD OF ASSESSMENT OF THE GEOECOLOGICAL STATE OF THE USE OF LAND OF POPULATION POINTS

Abstract. The purpose of the article is to formulate methodological recommendations for the implementation of the method of estimating the geoecological state of land use of settlements. The research suggests directions and defined ecological and land use indicators of settlements. An estimation of the integral criterion of the geoecological

state of land use of settlements was made, which allowed to create a systemic environment for increasing land use.
Keywords: geoecological state, use of settlements, methodical recommendations.

УДК 528.4:332.3:504.54

Савенко В. Я., д-р техн. наук, **Корниец А.В.**

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Аннотация. Целью статьи является формирование методических рекомендаций по реализации метода оценки геоэкологического состояния использования земель населенных пунктов. В исследовании предложены направления и определены экологические и показатели использования земель населенных пунктов. Осуществлена оценка интегрального критерия геоэкологического состояния использования земель населенных пунктов, что позволило создать системную среду по повышению землепользования.
Ключевые слова: геоэкологическое состояние, использование земель населенных пунктов, методические рекомендации.

Постановка проблеми

Основні напрями розвитку населених пунктів залежать від рівня ефективності використання земель і екологічних факторів. Сучасна парадигма землекористування об’єднує просторові, містобудівні, інвестиційні та екологічні характеристики, що впливають на ефективність використання земель. Поряд з цим, у вітчизняних умовах визначені дисбаланси у сфері землекористування, де ігноруються або на низькому рівні враховуються представлені характеристики. У таких умовах розробка заходів підвищення ефективності використання земель населених пунктів на основі застосування методичних рекомендації щодо реалізації методу оцінки геоекологічного стану є актуальним науково-практичним завданням.

Мета та завдання статті

Метою статті є формування методичних рекомендацій щодо реалізації методу оцінки геоекологічного стану використання земель населених пунктів.

Для досягнення поставленої мети вирішуються наступні завдання:

- визначення екологічних і показників використання земель населених пунктів, як складових методу оцінки геоекологічного стану;
- оцінка інтегрального критерію геоекологічного стану використання земель населених пунктів.

Основна частина. Реалізація методу оцінки геоекологічного стану використання земель базується на застосуванні аналітичного, методу аналізу ієрархій та експертних оцінок, що дозволило визначити відповідний інтегральний показник для створення системного середовища відносно прийняття рішень для підвищення ефективності землекористування.

Інтегральний показник, що характеризує стан навколишнього середовища (E_1) і впливає на використання земель визначається за відповідною моделлю. Показники стану навколишнього середовища оцінюються шляхом застосування методу експертних оцінок, побудованої анкети та реалізації розрахунків, пов'язаних із визначенням рангових коефіцієнтів.

Узагальнюючи результати визначення показників стану навколишнього середовища визначено інтегральний критерій: $E_1 = 0{,}88$.

Значення інтегрального показника стану навколишнього середовища свідчить про зростання їх важливості й впливу на використання земель, у рамках якого основна увага фокусується на енергетичному, стані та структурі об'єктів міського середовища, естетичним аспектам землекористування, враховуючи екологічні напрями територіального розвитку.

Для оцінки показників виникнення та здійснення надзвичайних ситуацій використовується аналітична інформація Державної служби України з надзвичайних ситуацій на базі якої розраховані відповідні показники.

У результаті оцінки встановлено, зростання надзвичайних ситуацій за рахунок впливу техногенних та природних факторів, що забезпечує зниження геоекологічного стану використання земель міст. Представлена динаміка обумовлена збільшенням рівня надзвичайних екологічних ситуацій у областях: Донецька – 1,65; Одеська – 1,66; Полтавська – 2,00; Рівненська – 1,49.

Значення інтегрального показника рівня витрат та капітальних інвестицій на здійснення охорони земель та екологічну безпеку свідчить про їх збільшення у цілому по Україні. Така динаміка обумовлена збільшенням важливості екологічної складової у системі територіального розвитку. Крім того, у більшості

областей цей показник характеризувався тенденціями до зростання: Дніпропетровська – 1,08; Донецька – 1,04; Житомирська – 1,02; Закарпатська – 1,05; Київська – 1,12; Луганська – 1,17; Полтавська – 1,01; Сумська – 1,07; Тернопільська – 1,03; Харківська – 1,37; Херсонська – 1,05; Хмельницька – 1,09; Чернігівська – 1,05.

У деяких регіонах відбуваються негативні зрушення щодо зниження рівня витрат та капітальних інвестицій на здійснення охорони земель та екологічну безпеку: Вінницька – 0,95; Запорізька – 0,93; Івано-Франківська – 0,94; Кіровоградська – 0,92; Миколаївська – 0,94; Рівненська – 0,94; Черкаська – 0,96; Чернівецька – 0,97.

У результаті дослідження визначено зростання значення екологічної безпеки для використання земель. При цьому ця тенденція відповідає для всіх областей України, що відповідає сучасним тенденціям розвитку землекористування, де збільшується вплив екологічних факторів.

Слід зазначити, що найбільший вплив на реалізацію функціональних напрямів екологічного використання земель здійснюють еколого-ресурсні показники, які визначають рівень використання земельних ресурсів, враховуючи їх екологічні особливості. Поряд з цим, знижують представлений критерій природоохоронні та показники формування земельного потенціалу.

Представлені значення свідчать про те, що використання земель міст, у екологічному аспекті пов’язано із рівнем застосування ресурсів та їх впливом на екологічний стан територій при несистемній реалізації природоохоронних заходів та ігноруванням потенційними можливостями розвитку територій.

Значення узагальнюючого показника управління напрямами формування та охорони навколишнього природного середовища свідчить про високі можливості щодо управління управління напрямами формування та охорони навколишнього природного середовища.

Результати дослідження інформаційного забезпечення екологічного використання земель свідчить про зростання його значення для розробки заходів протидії негативним впливам та прийняття обґрунтованих рішень.

Показник, що характеризує потенційні напрями екологічного використання земель свідчить про зростання значення потенційних напрямів екологічного використання земель для забезпечення ефективності формування та реалізації екологічної політики у сфері землекористування.

Оцінка інтегрального екологічного показника здійснюється із застосуванням вагових коефіцієнтів, що характеризують рівень впливу узагальнюючих екологічних критеріїв шляхом використання методу аналізу ієрархій.

Отже, узагальнюючи результати розрахунків, визначені вагові коефіцієнти, які представлені у табл. 1.

Таблиця 1 – Значення вагових коефіцієнтів, що характеризують вплив екологічних показників на інтегральний критерій, відн. од.

Показники	Значення вагових коефіцієнтів
стан навколишнього середовища (E_1)	0,027
загрози виникнення і причини надзвичайних екологічних ситуацій (E_2)	0,121
витрати та капітальні інвестиції на здійснення охорони земель та екологічну безпеку (E_3)	0,062
екологічна безпека (E_4)	0,053
функціональні напрями екологічного використання земель (E_5)	0,200
управління напрямами формування та охорони навколишнього природного середовища (E_6)	0,214
інформаційне забезпечення екологічного використання земель (E_7)	0,264
потенційні напрями екологічного використання земель (E_8)	0,059

Значення екологічних показників, враховуючи вагові коефіцієнти представлені у табл. 2.

Таблиця 2 – Значення екологічних показників, враховуючи вагові коефіцієнти, відн. од.

Показники	Значення екологічних показників
стан навколишнього середовища (E_1)	0,02
загрози виникнення і причини надзвичайних екологічних ситуацій (E_2)	0,19
витрати та капітальні інвестиції на здійснення охорони земель та екологічну безпеку (E_3)	0,06
екологічна безпека (E_4)	0,07
функціональні напрями екологічного використання земель (E_5)	0,16
управління напрямами формування та охорони навколишнього природного середовища (E_6)	0,19
інформаційне забезпечення екологічного використання земель (E_7)	0,22
потенційні напрями екологічного використання земель (E_8)	0,06

У результаті дослідження встановлено, що формування інтегрального екологічного показника обумовлено інформаційним забезпечення екологічного

використання земель, визначеними шляхами управління напрямами формування та охорони навколишнього природного середовища та загроз виникнення і причин надзвичайних ситуацій. Поряд з цим, знижується значення показників, що характеризують стан навколишнього середовища, витрати та капітальні інвестиції на здійснення охорони земель та екологічну безпеку, екологічна безпека й потенційні напрями екологічного використання земель.

Значення інтегрального екологічного показника у рамках запропонованого методу наступне: $I_e = 0{,}59$, що свідчить про посередній рівень реалізації екологічної політики у сфері земельних відносин.

Визначення інтегрального показника рівня використання земель міст (I_l) у системі оцінки узагальнюючого критерію, що характеризують геоекологічний стан здійснюється на основі відповідних показників і моделей.

У результаті дослідження визначено, що формування інформаційного забезпечення використання земель населених пунктів в основному здійснюється через призму картографічного, геодезичного та просторового забезпечення. Поряд з цим, найнижчим впливом на формування інформаційного забезпечення використання земель населених пунктів визначаються інвестиційні інформаційні джерела та показники. Це обумовлено тим, що у сучасних умовах землекористування вітчизняних населених пунктів інвестиційна складова характеризується інформаційною закритістю та низьким рівнем інформаційного забезпечення щодо використання земель. Проте при реалізації земельних проектів та здійснення землекористування особлива увага фокусується на картографічному, геодезичному та просторовому інформаційному забезпеченні. При цьому враховуються статистичне, містобудівне та нормативно-правове забезпечення використання земель населених пунктів.

Значення узагальнюючого функціонального показника використання земель свідчить про можливості реалізації функціональних напрямів використання земель населених пунктів. Така динаміка характерна для більшості областей України.

Значення показника формування та реалізацію права на землю населених пунктів свідчить про високий рівень формування та реалізації прав на землю внаслідок розробленості та імплементації відповідного нормативно-правового забезпечення.

Значення узагальнюючого показника рівня технічного та технологічного забезпечення свідчить про зростання значущості представлених складових у системі землекористування населених пунктів.

На основі запропонованих напрямів оцінки із застосуванням методу аналізу ієрархій визначені вагові коефіцієнти, що характеризують вплив показників рівня використання земель населених пунктів на інтегральний критерій (табл. 3).

Таблиця 3 – Значення вагових коефіцієнтів, що характеризують вплив показників рівня використання земель населених пунктів на інтегральний критерій, відн. од.

Показники	Значення вагових коефіцієнтів
інформаційного забезпечення рівня використання земель (l_1)	0,581
функціональні (l_2)	0,112
визначаючих формування та реалізацію права на землю (l_3)	0,239
рівня технічного та технологічного забезпечення (l_4)	0,068

Значення показників рівня використання земель населених пунктів, враховуючи значення вагових коефіцієнтів представлені у табл. 4.

Таблиця 4 – Значення показників рівня використання земель населених пунктів, враховуючи значення вагових коефіцієнтів, відн. од.

Показники	Значення показників рівня використання земель населених пунктів
інформаційного забезпечення рівня використання земель (l_1)	0,60
функціональні (l_2)	0,11
визначаючих формування та реалізацію права на землю (l_3)	0,19
рівня технічного та технологічного забезпечення (l_4)	0,07

У результаті дослідження визначено, що на формування інтегрального критерію рівня використання земель населених пунктів найбільший вплив здійснює показник інформаційного забезпечення, що пов’язано із необхідністю прийняття обґрунтованих рішень щодо землекористування на основі відповідного інформаційно-аналітичного, просторового, містобудівного та іншого забезпечення. Поряд з цим, знижується значення показників, що визначають формування та реалізацію права на землю й функціональних показників. Це пов’язано із низьким рівнем реалізації нормативно-правового забезпечення у сфері земельних відносин, його недосконалістю, зниженням

рівня застосування функціональних напрямів використання земель населених пунктів.

На основі запропонованої моделі визначено інтегральний показник рівня використання земель населених пунктів: $I_l = 0{,}041$.

Таким чином, у результаті дослідження визначено низький рівень використання земель населених пунктів внаслідок впливу забудови територій при наявності інформаційного забезпечення. Крім того, знижуються вплив функціональних напрямів використання земель і формування та реалізації права на землю при низькому рівні технічного й технологічного забезпечення.

Застосовуючи результати проведених досліджень щодо оцінки інтегральних екологічного та показника рівня використання земель у рамках розробленого методу, визначено інтегральний критерій геоекологічного стану рівня використання земель населених пунктів України: $I_g = 0{,}631$.

У результаті дослідження визначено посередній рівень геоекологічного використання земель населених пунктів, що потребує розробки та реалізації заходів підвищення інтегрального показника землекористування.

Висновки

Отже, у результаті дослідження дістали подальшого розвитку методичні рекомендації щодо реалізації методу оцінки стану геоекологічного стану, який базується на моделях визначення екологічних і показників використання земель населених пунктів, що дозволило сформувати системне середовище для підвищення ефективності землекористування.

Рецензенти:
Славінська О.С., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.
Яценко І.В., канд. екон. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:
Slavinska O.S., Dr. Tech. Sci., National Transport University.
Yatsenko I.V., Cand. Econ. Sci., National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **08.06.2017 р**.

УДК 625.7

Хом'як А.Я., канд. техн. наук, **Дзюба П.П.,** канд. техн. наук

ЩОДО СТВОРЕННЯ ІНФРАСТРУКТУРИ ДЛЯ ВЕЛОСИПЕДНОГО РУХУ

Анотація. В роботі розглядаються питання організації велосипедного руху. Аналізуються методи проектування велосипедних доріжок як основи створення інфраструктури для велосипедного руху. Схеми влаштування велосипедних доріжок мусять визначатися на основі класифікації доріг та вулиць й аналізу характеристик руху транспортних потоків.
Ключові слова: велосипед, інфраструктура, транспортний рух.

UDC 625.7

Khomiak A., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Dziuba P.,** Cand. Eng. Sci. (Ph.D.)

ON THE CREATION OF INFRASTRUCTURE FOR BICYCLE MOVEMENT

Abstract. The issues of cycling organization are analyzed in the paper. The approaches to design bicycle lanes figured out as a basis for creation of infrastructure for cycling. The layout of the bicycle lanes must be determined on the basis of the classification of roads and streets and the analysis of the traffic flow characteristics.
Keywords: bicycle, infrastructure, traffic.

УДК 625.7

Хомяк А.Я., канд. техн. наук, **Дзюба П.П.,** канд. техн. наук

ДО СОЗДАНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ ВЕЛОСИПЕДНОГО ДВИЖЕНИЯ

Аннотация. В работе рассматриваются вопросы организации велосипедного движения. Анализируются методы проектирования велосипедных дорожек как

основы создания инфраструктуры для велосипедного движения. Схемы устройства велосипедных дорожек должны определяться на основе классификации дорог и улиц, анализа характеристик движения транспортных потоков.

Ключевые слова: велосипед, инфраструктура, транспортное движение.

Вступ

Сьогодні велосипедний рух набуває все більшої значимості. Основними перевагами велосипедного руху є екологічність та економічність.

Проте статистика засвідчує, що більше ніж 43 % загиблих у результаті дорожньо - транспортних пригод в Україні у 2016 році є пішоходами та велосипедистами, причому серед них переважно молодь від 15 до 24 років та діти у віці від 5 до 14 років [3]. За даними Асоціації велосипедистів м. Києва аварійність за участі велосипедистів має стійку тенденцію до зростання.

Тож велосипедний рух потребує розвитку інфраструктури, яка б забезпечувала безпеку та комфортність руху велосипедистів: відокремлених доріжок, цілісної системи велосипедних маршрутів, відповідної системи паркування, організації руху, забезпечення безпеки руху.

Основна частина

Створення відповідної інфраструктури є актуальною проблемою як для позаміських, так і для міських доріг. Враховуючи специфіку велосипедного руху на позаміських дорогах та у містах, має бути розроблена відповідна концепція на основі класифікації як позаміських доріг, так і міських вулиць та доріг із врахуванням особливостей руху різних за складом транспортних потоків.

В табл. 1 наведені нормативи на проектування велосипедних доріжок, що використовуються в Україні [1].

Таблиця 1 – Рекомендована ширина велосипедної доріжки і смуги руху

Тип велосипедних доріжок	Ширина велосипедної доріжки, м	
	У вільних умовах	У стислих умовах
Велосипедні доріжки:		
- одностороннього руху	2,5	1,5
- двостороннього руху	3,0	2,5
Примітка. До стислих відносяться умови прокладання велосипедних доріжок у місцях забудови капітальними спорудами або складного рельєфу.		

Велосипедні доріжки необхідно проектувати з поздовжнім похилом не

більше, ніж 30 ‰ та поперечним похилом від 15 ‰ до 25 ‰. В умовах складного рельєфу поздовжній похил можна збільшувати до 40 ‰ на ділянках завдовжки до 300 м та 60 ‰ на ділянках завдовжки 100 м. На ділянках протяжністю більше ніж 100 м необхідно передбачати відрізки завдовжки понад 20 м з похилом не більше ніж 30 ‰ .

Напевно, на сьогодні не зовсім коректною є нормативна вимога, що велосипедні доріжки слід проектувати на ділянках, де розрахункова пікова інтенсивність руху велосипедів і мопедів за перші п'ять років в одному напрямку руху складає 50 од/год, або якщо приведена інтенсивність руху автомобілів становить 4000 авт./добу, а загальна інтенсивність руху велосипедів та мопедів складає 400 од/добу. За меншої інтенсивності руху допускається проектувати вело-пішохідні доріжки за параметрами велосипедних доріжок.

В умовах, коли розвитку велосипедного руху слід надавати найбільшого сприяння, велосипедні доріжки мусять проектуватися вздовж усіх доріг, бо якою може бути інтенсивність руху велосипедистів, якщо немає відповідної інфраструктури для їх безпечного руху? Маємо приклад європейських країн, де велосипедні доріжки проектуються вздовж доріг, причому переважно - за смугою відведення. Тобто, велосипедист не відчуває на собі негативного впливу транспортного потоку: шум, загазованість – забезпечена безпека його руху, комфортність – тверде покриття, водовідведення.

Якщо ж з велосипедними доріжками на позаміських дорогах більш-менш зрозуміло, то у містах виникають проблеми, пов’язані з забудовою, щільними транспортними потоками та вулично-дорожньою мережею, що вже склалася.

Для сучасних міст характерними є наступні транспортні проблеми: аварійність, затори та зниження швидкості руху у години пік, забруднення довкілля, конфлікт громадського й індивідуального транспорту. На рис. 1 проілюстрована транспортна ситуація у години «пік», яка спостерігається у м. Києві.

Шляхи вирішення транспортних проблем у містах: будівництво нових доріг та розв’язок; обмеження руху автомобілів, особливо, у центральній частині міст; розвиток громадського транспорту, влаштування окремих смуг для громадського транспорту, для автомобілів, що рухаються у режимі «carpool»; організація руху, зокрема, одностороннього руху; створення відповідної інфраструктури для організації велосипедного руху; організація пішохідного руху.



Рисунок 1 – Транспортний корок у Києві

У багатьох розвинених країнах вже прийшли до висновку, що не варто будувати нові дороги для автомобілів, адже спроби зменшити рух шляхом будівництва нових доріг, розв'язок та багаторівневих паркінгів призводять до збільшення об'ємів руху і зростання транспортних проблем. Транспортна політика в сучасних країнах полягає в тому, як зменшити використання машин. У нерозвинених країнах – як зменшити пробки на дорогах. У зовсім нерозвинених – як покращити ситуацію для автомобілів [4].

Одна людина в автомобілі потребує стільки місця, скільки 5 велосипедистів, 8 користувачів трамваю або 30 пасажирів метро.

Було б ідеально обмежувати доступ машин до міста, як це здійснюється ряді європейських міст. Там основний принцип пересування полягає в тому, що «перетворення» автомобіліста на пішохода відбувається в межах міста, а не біля вхідних дверей будинків. При цьому, безумовно, має бути розвинена система громадського транспорту. Наведемо приклади [5]:

- **у Мадриді** заборонили рух на приватних автомобілях по деяких вулицях міста. У пішохідні планується переобладнати 24 міські вулиці протягом найближчих п'яти років. Штраф за проїзд у недозволених місцях збільшений до ста євро. До того ж, планується суттєво підняти і вартість паркування в центральних районах;
- у **Парижі,** коли у 2014 році рівень смогу у французькій столиці досяг критичних позначок, міська влада прийняла рішення про заборону руху автомобілів з парними або непарними номерами по певних днях. Забрудненість

повітря в деяких кварталах відразу знизилася на 30%. До 2020 року у французькій столиці планується вдвічі збільшити число велосипедних доріжок, повністю заборонити автомобілі з дизельними двигунами, а також виділити деякі вулиці тільки для руху транспорту з низьким рівнем шкідливих викидів (електромобілів);

- у м.**Ченду, що** на південному заході Китаю, вулиці спроектовані настільки продумано, що в будь-яку точку можна дістатися пішки не більше, ніж за 15 хвилин. Генеральний план міста повністю не забороняє автомобілі, але відводить для них лише половину всіх доріг, іншою – пересуваються велосипедисти;

- **у Гамбурзі** влада робить все, щоб мешканцям стало простіше і приємніше не їздити на машинах, а пересуватися пішки або користуватися громадським транспортом. У місті діє програма «Зелена мережа», яку планується реалізувати за найближчі 15-20 років. До неї входить ряд заходів для розвитку зручною інфраструктури для пішоходів і велосипедистів. По всьому місту будуть створені парки, з'єднані між собою зручними пішохідними і велосипедними доріжками. «Зелена мережа» охопить близько 40% всього міського простору і дозволить мотивувати більшу кількість людей відмовитися від автомобілів;

- **у Гельсінкі** в найближчі десятиліття очікується бурхливе зростання чисельності населення. Але чим більше людей буде з'являтися в місті, тим менше автомобілів в ньому буде залишатися. У новому плані розвитку міста автомобільний рух буде перенесено в передмістя. Центр столиці Фінляндії планується обслуговувати тільки громадським транспортом. Сьогодні в Гельсінкі також впроваджується низка новаторських ідей, покликаних збільшити кількість людей, що відмовляються від особистих автомобілів. Наприклад, створено спеціальний мобільний додаток, що дозволяє за короткий час знайти велосипед на прокат, викликати таксі, знайти зупинку трамвая чи автобуса;

- у **Мілані** матеріально заохочують тих, хто залишає машину на парковці і пересувається пішки або на громадському транспорті. Такі люди отримують безкоштовні транспортні ваучери, за допомогою яких вони можуть розраховуватися за свій проїзд в муніципальних автобусах. Обдурити систему не вийде – всі автомобілі учасників такої програми відстежуються. Коли в системі з'являється інформація, що автомобіль залишився стояти на парковці, бонуси автоматично нараховуються на дорожню карту;

- у **Копенгагені** рівно половина його мешканців щодня їздять на роботу на велосипедах. А почалося все в 60-і роки, коли муніципальна влада стала цілеспрямовано вводити все нові пішохідні зони в центрі міста і поступово звужувати простір для руху автомобілів. Зараз у Копенгагені більше 320 кілометрів велосипедних доріжок. У розробці знаходиться і магістраль для велосипедистів, яка з'єднає передмістя з центром. Копенгаген на сьогодні має найнижчий відсоток власників автомобілів у всій Європі.

Одним з методів розвантаження вулично-дорожніх мереж є створення необхідної інфраструктури для велосипедного руху, яка мусить включати достатню для зручного й безпечного проїзду на будь-яких маршрутах мережу велосипедних доріжок та паркувальних місць, засоби організації руху.

У нормативах на проектування міських вулиць та доріг [2] зазначається, що всі елементи вулиці у поперечному профілі мають розділятися відповідними роздільними смугами. Тож при проектуванні велосипедних доріжок на тротуарах мусять бути відповідні роздільні смуги як між велосипедними доріжками та проїзною частиною, так і між велосипедною доріжкою і тротуаром. У разі розташування велосипедних смуг по краю проїзної частини вулиць і доріг обов'язковим є їх виділення лініями розмітки. Ширина велосипедної доріжки повинна бути не менше 1,5 м.

Рекомендації при проектування велосипедних доріжок мусять обов’язково враховувати категорію вулиці, відповідно, кількість смуг руху, склад руху, ширину тротуарів та інтенсивність пішохідного руху.

На багатосмугових автомагістралях, за наявності 3-х та більше смуг руху в одному напрямку, велосипедні доріжки можуть влаштовуватися на проїзній частині при попередніх розрахунках пропускної здатності інших смуг руху, на які переміститься існуючий транспортний потік. При цьому у кожному випадку мусять проводитися дослідження умов руху транспортних потоків та їх зміни при перелаштуванні на меншу кількість смуг руху, оскільки влаштування велосипедних доріжок не мусить погіршувати умови руху іншого транспорту. Якщо ж ці умови погіршуються - значно понижуються швидкості руху, інтенсивність досягає пропускної здатності смугу руху, що може призводити до заторів, - велосипедні доріжки слід влаштовувати на тротуарах.

При влаштуванні велосипедних доріжок на проїзній частині, враховуючи існуючу на сьогодні дисципліну наших водіїв, для забезпечення безпеки руху

велосипедистів рекомендується відділяти її від основного транспортного потоку засобами організації руху, наприклад, як вказано на рис. 3.

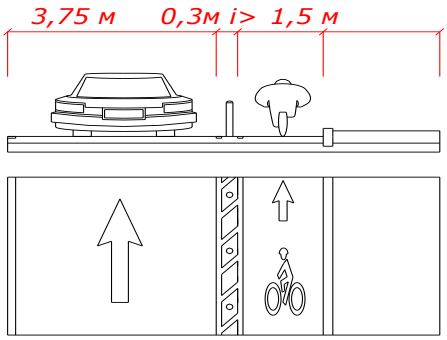


Рисунок 3 – Велосипедна смуга, відділена від моторизованого транспортного потоку

Також можна розглядами сумісне використання смуги велосипедистами та громадським транспортом, автомобілями, для яких може виділятися окрема смуга руху за системою «carpool» (коли в салоні автомобіля знаходиться не менше трьох пасажирів).

При влаштуванні мережі велосипедних доріжок у містах дуже важливо влаштовувати їх не лише у спальних районах, де це зробити легше, ніж у центральній частині міст - часто з вузькими вулицями та щільною забудовою,- а по всьому місту: щоб мешканець спального району міг проїхати з дому у центральну частину міста, скажімо, на роботу, не ризикуючи при цьому своєю безпекою. Мережа велосипедних доріжок мусить охоплювати все місто, ґрунтуючись на визначених маршрутах руху між його основними містоутворюючими, культурно-побутовими, навчальними закладами, об’єктами транспортної інфраструктури тощо.

В центральній частині міст вулиці переважно мають менше за три смуги руху в одному напрямку, тож велосипедні доріжки мусять влаштовуватися на тротуарах. За діючими нормативами така велосипедна доріжка з обох сторін має відділятися (від проїзної частини з одного боку та від тротуарів - з іншого) роздільними смугами. Проте, це не завжди можливо виконати при існуючій ширині тротуарів. Тож для обґрунтування відповідної конструкції треба попередньо проводити дослідження існуючих пасажиропотоків, після чого вирішувати, яка частина тротуару може виділятися під велосипедну доріжку. На рис.4,5 наведені приклади влаштування велосипедної доріжки на тротуарі.



Рисунок 4 – Велосипедна доріжка на тротуарі



Рисунок 5 – Варіант влаштування велосипедної доріжки у Києві

Якщо ж на вулиці неможливо влаштувати велосипедну доріжку, не заважаючи руху пішоходів, треба продумувати паралельні маршрути для велосипедистів з метою проїзду у кожному із визначених напрямків руху.

Створення інфраструктури для велосипедного руху також передбачає створення відповідної системи паркування та засобів організації й безпеки руху.

Висновки

Створення інфраструктури для велосипедного руху дозволить суттєво покращити якість життя людей: розвантажити місто від транспорту, забезпечити безпечний та комфортний рух велосипедистів як у містах, так і у позаміській зоні, покращити стан довкілля тощо. Для цього пропонується розробити схеми мереж велосипедних доріжок на основі аналізу існуючої мережі доріг та вулиць та аналізу руху транспортних й пішохідних потоків.

Створення інфраструктури велосипедного руху передбачає:

- розробку мереж велосипедних доріжок ;
- вирішення питань проектування, будівництва та експлуатації велосипедних доріжок на позаміських дорогах, у містах та селищах;
- розробку правил дорожнього руху для велосипедистів та засобів організації руху;
- розробку мережі велосипедних паркінгів.

Література

1. Автомобільні дороги. ДБН В.2.3-4:2015. – К.: Мінрегіонбуд України, 2015. – 104 с.

2. Вулиці та дороги населених пунктів. ДБН В.2.3-5-2001. К., Держ. ком. будівництва, архітектури та житлової політики України. К., 2001. – 50 с.

3. slovoidilo.ua/2017/05/04/infografika/obshhestvo/statistika-dtp-ukraine-samaya-vysokaya-smertnost-dorogax-vsex-stran-evrop.

4. http://texty.org.ua/pg/article/newsmaker/read/35559 .

5. http://urbanua.org/ideyi-i-proekty/miski-proekty/137.

Рецензенти:
Павлюк Д.О., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.
Гончаренко Ф.П., канд. техн. наук, ДП "Укрдіпроддор".

Reviewers:
Pavliuk D.O., Dr. Tech. Sci., National Transport University.
Honcharenko F.P., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), "Ukrdiprodor".

Стаття надійшла до редакції: **05.09.2017 р**.

ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ВИРОБИ

УДК 625.861.574

Дорошенко Ю.М., канд. техн. наук, **Дорошенко О.Ю.,** канд. техн. наук

ВПЛИВ ВІДХОДІВ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ВИРОБНИЦТВА НА ВЛАСТИВОСТІ ЦЕМЕНТОБЕТОНУ ТРАНСПОРТНИХ СПОРУД

Анотація. В статті розглядаються результати дослідження впливу відходів фармацевтичного виробництва на процеси структуроутворення цементного каменю і фізико-механічні властивості транспортних цементних бетонів. Встановлено що досліджені модифікатори підвищують міцність на стиск, водонепроникливість та морозостійкість; зменшують водопоглинання і капілярне підсмоктування; не викликають корозію металу. Це дозволяє зробити висновки про більшу довговічність цементобетону. Використання відходів фармацевтичного виробництва може також вирішити екологічної проблеми.
Ключові слова: відходи, фармацевтичне виробництво, цементобетон.

UDC 625.861.574

Doroshenko Yu., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Doroshenko O.,** Cand. Eng. Sci. (Ph.D.)

INFLUENCE OF WASTE OF PHARMACEUTICAL PRODUCTION ON THE PROPERTIES OF CEMENT CONCRETE OF TRANSPORT STRUCTURES

Abstract. The article examines the results of the study of the influence of waste products of pharmaceutical production on the processes of the formation of cement stone and the physical and mechanical properties of transport cement concretes. It was found that the investigated modifiers increase the compressive strength, water resistance and frost resistance; reduce water absorption and capillary suction; do not

cause corrosion of the metal. This allows us to draw conclusions about the greater durability of cement concrete. The use of waste pharmaceutical production can also solve environmental.
Keywords: waste, pharmaceutical production, cement concrete.

УДК 625.861.574

Дорошенко Ю.М., канд. техн. наук, **Дорошенко А.Ю.,** канд. техн. наук

ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТОБЕТОНА ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Аннотация. В статье рассматриваются результаты исследования влияния отходов фармацевтического производства на процессы структурообразования цементного камня и физико-механические свойства транспортных цементных бетонов. Установлено, что исследованные модификаторы повышают прочность на сжатие, водонепроницаемость и морозостойкость; уменьшают водопоглощение и капиллярный подсос; не вызывают коррозию металла. Это позволяет сделать выводы о большей долговечности цементобетона. Использование отходов фармацевтического производства может также решить экологической проблемы.
Ключевые слова: отходы, фармацевтическое производство, цементобетон.

Вступ

В процесі виробничої діяльності накопичується значна кількість відходів, переробка і використання яких є важливішою проблемою для людства. Транспортне будівництво має високу матеріалоємність і може забезпечити утилізацію техногенних відходів, які можуть утворити суттєву екологічну напруженість. В зв'язку з цим виникає необхідність проведення досліджень відходів (хімічний склад; можливість переробки і їх застосування; перевірки їх впливу на біологічні об'єкти навколишнього середовища; отримання кінцевого продукту, який би забезпечив експлуатаційні вимоги до матеріалів в шарах дорожнього одягу). Вирішення цієї проблеми є актуальним і з точки зору пошуку шляхів розширення сировинної бази дорожнього будівництва на Україні, яка в силу свого геополітичного положення повинна активно будувати і підтримувати

свої автотранспортні комунікації. В той же час розвиток сучасної будіндустрії вказує на необхідність керування фізико-хімічними процесами тверднення бетону з метою інтенсифікації будівництва, покращення технічних властивостей бетону і підвищення його довговічності, зменшення собівартості бетону за рахунок заощадження цементу. Це завдання вирішується введенням в бетону суміш хімічних добавок. Аналіз досвіду їх застосування засвідчив, що деякі з них мають суттєві недоліки, які пов'язані з можливістю корозії арматури, зменшенням марочної міцності, високою вартістю і дефіцитністю [1,2].

Особливий інтерес серед відходів фармацевтичних виробництв викликають рідкі відходи – маточники після виробництва препаратів полімексина (МПП) та стрептоміцина (МПС), які виробляються в великій кількості і можуть використовуватися як добавки в цементний бетон полі функціональної дії [3, 4].

Маточники є слабо концентровані водні розчини з легким запахом, до складу яких входять як неорганічні (NaCl , $(NH_4)_2SO_4$, $(NH_4)_2HPO_4$) в кількості 0,05–1,5%, так і органічні компоненти (вуглеводи – глюкоза, крахмал, білковий азот і інші) в кількості 0,05…0,5%.

Відомо, що ряд органічних сполук є поверхово-активними речовинами і виконуючи роль пластифікаторів, значно розріджують цементнобетоні розчини. В той же час неорганічні солі – хлориди і сульфати – є прискорювачами тверднення бетонів. Таким чином, аналіз складових компонентів стоків виробництв полімексина і стрептоміцина дозволяють вважати, що вони є готові комплексні добавки в бетони «ПАР + солі». pH-метрія відходів контролюється при виробництві фармацевтичних препаратів і знаходиться в межах 6,5…7,5, тобто добавка має нейтральне середовище, а тому не є безпечною для цементного каменю і арматури.

Наявність у відходах незначної кількості солі $(NH_4)_2SO_4$ і $(NH_4)_2HPO_4$ при введені в бетону суміш при перемішуванні приводить до появи легкого запаху аміаку (при взаємодії з лужним середовищем цементного тіста), що трохи затрудняє їх використання в цехах заводів по випуску залізобетонних конструкцій. В той же час їх застосування в дорожньому і аеродромному будівництвах на відкритому повітрі може бути досить ефективно і не погіршувати умови праці.

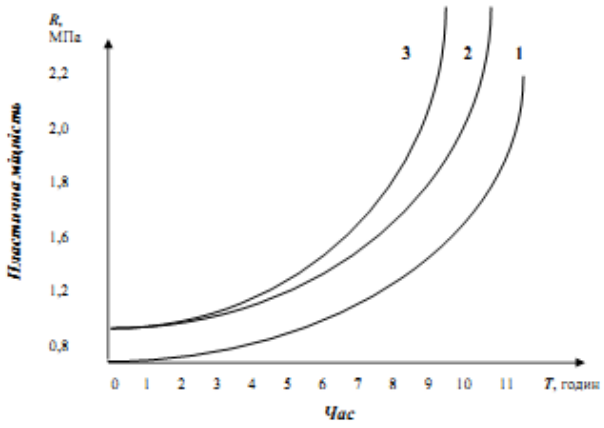
Механізм дії неорганічної частини відходів (солі натрія, амонія, хлоридів, сульфатів та фосфатів) подібен. Вони прискорюють гідратацію силікатних фаз

цементу, вступають в хімічну реакцію і утворюють с алюмінійвміщуючими фазами цементу C_3A і C_4AF комплексні двійні солі у вигляді мілких кристалів, прискорюють і поглиблюють процеси адсорбційного диспергування мінералів цементу, інтенсифікують утворення водних плівок на поверхні мінеральних частинок. Попередньо були проведені роботи по визначенню оптимальної кількості добавок в бетон, яка склала для добавки МПП - в межах від 0,025% до 0,05% від ваги цементу (або від 5% до 10% від кількості води зачинення). Для добавки МПС відповідно в межах від 0,10% до 0,20% від ваги цементу (або від 5% до 10% від кількості води зачинення), при цьому підвищення марочної міцності бетону при стиску складає 10-15% [5]. Вплив добавок МПП й МПС на ранню міцність (через 1 добу) відрізняється. Так добавка МПП підвищує міцність на стиск на 20-50%, а добавка МПС трохи уповільнює тверднення (зменшується на 14% у порівнянні з еталоном), що пояснюється збільшеною кількістю органічної компоненти.

Дослідження кінетики структуроутворення цементного тіста (конічний пластометр МДУ) проводилося на портландцементі Здолбунівського заводу такого мінералогічного складу(%) – C_3S – 59,3; C_2S – 18,3; C_3AF – 12,0. Встановлено, що добавки МПП та МПС практично не впливають на величину пластичної міцності цементного тіста в ранній стадії тверднення (до 150 хвилин) у порівнянні з еталоном, але в подальшому добавка МПП та МПС починає інтенсифікувати ріст пластичної міцності, суттєво скорочуючи індукційний період структуроутворення і перехід коагуляційної структури тіста у коагуляційно-кристалізаційну за рахунок адсорбції хлоридів (NaCl), сульфатів ($(NH_4)_2SO_4$) та фосфатів ($(NH_4)_2HPO_4$) (рис. 1).

Необхідно підкреслить, що крива росту пластичної міцності с добавкою МПП більш крута у порівняні з добавкою МПС.

Методами оптичної мікроскопії і ртутної порометрії встановлено, що досліджувані добавки сприяють формуванню структури бетону з підвищеною стійкістю за рахунок підвищення щільності (менша кількість води зачинення, кольматуюча дія добавок) і утворення значної кількості мікропор близьких до «умовно зачинених».



1 – еталон; 2 – добавка МПС 3 – добавка МПП

Рисунок 1 – Зростання пластичної міцності цементного тіста з добавками

Для визначення впливу добавок МПП й МПС на ріст міцності у часі були виготовлені та випробувані зразки з бетонної суміші складу 1:2,35:4,25 (по масі) з В/Ц=0,45 і витратою цементу 300 кг/м^3. Зразки зберігалися в нормально-вологих умовах і випробувалися через 1,3, 7, 28 діб та через 3, 6, 12 і 24 місяців. Встановлено, що добавки МПП і МПС збільшують міцність бетону на всьому терміну випробувань у порівнянні з еталоном (табл. 1). Тільки через добу бетон з добавкою МПС мав трохи нижчу міцність (на 12%).

Таблиця 1 – Вплив добавок ММП і МПС на зростання міцності бетону при стиску

Термін твердіння	Міцність при стиску, МПа		
	без добавки	МПП (0,03%)	МПС (0,20%)
Діб			
1	10,81/100	16,24/150	9,50/88
3	14,92/100	16,85/113	17,88/120
7	24,77/100	27,70/112	28,90/117
28	28,58/100	31,45/110	31,63/111
Місяців			
3	35,44/100	38,30/108	38,61/109
6	40,08/100	42,41/106	42,45/106
12	42,89/100	44,96/105	45,00/104
24	44,10/100	45,44/103	46,98/102

Для перевірки впливу добавок МПП й МПС на стан арматури в зразки бетонів закладалися відрізки сталевої проволоки d = 2 мм, які візуально досліджувалися після 90 діб тверднення. Встановлено, що корозія арматури відсутня. Це пояснюється щільною структурою бетону, а також малою кількістю хлорид іонів (NaCl).

З метою перевірки довговічності дорожнього цементобетонну с добавками – відходами фармацевтичної промисловості, проводилися дослідження водопоглинання, капілярного підсмоктування, морозостійкості і водонепроникливості. Встановлено, що після 28 діб тверднення водопоглинання зменшується у порівнянні з еталоном на 10 %, а капілярне підсмоктування – на 12 %, що пояснюється зміною структури пор, більшою щільностю, утворення нових сполук, які кольматують пори.

Після дослідження морозостійкості (200 циклів заморожування і відтаювання) встановлено, що куби мали добрий зовнішній вигляд, не мали тріщин, місцевих руйнувань і відколів. Коефіцієнт морозостійкості склав у зразків без добавок $К_{мрз}$=0,90, у зразків з добавками відповідно – 0,97.

Випробування показали, що бетон з добавками мав водонепроникливість значно більше у порівнянні з еталоном (без добавки – 4 атм.,а з добавками – 6…7 атм.), що пояснюється підвищенням іоної сили рідкої фази бетону. Це приводить до інтенсифікації процесів гідратації цементних мінералів і підвищенню об'ємів гелеподібних мас, які частково зачиняють капілярні, седиментаційні і контракцій ні пори і канали.

Таким чином дослідження впливу відходів фармацевтичної промисловості на властивості дорожнього цементного бетону показали, що органічні і неорганічні компоненти – складові частини відходів виробництва полімексина і стрептоміцина позитивно діють на гідратацію силікатних систем і дозволяють розширити перелік ефективних добавок - модифікаторів дорожнього цементобетонну з одночасним вирішенням екологічних проблем.

Література

1.Ратинов В.Б., Розенберг Т.И. Добавки в бетон. - М.: Стройиздат, 1989. – 80 с.

2.Батраков В.Г. Модифицированньїе бетоньї. Теория й практика.-2-е издание, переработанное й дополненное. – М.: Стройиздат, 1998. – 768 с.

3.Мартинова Л.І., Дорошенко Ю.М. Патент № 17895А України. Бетонна суміш. Опубл.02 06.97. Бюл. №5. 1997. – 3 с.

4.Мартинова Л.І., Дорошенко Ю.М. Патент № 23411А України. Бетонна суміш. Опубл.02 06.98. Бюл. №3. 1998. – 3 с.

5.Дорошенко Ю.М., Мартынова Л.И. Цементний бетон с добавлением отходов фармацевтического производства // Автошляховик України. – 1997. –№3. – 29-30 с.

Рецензенти:
Мішутін А.В., д-р техн. наук, Одеська державна академія будівництва і архітектури.
Солодкий С.Й., д-р техн. наук, НУ "Львівська політехніка".
Reviewers:
Mishutin A.V., Dr. Tech. Sci., Odessa State Academy of Construction and Architecture.
Solodkyi S.Yo., Dr. Tech. Sci., NU "Lviv Polytechnic".

Стаття надійшла до редакції: **14.06.2017 р**.

grade bitumens.

6. Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови: ДСТУ 4044-2001. – [Чинний від 2002-01-01]. – К.: Государственный комитет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины, 2001. – 10 с. – (Національний стандарт України).

7. Золотарьов В.О. Порівняльне дослідження властивостей окислених і залишкових бітумів / В.О. Золотарьов, Я.І.Пиріг, А.В. Галкін, С.В. Кудрявцева Вальдес // Автошляховик України. – 2010. – № 4. – С. 32-37.

8. Корте Ж.-Ф. Твердые битумы и высокомодульные асфальтобетоны на их основе / Ж.-Ф. Корте // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2002. – № 3. – С. 30 – 31.

9. Пыриг Я.И. Определение когезии битумных вяжущих на когезиометре КХД-1 / Я.И.Пыриг, А.В.Галкин, А.В.Золотарев // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2013. - № 1 (99). – С. 71 – 77.

10. Position Paper: Performance Related Specifications for Bituminous Binders / Published by the European Bitumen Association: Brussels, Belgium. – 2012. – 31 p.

11. EN 13924-1:2015 Bitumen and bituminous binders. Specification framework for special paving grade bitumen. Hard paving grade bitumens. – 36 p.

12. EN 13924-2:2014 Bitumen and bituminous binders. Specification framework for special paving grade bitumen. Multigrade paving grade bitumens. – 34 p.

Рецензенти:
Мозговий В.В., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.
Нагайчук В.М., канд. техн. наук, ДП "ДерждорНДІ".

Reviewers:
Mozhovyi V.V., Dr. Tech. Sci., National Transport University.
Nahaichuk V.M., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), "DerzhdorNDI".

Стаття надійшла до редакції: **15.05.2017 р.**

УДК 691

Редкозубов А.А., канд. техн. наук

ВЛИЯНИЕ АКТИВАЦИИ ЗАПОЛНИТЕЛЯ НА СТРУКТУРУ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ ЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНОВ

Аннотация. Структура цементного бетона напрямую определяет многие его свойства. Управляя процессами структурообразования возможно получать цементные бетоны с повышенными показателями прочности и долговечности. В статье рассматривается влияние физико-химической активации поверхности кварцевого песка на структуру мелкозернистых цементных бетонов.
Ключевые слова: кварцевый песок, мелкозернистые цементные бетоны, структура цементного бетона, зона контакта, физико-химическая активация, оптическая и электронная микроскопия, пористость.

УДК 691

Ridkozubov O., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.)

INFLUENCE OF ACTIVATION OF THE FILLER ON THE STRUCTURE OF SHORT-GRAIN CEMENT CONCRETES

Abstract. The structure of concrete directly determines many of its properties. By managing the processes of structure formation, it is possible to obtain concretes with increased strength and durability indexes. The article considers the influence of physical and chemical activation of quartz sand surface on the structure of fine-grained concretes.
Keywords: quartz sand, fine-grained concretes, concrete structure, contact area, physical and chemical activation, optical and electronic microscopy, air voids.

УДК 691

Рідкозубов О.О., канд. техн. наук

ВПЛИВ АКТИВАЦІЇ ЗАПОВНЮВАЧА НА СТРУКТУРУ ДРІБНОЗЕРНИСТИХ ЦЕМЕНТНИХ БЕТОНІВ

Анотація. Структура цементного бетону прямо визначає багато його властивостей. Управляючи процесами структуроутворення можливо одержувати цементні бетони з підвищеними показниками міцності й довговічності. У статті

розглядається вплив фізико-хімічної активації поверхні кварцового піску на структуру дрібнозернистих цементних бетонів.

Ключові слова: кварцовий пісок, дрібнозернисті цементні бетони, структура цементного бетону, зона контакту, фізико-хімічна активація, оптична й електронна мікроскопія, пористість.

Введение

Кварцевые пески составляют основную часть объема и массы мелкозернистых цементных бетонов, следовательно, они должны оказывать огромное влияние на прочность и долговечность мелкозернистого бетона.

Влияние песков на прочность и долговечность мелкозернистых цементных бетонов, условно можно разделить на следующие составные части:

- воздействие песков на структуру бетонов;
- прочность самих зерен песка;
- сцепление поверхности зерен песка с цементным камнем;
- наличие в песке вредных примесей.

Прочность и долговечность цементных бетонов непосредственно зависит от плотности их структуры. Воздействие песков на структуру бетонов заключается в определенной раздвижке зерен песка цементным тестом. Существуют оптимальные средние величины просветов между зернами песка. При отклонении в обе стороны структура цементных бетонов ухудшается, и как следствие – прочность и долговечность бетонов снижается, т. е. при правильно подобранном составе мелкозернистых цементных бетонов возможно получить максимально плотную структуру, а следовательно, прочность и долговечность.

Прочность самих зерен песка вносит весомый вклад в общую прочность бетона. Природные кварцевые пески образовались из обломков прочных и плотных горных пород, поэтому прочность самих зерен песка (за редким исключением) практически однородна. Поэтому можно сделать вывод о том, что прочность и долговечность мелкозернистого цементного бетона зависит не столько от прочности заполнителя, сколько от плотности его структуры и прочности сцепления цементного камня с поверхностью кварцевых частиц.

В свою очередь сцепление песка с цементным камнем во многом зависит от минерального и петрографического состава зерен песка, характера их поверхности, взаимодействия поверхности зерен песка с новообразованиями гидратирующего цемента.

Основная часть

Согласно современным представлениям о структуре цементных бетонов зона контакта между заполнителем и цементным камнем зачастую является самым слабым его звеном.

Плохое контактообразование цементного камня с поверхностью кварцевых песков можно объяснить рядом причин. Во-первых, неплотным прилеганием гидратирующего вяжущего к поверхности песка еще на этапе приготовления бетонной смеси. Во-вторых, плохим смачиванием, которое вызвано наличием на поверхности песка аморфизированных пленок, пылевато-глинистых частиц, гидроксидов железа, гуминовых остатков и др. В-третьих, плохим кристаллохимическим сродством между кварцем и цементным камнем [1].

В последнее время разработаны многочисленные способы увеличения плотности структуры мелкозернистых цементных бетонов за счет целенаправленного регулирования процессов, происходящих в зоне контакта между заполнителем и цементным камнем. Одним из эффективных способов является активация поверхности заполнителей растворами электролитов поливалентных металлов [2-4]. Активация заполнителей позволяет создавать такие условия, которые приводят к направленному структурообразованию и формированию прочной, водо- и морозостойкой кристаллизационной структуры цементных бетонов.

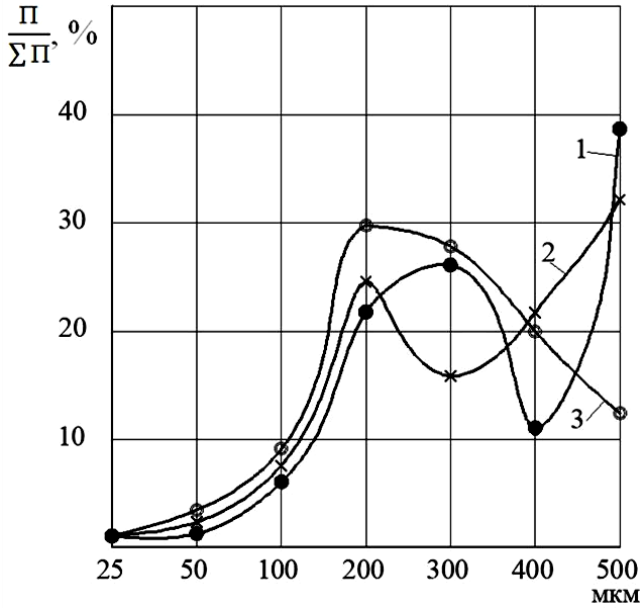
Особенности структуры мелкозернистых бетонов исследовались методами оптической и электронной микроскопии. Использование этих методов позволяет обеспечить достаточную полноту и достоверность полученных результатов.

Благодаря надежности и достоверности результатов, получаемых с помощью метода оптической микроскопии, возможна идентификация минерального состава заполнителей, наполнителей, вяжущих, продуктов гидратации и коррозии; изучение макро- и микроструктуры бетона, особенностей зоны контакта.

Физико-механические и эксплуатационные свойства цементных бетонов во многом зависят от его поровой структуры. Даже незначительные изменения характера и количества пор приводят к резкому изменению прочности и долговечности бетонов.

Дифференциальная пористость изучалась на прозрачных шлифах бетонов на 90 сутки нормального твердения. На основании полученных данных были

построены дифференциальные порограммы (рис. 1). Общая макропористость образцов мелкозернистых бетонов контрольного состава, твердевших в нормальных условиях, составила 7,10 %; образцов мелкозернистых бетонов на заполнителе, обработанном раствором хлорида алюминия – 6,88 %; образцов мелкозернистых бетонов на активированном заполнителе с добавкой пластификатора – 5,60 %.



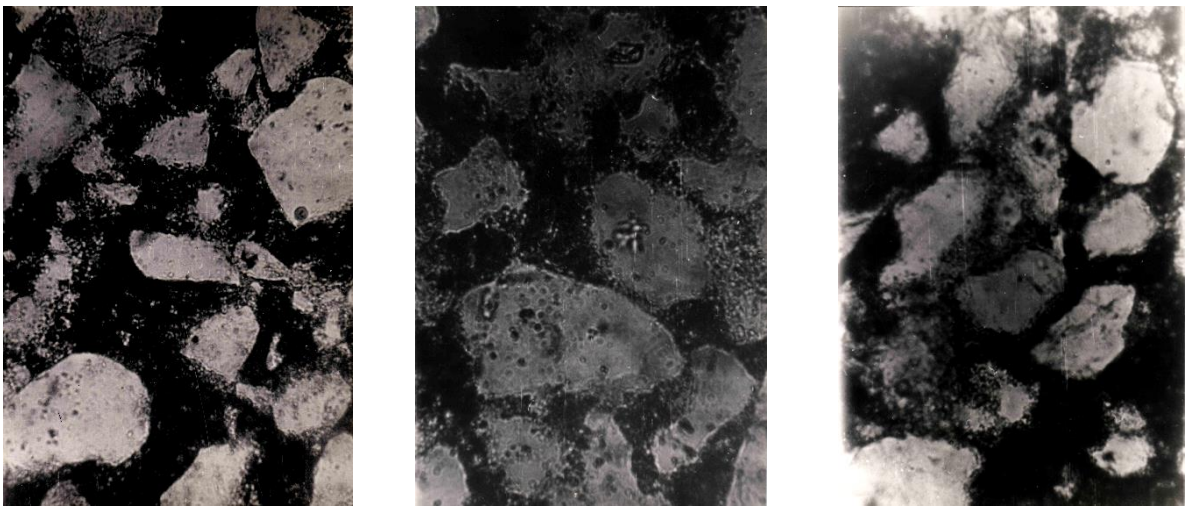
1 – контрольный состав; 2 – на активированном заполнителе; 3 – на активированном заполнителе с добавкой пластификатора

Рисунок 1 – Дифференциальные порограммы мелкозернистых бетонов

Полученные данные свидетельствуют о том, что активация кварцевого песка снижает общую пористость, увеличивает содержание мелких пор в мелкозернистых бетонах. Активация песка с добавкой пластификатора уменьшает общую пористость бетона на 20 % (относительно контрольного состава) и создает более однородную структуру. При этом происходит значительное уменьшение крупных пор (400-500 мкм) и увеличение мелких (100-300 мкм).

На рисунке 2 представлены фотографии прозрачных шлифов мелкозернистых бетонов на 90 сутки нормального твердения.

Контрольные образцы, изготовленные на мелкозернистом песке с пылевато-глинистыми частицами имеют неоднородную макроструктуру, обусловленную неравномерным распределением зерен заполнителя и пылевато-глинистых примесей, а также дефектных участков в связующей массе бетона.



1 – контрольный состав; 2 – на активированном заполнителе; 3 – на активированном заполнителе с добавкой пластификатора

Рисунок 2 – Микрофотографии прозрачных шлифов мелкозернистых бетонов на 90 сутки нормального твердения

Заполнитель представлен окатанными, угловато-окатанными и угловатыми зернами, преимущественно изометричной, реже удлиненной формы, размером от 1,5 до 420 мкм. Преобладает фракция 60-230 мкм. В минеральном отношении зерна сложены кварцем, редко встречаются обломки кислых плагиоклазов, глауконита, кварцита и слюд.

Связующая масса характеризуется очень неоднородной микроструктурой, сложенной неравномерно распределенными участками (в порядке убывания) бурого непрозрачного геля, скрытокристаллических и кристаллических образований. Кристаллические образования двух типов – мелкокристаллические и крупнокристаллические. Первые сложены высокоосновными гидросиликатами и вторичным кальцитом, вторые – портландитом. Все кристаллические образования преимущественно располагаются в околопоровом пространстве (портландит), в зоне контакта с заполнителем (локально) и редко заполняют полость мелких пор (портландит). Ширина межзерновых участков 5-300 мкм (чаще до 120 мкм).

Зона контакта неплотная или разрыхлена за счет примазок и налетов глинистых агрегатов или гидроксидов железа, а также мелкокристаллических образований (редко кристаллических) расположенных локально. Преобладают скрытокристаллические образования, реже мелкокристаллические (сложенные вторичным кальцитом в околопоровых зонах). Редко контакт связующий массы с заполнителем ослаблен наличием вытянутых вдоль границы полостей или пор.

Пористость преимущественно замкнутая. Степень гидратации 22-29 %.

Образцы мелкозернистого бетона на активированном заполнителе имеют преимущественно неоднородную макроструктуру.

Связующая масса сложена теми же разновидностями гидратов, что и контрольные образцы, однако доля кристаллических (крупнокристаллических) и скрытокристаллических образований несколько уменьшается за счет увеличения количества непрозрачного геля.

Зона контакта значительно уплотнена. Ширина межзерновых участков 3-330 мкм (чаще до 100 мкм). Доля крупнокристаллических образований в зоне контакта существенно сокращается по сравнению с контрольным составом.

Пористость замкнутая, сферичная. Степень гидратации 25-32 %.

Образцы мелкозернистого бетона на активированном заполнителе с добавкой пластификатора имеют сравнительно однородную макроструктуру.

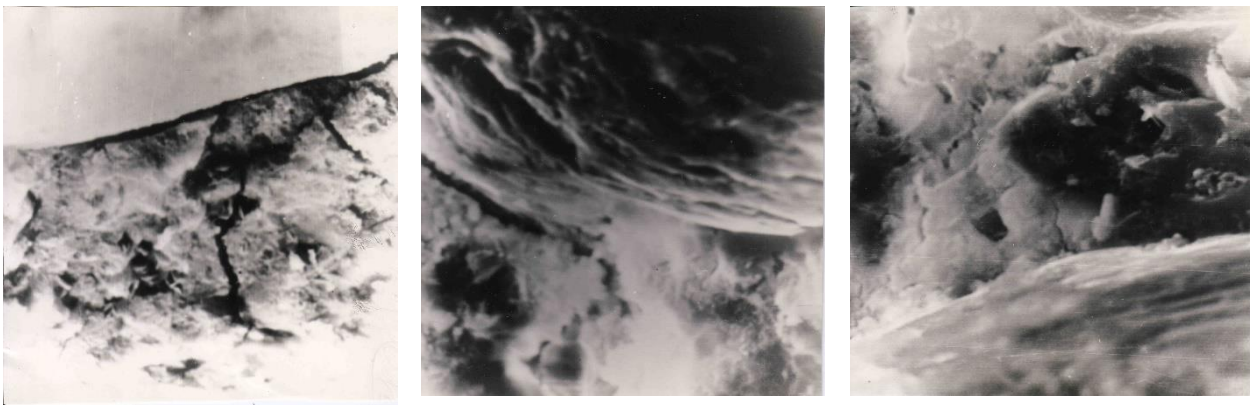
Связующая масса представлена в основном непрозрачным гелем и в меньшей степени, скрытокристаллическими гидратами, которые распределены равномерно. Ширина межзерновых участков 2-180 мкм (обычно до 75 мкм).

Зона контакта уплотнена, контакт плотный. Гидраты представлены преимущественно гелеобразными и скрытокристаллическими образованиями. Кристаллические (обычно мелкокристаллические) образования крайне редки.

Пористость замкнутая. Мелкие поры (до 35 мкм) часто кольматированы кристаллическим $Ca(OH)_2$. Степень гидратации – 29-36 %.

Таким образом, в бетонах на неактивированном заполнителе зона контакта разрыхлена, сцепление гидратов с поверхностью заполнителя нарушено микротрещинами. После активации заполнителя микроструктура гидратов несколько уплотняется, формируется плотное сцепление их с заполнителем, граница приобретает расплывчатый характер. Введение пластификатора усиливает эффект, значительно возрастает степень гидратации.

Электронномикроскопические исследования микроструктуры мелкозернистых бетонов на 28 сутки нормального твердения показали (рис. 3), что у контрольных образцов зона контакта значительно ослаблена за счет отслаивания цементного камня.



1 – контрольный состав; 2 – на активированном заполнителе; 3 – на активированном заполнителе с добавкой пластификатора

Рисунок 3 – Электронные микрофотографии скола образцов мелкозернистых бетонов на 28 сутки нормального твердения

Цементный камень представлен крупной блочно-ритмической системой новообразований, имеются трещины, направленные перпендикулярно к поверхности кварцевого песка.

Образцы на активированном заполнителе имеют довольно плотную зону контакта, отслоения цементного камня незначительны. Цементный камень характеризуется уменьшением размеров блоков новообразований, трещины проходят в теле цементного камня и до поверхности песка не доходят.

Образцы на активированном заполнителе с добавкой пластификатора обладают лучшей структурой как зоны контакта, так и всего объема. Зона контакта плотная, без отслоений и трещин. Цементный камень имеет тонковолокнистую микроструктуру.

Проводились также исследования на «мытом песке», т.е. на песке, из которого предварительно удалялись пылевато-глинистые частицы методом отмучивания в дистиллированной воде. Установлено, что отмывка заполнителя незначительно улучшает зону контакта, однако гидратация несколько уменьшается (относительно контрольного). Активация мытого заполнителя значительно уплотняет зону контакта, фактически не изменяя степень гидратации, т.е. образуется цементный бетон с прочной зоной контакта и ослабленными прослойками вяжущего.

Выводы

Проведены комплексные исследования структуры мелкозернистых цементных бетонов. Прямыми методами оптической и электронной микроскопии установлено, что активация мытого кварцевого песка уплотняет

зону контакта, но не изменяет степень гидратации вяжущего, т.е. получается цементный бетон с прочной зоной контакта, но непрочными прослойками цементного камня. Наличие пылеватых примесей способствует более оптимальной упаковке частиц, а введение в бетонную смесь пластификатора повышает степень гидратации вяжущего, обеспечивает и плотную зону контакта цементных гидратов с поверхностью заполнителя и плотную однородную малодефектную структуру всего мелкозернистого бетона.

Литература

1. Ольгинский А. Г. Оценка и регулирование структуры зоны контакта цементного камня с минеральными заполнителями. Автореферат дис. докт. техн. наук: 05.23.05. – Харьков, 1994. – 23 с.

2. Мельник Ю. М. Активация структурообразования в контактной зоне тяжелого цементного бетона растворами солей с целью улучшения его свойств. Автореферат дис. канд. техн. наук: 05.23.05. – Харьков, 1984. – 19 с.

3. Фоменко Е. А., Ольгинский А. Г. Активация каменных материалов при их укреплении вяжущими в композиционных слоях дорожной // Вестник ХНАДУ. – 2005. – № 30. – С. 11-13.

4. Бусел А. В., Киселев В. В., Чистова Т. А. Активация крупного заполнителя – резерв экономии цемента и повышения прочности тяжелого бетона // Технология бетонов. – 2010. – № 11-12. – С. 31-33.

Рецензенти:
Мішутін А.В., д-р техн. наук, Одеська державна академія будівництва і архітектури.
Солодкий С.Й., д-р техн. наук, НУ "Львівська політехніка".

Reviewers:
Mishutin A.V., Dr. Tech. Sci., Odessa State Academy of Construction and Architecture.
Solodkyi S.Yo., Dr. Tech. Sci., NU "Lviv Polytechnic".

Стаття надійшла до редакції: **14.06.2017 р**.

БУДІВНИЦТВО ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ДОРІГ І АЕРОДРОМІВ

УДК 629.7.067:004.94(043.2)

Закревський А.І., канд. техн. наук, **Вольвах В.С.**, **Крупко А.І.**

3D МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРИТОРІЇ АЕРОПОРТУ НА БАЗІ ГІС ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ

Анотація. Досліджена необхідність 3D моделювання території аеропорту та приаеродромної території з наявними перешкодами та поверхнями обмеження перешкод. Обґрунтовано використання ГІС технологій для створення тривимірних моделей, поєднання їх з картографічними даними та вимогами міжнародного законодавства у сфері аеронавігації і безпеки польотів. Запропонована комплексна тривимірна модель, яка може бути використана, як аеронавігаційний набір даних для вирішення спектру задач з метою забезпечення безпеки польотів.

Ключові слова: 3D моделювання, аеропорт, ГІС технології, безпека польотів, поверхні обмеження перешкод, перешкоди.

UDC 629.7.067:004.94(043.2)

Zakrevskyi A., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Volvakh V., Krupko A.**

3D MODELING THE AIRPORT TERRITORY ON THE GIS BASIS OF TECHNOLOGIES TO PROVIDE FIRE SAFETY

Abstract. The needs of 3D modeling of airport and pre-airport territory with existing obstacles and obstacles limitation surfaces were explored. The application of GIS technology for creation of three-dimensional models, combining them with the map data and the requirements of international law in the field of air navigation and safety were based. The complex of three-dimensional model that can be used as an

aeronautical set data to address for solving the spectrum of tasks in order to ensure safety was offered.

Keywords: 3D modeling, Airport, GIS technology, flights safety, obstacles limitation surfaces, obstacles

УДК 629.7.067:004.94(043.2)

Закревський А.И., канд. техн. наук, **Вольвач В.С.**, **Крупко А.И.**

3D МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ АЭРОПОРТА НА БАЗЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

Аннотация. Исследована необходимость 3D моделирования территории аэропорта и приаэродромной территории с имеющимися препятствиями и поверхностями ограничения препятствий. Обосновано использование ГИС технологий для создания трехмерных моделей, сочетание их с картографическими данными и требованиями международного законодательства в сфере аэронавигации и безопасности полетов. Предложена комплексная трехмерная модель, которая может быть использована, как аэронавигационный набор данных для решения спектра задач в целях обеспечения безопасности полетов.

Ключевые слова: 3D моделирование, аэропорт, ГИС технологии, безопасность полетов, поверхности ограничения препятствий, препятствия.

Вступ

Будівництво нових аеропортів або реконструкція діючих вимагають постійного моніторингу перешкод та перевищень перешкод для забезпечення необхідного рівня безпеки польотів. З 2015 року ICAO у зв’язку із зростанням обсягу авіаперевезень та з міркувань безпеки польотів зобов’язала усі міжнародні аеропорти розробити тривимірні моделі даних на приаеродромну територію та висотні перешкоди, поверхні обмеження перешкод а також регулярно оновлювати створені бази даних. Тому запропонована тематика дослідження є актуальною. Оскільки аеропорти повинні мати повітряний простір, вільний від перешкод, для зльоту і посадки повітряних суден,

оптимальним шляхом вирішення цієї задачі є 3D моделювання аеродрому, приаеродромної території, наявних перешкод та поверхонь обмеження перешкод. ГІС є універсальним інструментом для створення 3D моделей і поєднання їх з картографічними даними та з дотриманням вимог міжнародних нормативних документів у сфері аеронавігації і безпеки польотів.

Так, на сьогоднішній день, питання безпеки польотів, визначення перешкод та поверхонь обмеження перешкод закріплюються у додатках до Чиказької Конвенції про міжнародну *цивільну авіацію* 1944 р. Безпека польотів є пріоритетом в роботі авіації, тому головна причина «оцифрування» аеродромів – збільшення швидкості прийняття рішень екіпажем.

ГІС для авіації є частиною комплексної системи ефективного управління даними і технологічними процесами. Можливість вбудовування лідарних даних, цифрової моделі рельєфу і даних геодезичної зйомки в тривимірний простір робить ГІС оптимальним засобом аналізу місцевості і перешкод навколо вузлового диспетчерського району та льотного поля та литовища.

Перешкодами вважаються всі нерухомі тимчасові або постійні об’єкти, об’єкти що рухаються, або їх частини, що розміщені в зоні, призначеній для руху повітряних суден по робочій площі, або які перевищують умовну поверхню, призначену для убезпечення польотів повітряних суден.

Для того, щоб гарантувати належний рівень безпеки польотів, в аеропорту повинні проводитись регулярні обстеження і моніторинг існуючих перешкод. Інформація про перешкоди має велике значення для безпеки польотів. Це особливо важливо на етапі заходу ПС на посадку, коли літак знижується і вирішальне значення має дотримання мінімальних безпечних висот прольоту перешкод.

За допомогою точних і надійних електронних даних про місцевість і перешкоди (eTOD), досягається істотне підвищення рівня безпеки польотів.

Під час виявлення висотних перешкод, повинні бути отримані дані про їх місцезнаходження і висоту з наступним внесенням їх в "Перелік перешкод аеродрому".

Вимоги щодо одержання даних про розташування і висоту перешкод, щодо забезпечення конкретній поверхні обмеження перешкод і розміри цих поверхонь класифікуються за типами злітно-посадкової смуги.

Виявленню підлягають висотні перешкоди, розташовані на аеродромі та приаеродромній території, що можуть створювати небезпеку для виконання польотів повітряних суден.

Оптимальним шляхом вирішення цієї задачі є 3D моделювання території аеропорту та приаеродромної території за допомогою ГІС технологій.

За допомогою поверхонь обмеження перешкод встановлюється допустима висота перешкод у повітряному просторі. Перешкоди, які перетинають поверхні обмеження, можуть впливати на збільшення абсолютної/відносної висоти прольоту перешкод при заході на посадку за приладами чи візуальному польоті по колу та впливати на розробку схем польотів.

Розроблена 3D модель надає можливість виявляти перешкоди, що перевищують поверхні обмеження перешкод, та становлять потенційну загрозу виконання злітно-посадкових операцій повітряних суден.

Для ЗПС, необладнаної та обладнаної для неточного заходу на посадку, встановлені наступні поверхні обмеження висотних перешкод (Рисунок 1): зовнішня горизонтальна поверхня; конічна поверхня; внутрішня горизонтальна поверхня; перехідна поверхня; поверхня заходу на посадку; поверхня зльоту.

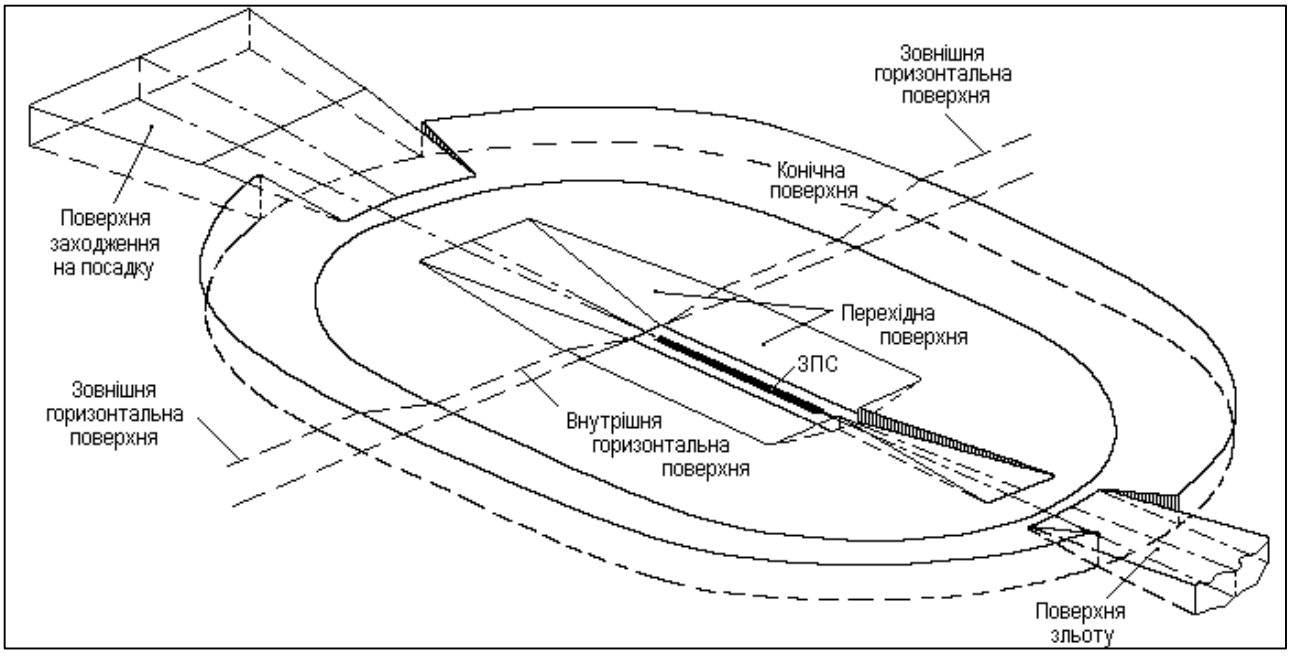


Рисунок 1 – Розташування поверхонь обмеження перешкод для аеродромів з однією злітно-посадковою смугою

При розрахунку мінімальних безпечних висот прольоту перешкод повинні враховуватися всі перешкоди, розташовані в зонах обліку перешкод, передбачених для відповідної радіотехнічної системи посадки.

Згідно з новими вимогами ІСАО (поправка 33) в додатку 15, всі держави-члени ІСАО повинні забезпечити наявність даних про місцевість і перешкоди на території аеропортів в електронному форматі. Ці дані визначаються чотирма зонами покриття навколо будь-якого аеропорту, зібраними відповідно до конкретних числових вимог для кожної області, і зберігаються в базі геоданих ІКАО з певними атрибутами для перешкод і рельєфу місцевості відповідних класів об'єктів.

Всі існуючі природні або штучні перешкоди можуть бути представлені векторними даними у вигляді точок, ліній або полігонів , що вказує на горизонтальну і вертикальну протяжність структури. Крім того існує безліч обов'язкових і необов'язкових атрибутів про місцевість і перешкоди, а також чисельні вимоги до самих даних.

Дані про місцевість можуть бути представлені у вигляді цифрової моделі рельєфу, тобто одним *із шарів інформаційного блока ГІС, що містить цифрову інформацію про відмітки топографічної поверхні у вигляді растра або TIN-моделі.* У цьому випадку форма представлення вихідних даних про рельєф і спосіб відновлення значень топографічної поверхні по комірках растра заданого розміру з використанням методів інтерполяції й екстраполяції складають основу її побудови.

Надійні і точні дані про перешкоди і дані про місцевість можуть бути використані на борту літака під час польоту і у програмному забезпеченні диспетчерів аеропорту та забезпечують значне підвищення рівня безпеки польотів для міжнародної цивільної авіації.

Комплексна 3D модель місцевості на територію аеропорту «Херсон» (рис. 2) побудована в програмному комплексі ArcGIS декілька етапів:

1) побудова просторової моделі місцевості за отриманими даними;
2) побудова поверхонь обмеження перешкод;
3) побудова перешкод;
4) внесення змін до 3D моделі, що сприяє кращому сприйняттю користувачами.

Запропонована 3D модель території аеропорту може слугувати користувачеві не тільки способом візуалізації а й гнучким інструментом

управління електронними даними про перешкоди та поверхні обмеження перешкод. Саме використання ГІС дає можливість постійного вдосконалення розробленої 3D та оперативне внесення поправок через мінливу кількість тимчасових споруд та ламких об'єктів, що можуть становити потенційну загрозу для здійснення злітно-посадкових операцій та змін у роботі аеропорту, зокрема розширення ЗПС чи побудови нової ЗПС.

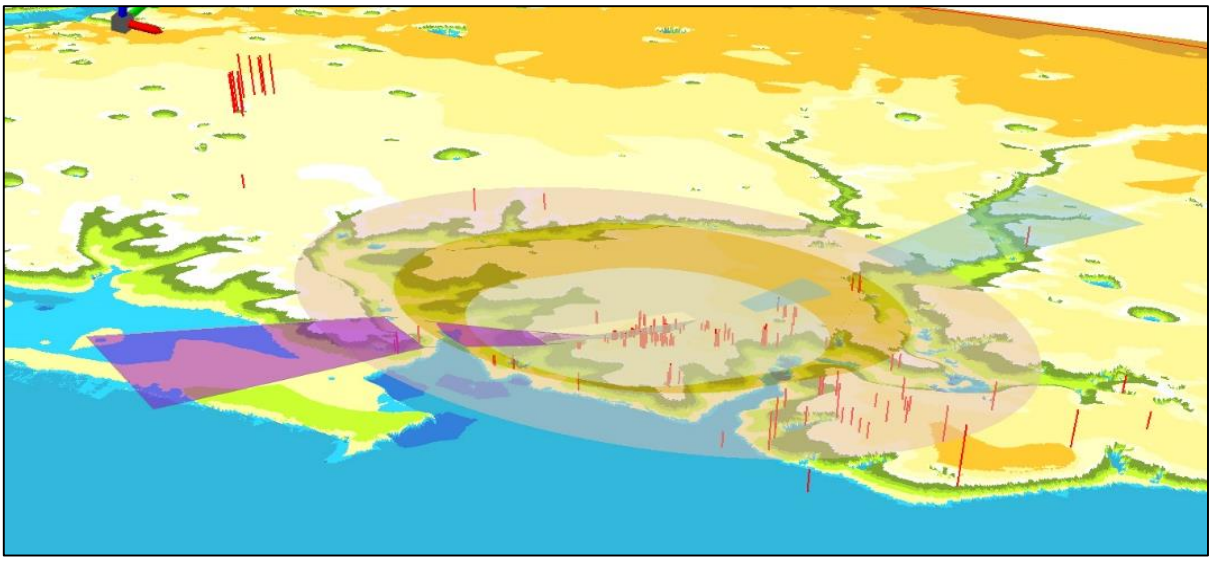


Рисунок 2 – Комплексна 3D модель аеропорту «Херсон» та приаеродромної території

Фактично, така інформаційна 3D-модель слугує тривимірним інтерфейсом для доступу до даних – користувач отримує можливість переглянути потрібну йому інформацію за допомогою вибору та натиснення на відповідний елемент моделі. Інформаційні моделі є зручним інструментом керівника авіапідприємства та потужним аналітичним інструментом. Завдяки їх застосуванню можливе зберігання, інтеграція та візуалізація даних.

Висновки

ГІС є універсальним інструментом для створення 3D моделей, поєднання їх з картографічними даними та вимогами міжнародного законодавства у сфері аеронавігації і безпеки польотів.

З використанням ГІС-технологій була розроблена комплексна тривимірна модель, яка може бути використана, як аеронавігаційний набір даних для: візуалізації місцеположення існуючих перешкод (номер, тип та координати перешкоди згідно каталогу); швидкої оцінки рельєфу та перешкод екіпажем в разі аварійної ситуації та небезпечного зближення із землею; визначення запасних схем заходу на друге коло; побудови схем польоту по приладах.

Для створення поверхонь обмеження перешкод були проведені розрахунки з метою приведення поверхонь з математичного опису на папері в 3D уявлення.

Змодельовані основні поверхні обмеження перешкод, які в подальшому використовувались для аналізу та оцінки перетину з висотними об'єктами: внутрішня горизонтальна поверхня; зовнішня горизонтальна поверхня; конічна поверхня; поверхня зльоту; поверхня заходу на посадку.

Отримана модель рельєфу, поверхонь обмеження перешкод та самих перешкод на території аеродрому та приаеродромній території дає можливість оцінки потенційних перешкод, що можуть впливати на безпеку польотів, а також можливість виявлення перешкод, що перевищують певні поверхні обмежень з одночасним визначенням типу, номеру та географічних координат перешкоди за атрибутивною таблицею. В подальшому розроблена модель візуалізації перешкод може бути доповнена у разі появи нових потенційних перешкод та виявленні факту перевищень перешкод над обмежувальними поверхнями.

На підставі вищевказаного, можна зробити висновок, що загальна мета щодо 3D моделювання території аеропорту з використанням ГІС технологій була досягнута та отримані результати дослідження мають практичне застосування.

Література

1. Повітряний кодекс України від 19.05.2011 № 3393-VI / Верховна Рада України. – Режим доступу: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/3393-17

2. Про затвердження Авіаційних правил України «Обслуговування/управління аеронавігаційною інформацією»: Наказ від 11.04.2016 р. № 258 / Державна авіаційна служби України.

3. Сертифікаційні вимоги до цивільних аеродромів України: Наказ від 17.03.2006 р. № 201 / Державна авіаційна служби України. – Режим доступу: http://www.avia.gov.ua/documents/airports/Aviation_Rules/Orders_SAA/23191.html

4. Международные стандарты и рекомендуемая практика. Аэродромы. Том I. Проектирование и эксплуатация аэродромов: приложение 14 к Конвенции о международной гражданской авиации.- Изд. 7 (AN 14–1). – Монреаль: ICAO. – 2016. – 380 с.

5. Международные стандарты и рекомендуемая практика. Службы аэронавигационной информации: приложение 15 к Конвенции о международной гражданской авиации. – Изд. 15 (AN 15). – Монреаль: ICAO. – 2016. – 162 с.

6. Guidelines for Electronic Terrain, Obstacle and Aerodrome Mapping Information (Doc 9881): ICAO – 345 с.

7. Орещенко А. В. Способи програмної реалізації тривимірних реалістичних картографічних моделей / А. В. Орещенко // Геодезія, картографія і аерофотознімання : міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 72 / Нац. ун-т «Львівська політехніка»; — Л. : Видавництво Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2009. — 84 с.

Рецензенти:
Павлюк Д.О., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.
Кияшко І.В., катн. техн. наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.

Reviewers:
Pavliuk D.O., Dr. Tech. Sci., National Transport University.
Kiiashko I.V., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), Kharkiv National Automobile and Highway University.

Стаття надійшла до редакції: **27.09.017 р**.

УДК 629.3.054.26

Закревський А.І., канд. техн. наук, **Попелиш І.І.,** канд. техн. наук, **Корітчук С.О.**

ВПЛИВ АНТИОЖЕЛЕДНИХ ХІМРЕАГЕНТІВ НА РУЙНУВАННЯ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ

Анотація. У статті розглянуті проблеми руйнування аеродромних покриттів при застосування антиожеледних хімреагентів у зимовий період, специфіку впливу в залежності від їх ефективності при видаленні сніго-льодових відкладень.
Ключові слова. Безпека польотів, руйнування, антиожеледні хімреагенти, аеродромна служба, аеродром, ефективність.

UDC 629.3.054.26

Zakrevskyi A., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Popelysh I.,** Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Koritchuk S.**

Abstract. The Abstract. Problems of the destruction aerodromes are considered In article construction chemical reagent, specifics of their influence depending on their efficiency when removing is snowed-ice postponing.
Keywords. safety flight, destruction chemical reagent, aerodromes service, aerodrome, efficiency.

УДК 629.3.054.26

Закревський А.І., канд. техн. наук, **Попелиш І.І.,** канд. техн. наук, **Корітчук С.О.**

ВЛИЯНИЕ АНТИГОЛОЛЕДНЫХ ХИМРЕАГЕНТОВ НА РАЗРУШЕНИЕ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы разрушения аэродромных покрытий антигололедными химреагентами, специфику их влияния в зависимости от их эффективности при удалении снежно-ледовых отложений.
Ключевые слова. Безопасность полетов, разрушение, антигололедные химреагенты, аэродромная служба, аэродром, эффективность.

Вступ

Різного роду руйнування аеродромних і дорожніх покриттів відбуваються в результаті дії на них експлуатаційних навантажень і природно-кліматичних факторів. Процеси руйнування розвиваються безперервно, проходячи кілька стадій – від незначних дефектів до руйнувань, що представляють серйозну небезпеку для повітряних суден. Особливо інтенсивно процеси руйнування в аеродромних покриттях відбуваються у зимовий період при застосуванні антиожеледних хімреагентів і зниження такого відємного впливу – одна з актуальних проблем в сфері зимового утримання аеродромів і доріг.

Основна частина

Снігопади, різкі коливання температур призводять до утворення льоду, обумовлюють необхідність обробки аеродромних покриттів хімічними реагентами, що плавлять лід і сніг. Однак хімічні розсоли, що утворюються на поверхні, мають певну корозійну активність, тобто здатністю руйнувати матеріали аеродромних і дорожніх покриттів. Рівень корозійної активності хімічних реагентів залежить від компонентів, що входять в склад протиожеледних сумішей. Корозійна активність по відношенню до металів деяких хімреагентів наведена в таблиці 1.

Таблиця 1 – Корозійна активність деяких компонентів протиожеледних реагентів

№ п/п	Склад зразку	Агрегатний стан	Корозійна активність мг/см^2 доби
1.	Хлорид магнію	тверді	1,29
2.	Хлорид кальцію		1,02
3.	Хлорид натрію		0,8
4.	Форміат натрію		0,14

При таких високих показниках корозійної активності протиожеледні реагенти (ПОР), що складаються тільки з хлоридних компонентів, мають ряд обмежень, використання їх на цементобетонних аеродромних і дорожніх покриттях заборонено. Для боротьби з ожеледицею на цих конструктивних елементах повинні застосовуватися реагенти на основі ацетатів, нітратів, форміатів і карбаміду – найменш корозійно-активних речовин. Для зменшення корозійної активності (ПОР) деякі виробники додають з цією метою в них інгібітори корозії – складні за складом речовини, які гальмують корозійні процеси металів. Застосовуються вони найчастіше як добавки до композицій і сумішей для формування стійких покриттів на поверхні металів. Основний тип застосовуваних при виробництві ПОР інгібіторів корозії має адсорбційну дію.

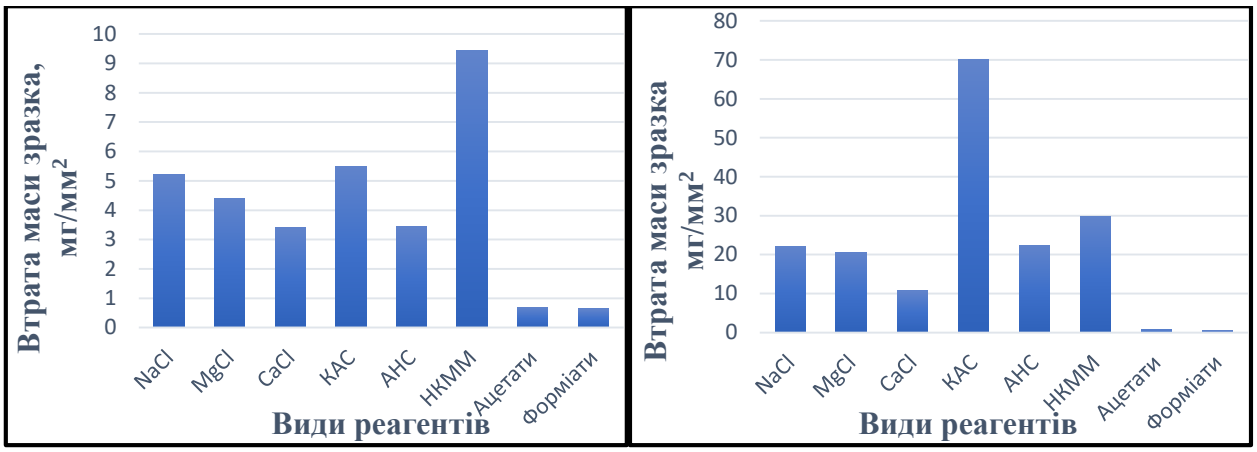
Однак в даному випадку є ряд обмежень, пов'язаних з безпекою їх застосування на аеродромах і дорогах загального користування. В умовах значної кількості інгібіторів корозії в суміші постає питання зниження основних властивостей протиожеледних реагентів – плавлячої здатністі і температури початку кристалізації ПОР. Це пов'язано зі зниженням частки основної речовини в реагенті. Таким чином, найбільш ефективними речовинами, що сповільнюють корозію, у випадку з антиожеледними засобами є сполуки, які не тільки проявляють інгібуючу дію, а й плавлячі сніжно-льодові відкладення. З точки зору хімії найбільш поширеними сполуками даного типу є солі жирних органічних кислот. Найперші представники в цьому ряду – форміати. Непоганою плавлячою здатністю, а також можливістю застосування при низьких температурах відрізняються також ацетати, але вони, зазнають впливу гідролізу при взаємодії з водою, виділяють оцтову кислоту і в результаті мають специфічний запах. Тому ацетати в населених пунктах не використовуються. Плавляча здатність ацетатів, форміатів наведена в таблиці 2.

Таблиця 2 – Плавляча здатність ацетатів, форміатів

Назва речовини	Плавлюча здатність (г льоду/г солі), при температурі, °С	
	–5	–10
Ацетат натрію	7,3	4,6
Ацетат калію	11,5	5,7
Ацетат магнію	7,3	4,6
Ацетат кальцію	5,7	3
Ацетат амонію	15,7	7,3
Форміат натрію	11,5	5,7
Форміат калію	11,5	5,7

У той же час форміати не мають запаху, швидко розкладаються на вуглекислий газ і воду, мають високу плавлячу здатність і низьку корозійну активність. При додаванні в композиції хлоридних реагентів форміат проявляє інгібуючі властивості і знижує їх корозійну активність.

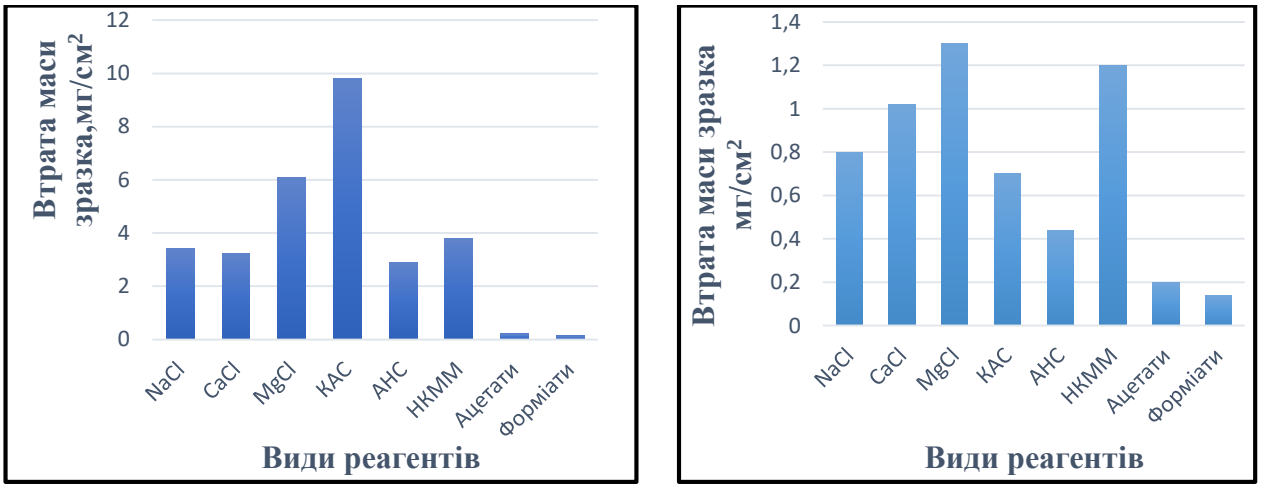
Вплив реагентів аеродромної групи на руйнування цементобетону при одноразовому, і при багаторазовому їх застосуванні наведені на рисунках 1 а,б, на корозію металів – на рисунках 2 а,б. Зміна об’єму зразку цементобетону в залежності від циклів заморожування – відтавання при одноразової дії хімреагентів і багаторазової наведена на рисунок 3 а,б.



а) б)

а) при одноразовому і б) при багаторазовому

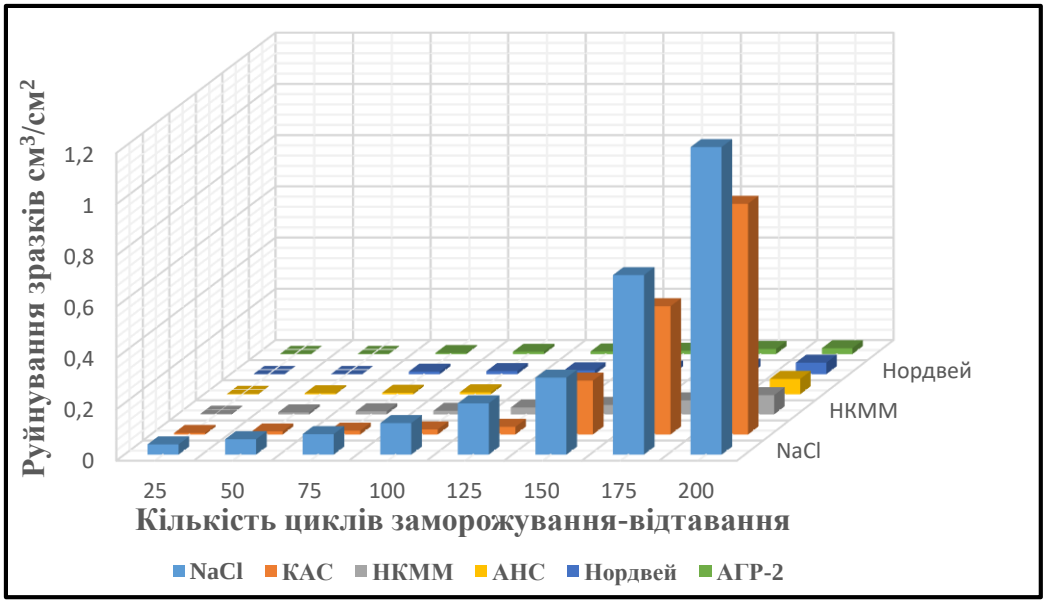
Рисунок 1 – Вплив реагентів аеродромної групи на руйнування цементобетону



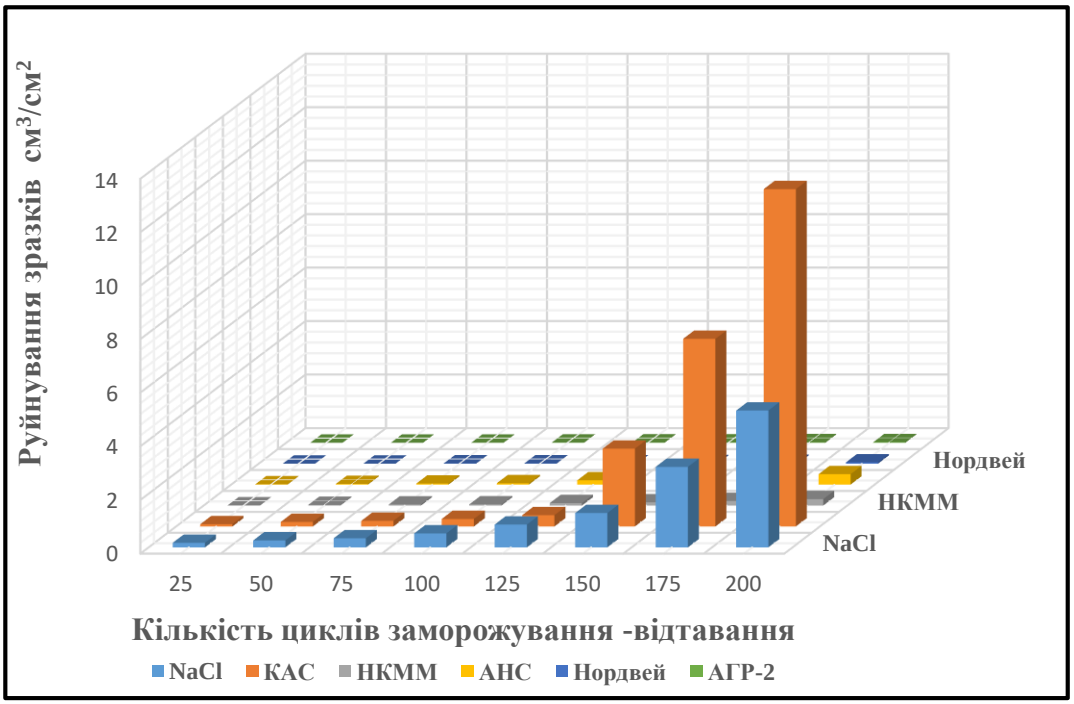
а) б)

а) при одноразовому нанесенні реагентів і б) при багаторазовому

Рисунок 2 – Вплив реагентів аеродромної групи на корозію металів



а)



б)

а) при одноразової дії хімреагентів і б) при багаторазової дії хімреагентів

Рисунок 3 – Зміна об’єму зразка

Висновки

1. Знання основних фізико-хімічних закономірностей в області застосування ПОМ є необхідною умовою для ефективного і економічного їхнього застосування.

2. Найбільший вплив на руйнування цементобетону чинить NaCl, далі $MgCl_2$, $CaCl_2$, як при одноразовому так і багаторазовому їх застосуванні. Із реагентів карбамідно-нітратної групи при одноразовому застосуванні – НКММ при багаторазовому – КАС. Реагенти ацетатно-форміатної групи практично однаково впливають на руйнування цементобетону, але значно менше від інших.

3. Практично теж самі закономірності отримані і при об’ємному руйнуванні цементобетону. Найбільший вплив оказує NaCl при одноразовому застосуванні і КАС при багаторазовому.

4. На корозію металів найбільший вплив надає $MgCl_2$, НКММ при одноразовому застосуванні і КАС, НКММ при багаторазовому, ацетати і форміати приблизно однакові по активності в корозійному відношенні.

Література

1. Шишков А.Ф., Запорожець В.В., А.Н.Білякович. Аеропорт: Теорія й практика зимового утримування аеродромів. – К.: Дніпро, 2006. – 196 с.

2. Бєлінський І.А., Закревський А.І., Шинкарчук Н.В. Технічна експлуатація аеродромів. – Київ: КМУГА, 1996. – 240 с.

3. Орлов В.А. Теорія і практика боротьби з ожеледдю. – М.: Повітряний транспорт, 2010. – 112 с.

Рецензенти:
Савенко В.Я., д-р тех. наук, Національний транспортний університет.
Хрутьба В.О., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:
Savenko V.Ya., Dr. Tech. Sci., National Transport University.
Hrutba V.O., Dr. Tech. Sci., National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **12.09.2017 р.**

УДК 625.7.032.32

Смолянюк Р.В., канд. техн. наук, **Смолянюк Н.В.**, канд. техн. наук

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНОСТІ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ НА ШТУЧНИХ СПОРУДАХ

Анотація. В статті запропоновано виділити оцінку рівності покриттів на штучних спорудах в окремі дані. Дефекти, що виникають на штучних спорудах автомобільних доріг, можуть істотно впливати на комфортність та безпеку руху. Існуюча методика оцінки рівності автомобільних доріг передбачає покілометрову оцінку.
Ключові слова: штучні споруди, мости, шляхопроводи, дефекти, рівність, IRI.

UDC 625.7.032.32

Smolianiuk R., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Smolianiuk N.**, Cand. Eng. Sci. (Ph.D.)

EXPERIMENTAL STUDY OF PAVEMENT EVENNESS ON ENGINEERING STRUCTURES

Abstract. The article proposed to select assessment of evenness of the road topping on the engineering structures in the individual data. Defects are appeared on the engineering structures of highways, may considerably affect on the comfort and safety of traffic. The existing method of evenness assessment of the highways provides an assessment per kilometers.
Keywords: engineering structures, bridges, overpasses, defects, evenness, IRI.

УДК 625.7.032.32

Смолянюк Р.В., канд. техн. наук, **Смолянюк Н.В.**, канд. техн. наук

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РОВНОСТИ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ НА ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Аннотация. В статье предложено выделить оценку ровности покрытий на искусственных сооружениях в отдельные данные. Дефекты, возникающие на искусственных сооружениях автомобильных дорог, могут существенно влиять

на комфортность и безопасность движения. Существующая методика оценки ровности автомобильных дорог предусматривает покилометрового оценку.
Ключевые слова: искусственное сооружение, мосты, путепроводы, дефекты, ровность, IRI.

Вступ

Рівність дорожніх покриттів є одним з найважливіших показників транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг. Від неї залежать зручність, безпека та швидкість руху автомобілів, динамічний вплив автомобіля на дорогу і штучні споруди (тобто ті додаткові вертикальні динамічні навантаження, які діють на дорожній одяг при русі автомобіля по нерівній поверхні дорожнього покриття), транспортні витрати, в тому числі, витрати пального, витрати, пов'язані з ремонтом автомобілів, і наприкінець, основні показники, які визначають роботу автомобільного транспорту – собівартість перевезень та продуктивність роботи транспорту.

Незважаючи на таку високу значимість рівності дорожніх покриттів у формуванні транспортно-експлуатаційних якостей автомобільних доріг, існує досить важлива проблема, пов'язана з оцінкою цього показника: вимірювання рівності автомобільної дороги здійснюється покілометрово, тоді як рівність дорожнього покриття штучних споруд окремо не оцінюється.

Основна частина

У вітчизняній практиці оцінка рівності дорожніх покриттів і вимоги до неї регламентуються ДСТУ Б.В.2.3.-3-2000 «Дороги автомобільні та аеродроми. Методи вимірювань нерівностей основ и покриттів» і «Технічними правилами ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України П-Г1-218-113-97». При цьому для вимірювання рівності використовуються триметрові рейки, нівеліри, поштовхоміри різних конструкцій і ПКРС-2У. Триметрові рейки та нівеліри використовуються, як правило, при прийманні-здачі робіт при будівництві, реконструкції або виконанні ремонту. Контроль рівності експлуатованих доріг здійснюється, як правило, поштовхоміром різних конструкцій або ПКРС-2У. Причому вимірювання ПКРС-2 проводиться тільки по правій смузі накату в прямому і зворотному напрямку на відміну від вимірювання поштовхоміром при швидкості руху 50 км/год. При проведенні вимірювань необхідно в процесі проїзду витримувати задану швидкість з точністю ± 2км/год.

Напочатку 80-х років минулого століття спеціалістами Світового Банку було визначено 4 класи методів і методик оцінювання рівності, розроблених в усьому світі [1].

1 клас. Методики, що використовують найпростіші прилади, такі як рейка або рівень, хоча можливо і використання нівеліра. Рівність вимірюється в поздовжньому напрямку по 1 або 2 коліях. Використання приладів цього класу трудомістко і малопродуктивно.

2 клас. Устаткування так званого «безпосереднього вимірювання рівності». Це найсучасніші і високопродуктивні прилади, засновані на лазерних, ультразвукових чи інших датчиках, що дозволяють практично миттєво визначити відстань між умовним рівнем і дорожнім покриттям. Рівність оцінюють за допомогою спеціальної програми, що моделює рух «золотого» автомобіля за виміряним профілем. Така методика є основною у вимірі International Road Index (IRI, Міжнародний Індекс Рівності). IRI спочатку був розроблений фахівцями Мічиганського університету на замовлення Світового банку для проектів, здійснюваних в Африці. Але з часом популярність цього показника зросла і сьогодні він є одним з основних показників рівності у світі.

3 клас включає в себе прилади відповідь дії. Такі системи реєструють динамічний вплив на механізм приладу в результаті проїзду лабораторії з постійною швидкістю уздовж ділянки. Сюди відносяться поштовхоміри різних модифікацій, причіпні установки, які реєструють коливання підресореною частини транспортного засобу.

4 клас. Експертна оцінка. Така оцінка виконується експертом, що використовують спеціальну шкалу, визначальну IRI чи інший показник в залежності від стану дороги.

Аналізуючи методи оцінки рівності дорожніх покриттів на дорогах, можна зробити висновок, що її вимір проводять в основному по смугах накату і по них судять про стан поверхні покриття всієї смуги руху. При цьому слід зауважити, що ширина смуги накату може коливатися в межах 1-1,3 м, а ширина вимірювального колеса приладу знаходиться в межах 0,15-0,20 м.

На штучних спорудах, зокрема мостах та шляхопроводах, справи з вимірюванням рівності йдуть ще складніше. Для плавного проїзду автомобілів по мосту та на підходах до нього, а також для забезпечення гарного стоку води, покриття проїзної частини мосту повинно буди рівним та мати необхідні поздовжній та поперечний ухили [2]. Контроль за профілем покриття ведуть

шляхом нівеліровки в межах мосту та на граничних з ним ділянках підходів довжиною по 50-100 м. Профіль мосту знімають по осі та у бордюрів по точках, які розміщені при прольоті до 10 м – над опорами і в середині прольотів, при прольотах більш ніж 10 м – над опорами і в прольоті через кожні 5 м, починаючи від однієї з опор. На підходах точки нівелірування приймають кожні 5-10 м та в місцях просадок та переломів профілю.

Під час обстеження рівності автомобільних доріг рівність на мостах, шляхопроводах та інших інженерних спорудах окремо не вимірюється. Але ці споруди можуть мати порушення та дефекти, які суттєво впливають на остаточний результат оцінювання рівності покриття проїзної частини.

До дефектів проїзної частини мостів, які більш за все впливають на показники рівності покриття, можна в першу чергу віднести дефекти, що виникають у районі деформаційних швів [3]. В наслідок підвищеного динамічного впливу на покриття та елементи деформаційного шву з боку транспортних засобів відбувається утворення вибоїн в покритті в цій зоні, а далі йде руйнування деформаційного шва. Причиною підвищення динамічного впливу є різниця висот між поверхнею деформаційного шву та поверхнею покриття проїзної частини, так звана «сходинка». Крім того, деформаційні шви зазнають вплив вологи, що проникає крізь тріщини, які утворилися між швом та покриттям. Проникаючи у конструкцію, вода погіршує властивості бетону плити проїзної частини. Це приводить до подальшого руйнування конструкції і деформаційного шва і покриття (рис. 1).

Другим суттєвим дефектом мостів та шляхопроводів, який впливає на рівність покриття проїзної частини, є пониження профілю покриття у стиках насипу та перехідної плити споруди, тобто наявність просадок в місцях поєднання мосту з насипом (рис. 2). Поява просадок може бути викликана різними причинами: поганим ущільненням ґрунту насипу у період будівництва підходів; руйнуванням тіла насипу та конусу внаслідок неправильного водовідводу, перезволоження та розмиву ґрунту; використанням мерзлого ґрунту; а також зміщенням або руйнуванням перехідних плит. Так як жорсткість проїзної частини мосту та дороги неоднакова, то навіть при ідеальній рівності на ділянці сполучення мосту з насипом умови руху автомобіля змінюються при в’їзді на міст. А наявність нерівностей в місцях сполучень (рис. 3) змушує водіїв понижувати швидкість і тим самим зменшувати пропускну здатність

автомобільної дороги. У зв'язку з цим інтенсивність руху на мостах вище інтенсивності руху на дорозі.

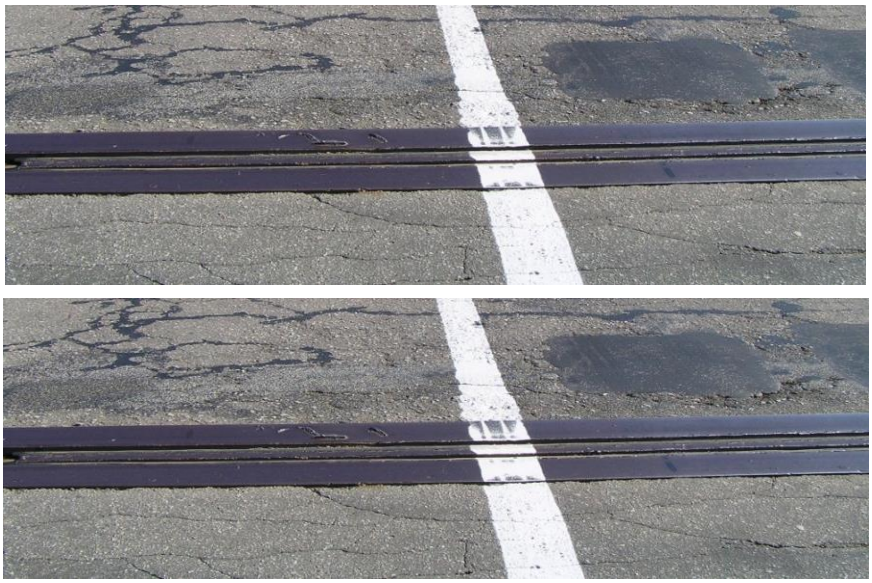


Рисунок 1 – Наявність локальних руйнувань шарів дорожнього одягу вздовж деформаційного шву на шляхопроводі на автомобільній дорозі М 29 Харків-Красноград-Перещепіно (Люботин-Мерефа) в селищі Люботин

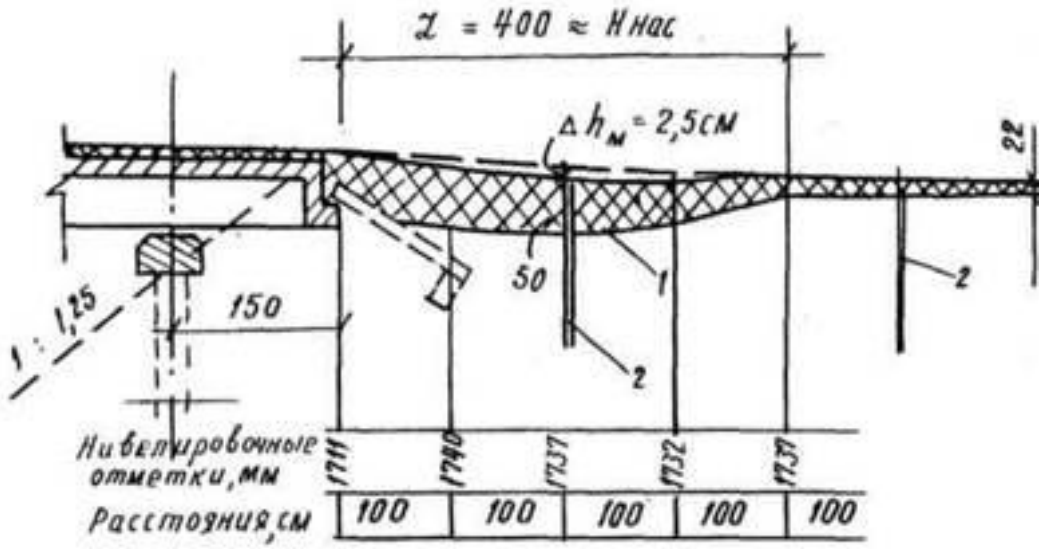


Рисунок 2 – Місцева просадка насипу біля одного з мостів на автомобільній дорозі Харків-Сімферополь (Е105)



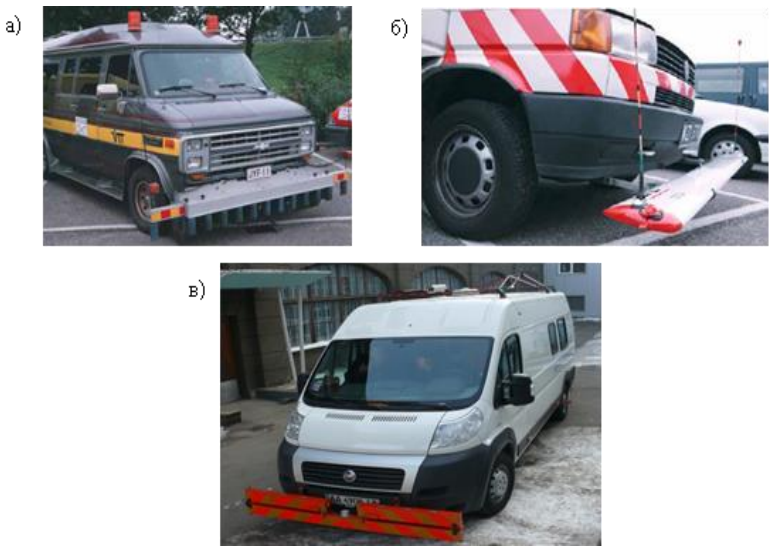
Рисунок 3 – Руйнування шарів дорожнього одягу в зоні деформаційного шву на сполученні з перехідною плитою (міст через р. Сів. Донець в сел. Ст. Салтів)

При значному перевищенні значень фактичної інтенсивності руху транспорту над прийнятими в розрахунках, відбувається інтенсивний знос покриття та утворюється колія (рис. 4). Особливо ця проблема проявляється на швидкісних магістралях. В місцях утворення колії по смузі накату в асфальтобетонному покритті відбувається інтенсивне руйнування, а в зоні деформаційних швів ще добавляється удар від коліс автотранспортних засобів об торець шву, що ще більше підвищує негативний динамічний вплив на стан штучної споруди в цілому та зокрема на стан покриття проїзної частини.



Рисунок 4 – Колійність на проїзній частині мосту (м. Чугуїв)

Найбільш перспективною технологією оцінки рівності дорожніх покриттів є оцінка за Міжнародним Індексом Рівності (IRI) [4]. Сучасні вимірювальні засоби, які відносяться до другого класу методів і методик оцінювання рівності, що уявляють собою ходові дорожні лабораторії з обладнанням для сканування дорожніх покриттів (рис. 5), дозволяють вести обстеження ділянок різної довжини. Це дає можливість визначати рівність по довжині мосту або іншої інженерної споруди на автомобільній дорозі окремо від загальної рівності дороги.



а) профілограф «Roadmaster», Фінляндія; б) установка «TUS», Франція, в) ЛВС 2 ХНАДУ

Рисунок 5 – Ходові дорожні лабораторії для сканування дорожніх покриттів безконтактними датчиками

Висновки

Існуюча методика оцінки рівності автомобільних доріг не передбачає виділення ділянок, де розташовані штучні споруди. Оцінка виконується покілометрово. Це призводить до того, що нерівності на штучних спорудах, сконцентровані на незначній протяжності, можуть не істотно вплинути на загальний показник рівності на ділянці довжиною 1 кілометр. Внаслідок чого ця ділянка залишається без уваги. Під час виконання обстеження доріг на рівність необхідно окремо виділяти ділянки з штучним спорудами. Це дасть можливість урахувати вплив дефектів, які виникають на мостах та шляхопроводах на рівність покриттів проїзної частини, а значить на безпеку та комфорт руху і спланувати відповідні ремонтні заходи. Вимірювання рівності окремо на мостах і шляхопроводах також дозволить оцінити динамічний вплив транспорту на конструкції споруд та дасть можливість враховувати основі дефекти проїзної частини цих споруд під час їх обстежень.

Література

1. Смолянюк Р.В. Розвиток й удосконалення сучасних технологій оцінки рівності дорожніх покриттів/ І. В. Кіяшко // Автошляховик України. – К. : Держ. автотр. наук. досл. і проектн. ін-т, 2007. – № 5. – С. 39–42.

2. Гайдук К.В.Содержание и ремонт мостов и труб на автомобільних дорогах / Мусатов С.А., Озе С.Є., Поспелов Н.Д. – М.: «Транспорт», 1976. – 29 с.

3. Споруди транспорту. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів: ДСТУ- Н Б В.2.3-23:2012. – [Чинний від 2013-12-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 27 с. – (Національний стандарт України).

4. Смолянюк Р.В. Сучасні пересувні лабораторії для оцінки споживчих властивостей автомобільних доріг // Проектування, будівництво та експлуатація нежорстких дорожніх одягів. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, яка присвячена 80-річчю ХНАДУ та дорожньо-будівельного факультету.- Харків: ХНАДУ. – С. 138–146.

5. Miroslav Šimun, Mate Sršen Ravnost kolniþkih zastora na graÿevinama cestovne infrastrukture. GRAĈEVINAR. 2007. No 59. P. 395-405.

Рецензенти:
Мішутін А.В., д-р техн. наук, Одеська державна академія будівництва і архітектури.
Солодкий С.Й., д-р техн. наук, НУ "Львівська політехніка".

Reviewers:
Mishutin A.V., Dr. Tech. Sci., Odessa State Academy of Construction and Architecture.
Solodkyi S.Yo., Dr. Tech. Sci., NU "Lviv Polytechnic".

Стаття надійшла до редакції: **24.06.2017 р**.

ЕКОНОМІКА ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА, ТЕХНІЧНА ЕКСПЕРТИЗА ТА ОЦІНКА МАЙНА

УДК 69.003:658.157

Бондаренко Є.В., д-р. екон. наук, **Яценко І.В.,** канд. екон. наук,
Варфоломеєв Ю.М., канд. техн. наук

АНТИКРИЗОВЕ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ ПІДРЯДНОГО БУДІВНИЦТВА

Анотація. В роботі вирішено актуальну науково-прикладну задачу розробки нового системного інструментарію антикризового управління підрядними підприємствами як виконавцями будівельних робіт та послуг з наступним впровадження розробленого інструментарію в економічне середовище реалізації будівельних інвестиційних проектів.

В якості формалізованої основи запровадженого інструментарію антикризового управління для потреб підрядних підприємства розроблено модель «антикризова ідентифікація та подолання загроз».

Запроваджений в моделі методико-аналітичний апарат та прийнятий критеріальний показник моделі , а саме – індекс спроможності підприємства до опору кризі, забезпечують замовнику та девелоперу будівельного проекту як мультикомпонентну та адекватну діагностику спроможності підрядного підприємства до опору кризовим явищам, так і інтегровану конкурентну перевагу даного будівельного підприємства при відборі виконавців проекту в процесі тендеру.

Оцінка підрядного підприємства за індексом спроможності до опору кризі та наступна його ідентифікація за станом антикризової, стійкості створює однозначні підстави топ менеджменту підприємства для вжиття необхідних антикризових заходів визначення їх переліку змісту та тривалості.

Практичною реалізацією запровадженого інструментарію є комплекс прикладних програм «антикриза будова замовник», який забезпечує формування раціонального складу підприємств-виконавців будівельного проекту на підставі порівняльної діагностики їх антикризової стійкості, а також альтернативні

проектні рішення з модернізації організаційних структур управління для девелоперських та інвестиційно-будівельних компаній.

Ключові слова: превентивне антикризове управління, підрядне підприємство, індекс спроможності підприємства до опору кризі, будівельний проект, замовник будівельного проекту, девелопер будівельного проекту, антикризова стійкість будівельних підрядних підприємств, модель «Антикризова ідентифікація та подолання загроз».

UDC 69.003:658.157

Bondarenko Ye., Dr. Econ. Sci., **Yatsenko I.,** Cand. Econ. Sci. (Ph.D.),
Varfolomeiev Yu., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.)

CRISIS MANAGEMENT CONTRACTING CONSTRUCTIONS ENTERPRISES

Abstract. The thesis agreed date scientific and applied problems of developing a new system of crisis management tools contracting companies as executors of construction and services with the subsequent introduction of the developed toolkit into the economic environment of realization of construction investment projects is solved.

As the formal foundations of the implemented crisis management tools for the needs of subcontractors, the model "anti-crisis identification and overcoming of threats" was developed.

The methodological and analytical apparatus introduced in the model and the adopted criterion of the model, namely, the index of the company's ability to withstand the crisis, provide the customer and developer of the construction project as a multicomponent and adequate diagnosis of the ability of the subcontractor to withstand crisis phenomena and the integrated competitive advantage of the construction company at selection of project executors in the tender process.

The assessment of a subcontractor based on the index of resistance to crisis and its subsequent identification of the state of crisis, stability provides unambiguous grounds for top management of the enterprise to take the necessary anti-crisis measures to determine their list of content and duration.

The practical implementation of the implemented toolkit is a complex of applied programs "anti-crisis construction customer", which ensures the formation of a rational

composition of enterprises implementing the construction project on the basis of comparative diagnosis of their anti-crisis sustainability, as well as alternative design solutions for the modernization of organizational management structures for developers and investment and construction companies.

Keywords: preventive crisis management, contracting enterprise, enterprise capacity index of resistance to the crisis, the construction project, the customer of a construction project, developer of a construction project, anti-crisis sustainability of construction contractors, model "Crisis identifying and overcoming threats".

УДК 69.003:658.157

Бондаренко Е.В., д-р. экон. наук, **Яценко И.В.,** канд. экон. наук,
Варфоломеев Ю.Н., канд. техн. наук

АНТИКРИЗИСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ПОДРЯДНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Аннотация. В работе решена актуальная научно прикладная задача разработки нового системного инструментария антикризисного управления подрядными предприятиями как исполнителями строительных работ и услуг с последующим внедрением разработанного инструментария в экономическую среду реализации строительных инвестиционных проектов.

Доказано что с учётом производственно-технологических особенностей создания готовой продукции подрядного строительства и мультипроектной обусловленности операционной системы подрядного предприятия , основанием для ведения антикризисных мер должна стать новая категория « антикризисная устойчивость подрядного предприятия» которую целесообразно представить как специально определенную для подрядных предприятий исполнителей ситуативную переменную которая подлежит формализации и в виде итогового комплексного оценочного показателя в данный момент отражает: интегрированную текущую и потенциальную способность противостоять будущим или текущим кризисным явлением на основе специально подобранных параметров.

Позиционные преимущества перед заказчиком девелопером проекта данного строительного предприятия по отношению к другим исполнителем проекта.

В качестве формализованной основы введённого инструментария антикризисного управления для подрядных строительных предприятий разработана модель «антикризисное идентификации и преодоления угроз».
Разработанные в модели методико-аналитический аппарат и критериальный показатель индекса способности предприятия к сопротивлению кризису обеспечивает заказчику и девелоперу строительного проекта как мультикомпонентную и адекватную диагностику способности подрядного предприятия к сопротивлению кризисным явлением так и интегрированное конкурентное преимущество данного строительного предприятия при отборе исполнителей проекта в процессе тендера.
Полученная оценка строительного предприятия по данному критериальному показателю создает для топ менеджмента предприятия формализованную однозначную основу для принятия необходимых антикризисных мер для определения их перечня содержание и продолжительности.
Практической реализации введённого инструментария является комплекс прикладных программ « Антикризис постройка закачик» который обеспечивает формирование рационального состава предприятия исполнителей строительного проекта на основании сравнительной диагностики их антикризисной устойчивости а также альтернативные проектные решения по модернизации организационных структур управления для девелоперских и инвестиционно строительной компаний.
Ключевые слова: превентивное антикризисное управление, подрядное предприятия, индекс способности предприятия к сопротивлению кризису, строительный проект, заказчик строительного проекта, девелопер строительного проекта, антикризисная устойчивость строительных подрядных предприятий, модель «антикризисная идентификации и преодоления угроз».

Постановка проблеми. Динамічність бізнес-середовища функціонування підприємств і нестабільність сучасних ринкових відносин, складність внутрішніх бізнес-процесів та обмеженість альтернативного прогнозування розвитку в умовах невизначеності зумовлюють актуальність превентивного антикризового управління діяльністю будівельних підприємств як однієї з основоположних компонент теорії і практики ефективного менеджменту.

Будівельна галузь – це той напрямок, який у національній економіці багатьох країн є ключовим. Загальний внесок галузі в формуванні ВВП у низці

країн, що інтенсивно розвиваються, становить істотний відсоток: наприклад, в Бразилії – 12,2%, тоді як в Україні цей показник коливається лише на рівні 2,5% – 3,5%. Це, з одного боку, говорить, що є значні перспективи для зростання, а з іншого боку – про наявні серйозні проблеми в діяльності підприємств будівельної галузі. Необхідність удосконалення теорії антикризового управління, орієнтованої на сучасний етап розвитку національної економіки, підтверджується і даними офіційної статистики, що відбивають тенденцію високої питомої ваги (у цілому по країні та будівельній галузі) збиткових підприємств (організацій), шо протягом останніх п'яти років перебуває в діапазоні 30-40%. Виходячи з цього, виникає об’єктивна потреба у розробці теоретичних основ та у практичному впровадженні механізму антикризового управління підприємствами підрядного будівництва, шо забезпечує узгодженість стабілізаційних заходів на всіх стадіях життєвого циклу підприємства за ресурсами, часом, ризиками; враховує специфіку та циклічність розвитку вітчизняного житлового будівництва, мультиплікативні та дифузійні процеси в межах ланцюга “локальна криза на підприємстві - галузева криза - глобальна фінансово-економічна криза”; дозволяє не тільки адекватно реагувати на наявні кризові явища, але й прогнозувати потенційні фактори ризику.

Аналіз останніх публікацій. Питання антикризового управління підприємствами досліджували вітчизняні та у російські вчені: І.О. Бланк, Н.Ю. Брюховецька, О.В. Василенко, А.П. Градов, Зайцева О.І., М.О. Кизим, В.В. Ковальов, А.М. Поддєрьогін, К.С. Салига, Р.А. Сорока, Л.О. Лігоненко, О.І. Пушкар, О.О. Терещенко, О.М. Тридід, Е.А. Уткін, З.Є. Шершньова та ін. Теоретичні та методологічні аспекти антикризового управління відображено у працях таких зарубіжних вчених, як Р. Акофф, П. Друкер, П. Дюпон, Дж. Ван Хорн, Р. Каплан, М. Мескон, Д. Мілер, Д. Нортон тощо.

Проте, недостатньо вирішеними залишаються питання формування ефективних механізмів проактивного антикризового управління, які враховували б етапи життєвого циклу та галузеву специфіку функціонування будівельних підрядних підприємств; вимоги реалізації інвестиційно-будівельних проектів в умовах дії кризових явищ. Вищезазначене засвідчує актуальність обраної теми дисертації, її наукове та емпіричне значення.

Мета дослідження. Метою роботи є розвиток науково-методичних підходів та практичних рекомендацій щодо побудови інноваційного механізму превентивного антикризового управління на підприємствах підрядного

будівництва. В якості основи такого механізму покладено формалізоване визначення стану антикризової стійкості будівельних підрядних підприємств (ПП) як важливої складової їх виживання, усталеного та прибуткового функціонування в середовищі реалізації будівельних інвестиційні проектів (БІП) та забезпечення цілей інвестування. Реалізація запровадженого підходу передбачається в прикладних інструментах прийняття рішень (моделях та програмних продуктах), що забезпечують вимоги провідних суб'єктів інвестування (замовника, інвестора та девелопера) щодо надійності виконавців, керованості проекту та досягнення цілей інвестування.

Викладення основного матеріалу. Грунтуючись на результатах узагальнення світових теоретичних надбань, урахуванні вітчизняного, зарубіжного досвіду та на підставі систематизації теоретико-методологічних підходів щодо детермінації категорії «антикризове управління підприємством», можливо виокремити найбільш прийнятне визначення, «методологія стратегічного управління розвитком підприємства, що включає в себе комплекс заходів, які спрямовані на вирішення сукупності проблем, а саме- передбачення небезпеки кризи, аналіз її причин, вжиття заходів щодо ліквідації негативних наслідків функціонування суб'єктів господарювання».

Однією з ознак наближення нестійкого положення системи (ПП та БІП, який впроваджується за його участю) є досягнення максимальних значень проекту, що відповідає стадії зростання життєвого циклу, та на якій (стадії) найбільш вірогідна поява прихованої кризи, оскільки в цей момент відбувається інверсія тенденцій розвитку в протилежному напряму (рис. 1). Діагностування стадії життєвого циклу підприємства доцільно здійснювати за інтегральним показником, який акумулює в собі динаміку факторів ризику, стадію розвитку підприємства та якісні зміни індикаторів (стан рівноваги), що в межах інформаційного середовища визначають ступінь стійкості (опору) до очікуваних наслідків кризових ситуацій. На підставі цього, можна наочно проілюструвати (рис. 1) етапи життєвого циклу підприємства підрядного будівництва, на яких у взаємозалежності від конкретного етапу розвитку підприємства визначено і значення показників його антикризової стійкості.

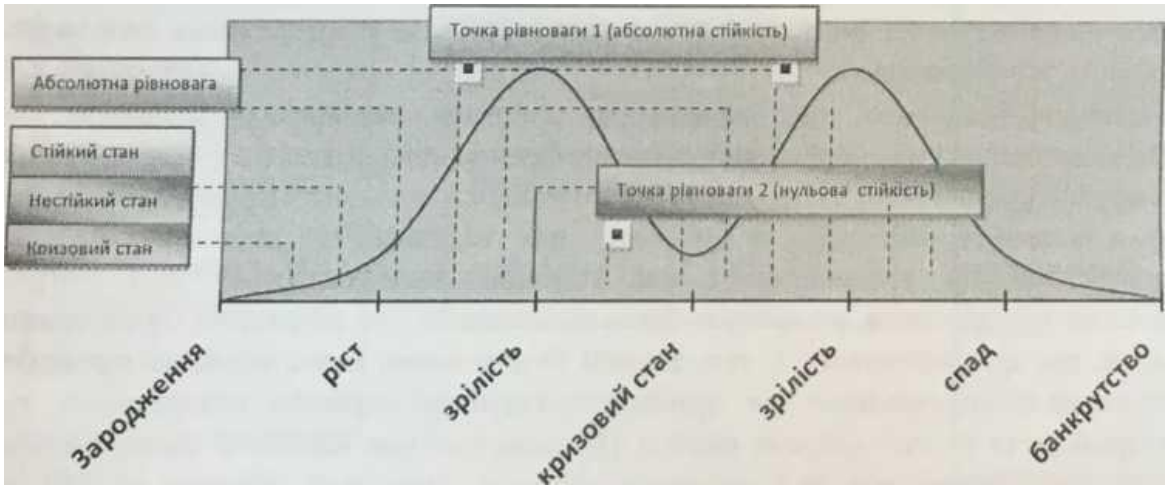


Рисунок 1 – Варіації рівня антикризової стійкості підприємства підрядного будівництва на етапах життєвого циклу

Як засвідчив проведений аналіз теоретико-методологічних підходів до розуміння процесу превентивного «антикризового управління», особливість його застосування до будівельних підприємств, зокрема в ході реалізації інвестиційно- будівельного проекту, зумовлюється тим, що основний рушійний фактор антикризового управління - ризики, які обумовлюють напрямки цього процесу, мають приналежність одночасно до багатьох сфер їх прояву - ризики інвестиційної діяльності, ризики будівельної діяльності, ризики споживача, ендогенні та екзогенні ризики. Згортання інвестиційної активності під час кризи, спричинене політичною нестабільністю, невизначеністю ринкового середовища, незадовільним фінансовим станом суб'єктів господарювання та нестачею фінансових ресурсів, стримувало і розвиток підприємств будівельної галузі. Отже, механізм реалізації превентивного антикризового управління ПП характеризується своєю приналежністю до різних площин, що потребує створення дієвого, ефективного та специфічного інструментарію раннього попередження ризиків та їх локалізації, передбачення та діагностики щодо розпізнання наявності симптомів латентної (прихованої) кризи, спрямоване на випередження потенційно можливих подій внутрішнього та зовнішнього оточення на засадах ідентифікації слабких сигналів у середовищі функціонування ПП.

Особливої актуальності сьогодні набуває формування основних положень розвитку принципово нової концепції превентивного антикризового управління підприємствами –виконавцями будівельних проектів (ПВБП), що базується на врахуванні компромісу інтересів замовника (ініціатора та розпорядника майбутньою продукцією проекту, ПП- виконавця БІП, інвестора (кредитора

проекту) та девелопера (керуючої компанії, яка управляє ресурсами під час підготовки та впровадження БІП), які разом зацікавлені в забезпеченні надійності ПП як основи нейтралізації суб'єктивних ризиків під час реалізації БІП та подолання можливих відхилень ходу його реалізації.

З врахуванням того, що операційна система підрядного підпорядкована структурі операційної системи будівельних проектів (участь в яких складає виробничу програму ПП); змісту та тривалості життєвого циклів зазначених проектів; традиційні підходи та методи, що визначають зміст та перелік антикризових заходів управління і які успішно застосовуються для потреб індустріальних підприємств, що функціонують в середовищі будівельних інвестиційних проектів.

Такі міркування стали основою для прийняття наукової гіпотези, яка визначає що, основою прийняття інституційним рівнем ПП рішення про вжиття антикризових заходів або невжиття та продовження обраної стратегії діяльності ПП на обраному територіально-продуктовому сегменті ринку підрядних робіт має стати запроваджена інтегрована характеристика – стан «антикризової стійкості підрядного підприємства».

В цій характеристиці щодо складу показників слід врахувати:

- проектну підпорядкованість операційної системи ПП;
- провідні фінансово-економічні, технологічні, ресурсно-кадрові та іміджеві аспекти діяльності ПП;
- інтереси та стратегію топ-менеджменту ПП на ринку підрядних робіт;
- вимоги провідних суб'єктів управління БІП (замовника та девелопера).

Система оцінювання ПП за запровадженою інтегральною характеристикою має забезпечити універсальність діагностичних процедур для всіх ПП як виконавців БІП. незалежно від змісту виконуваних в проекті робіт, їх кошторисної вартості та інших показників.

Одержана підсумкова характеристика має створити підстави для однозначної диференціації ПП за конкретним станом стійкості, що надасть топ-менеджменту обгрунтовані засади для запровадження антикризових заходів, визначення переліку, змісту та тривалості (рис. 2.)



Рисунок 2 – Заходи антикризового управління ПП, що встановлюються за підсумками аналізу стану його антикризової стійкості

На підставі досліджень доведено що формування моделей та методики антикризового управління ПВБП Слід розпочати з адаптації категоріально понятійного апарату та інструментарію антикризового управління (АКУ) До потреб функціонування ПП в сучасних умовах будівельного ринку України.

Перша модель на основі прийнятого до розгляду категоріально понятійного апарату та інструментарію антикризового управління має забезпечити багатоаспектний розгляд стану ПВБП як економічної інформаційно-технічної та біо соціальної регульованої системи. Запроваджено в моделі сукупність факторів та їх раціональне підпорядкованість має базуватися на євро адаптовані міжнародній системі фінансової звітності та забезпечити раціональну й достовірну ідентифікацію набутого ПП Досвіду та якості функціонування на ринку будівництва в однозначний і достовірний розрахунковий критерій що стане основою подальшої ідентифікації стану ПП Щодо стадій попередження або подолання кризи.

Наступна модель побудована за підсумками першої в рамках прийнятого понятійного апарату та розрахунково-аналітичної основи має ідентифікувати стан антикризової стійкості по всім виконавцям проекту та здійснити ресурсно-діагностичну параметризацію за стадіями і операційними процесами БІП; Яка разом з ритмічністю та обсягом інвестування вартісною та технологічною структурою робіт в проекті дозволяє оцінити рівень антикризової стійкості проекту диференційовано щодо питомих вартісних часток участі підприємства виконавців у реалізації проекту.

Діагностика стану ПВБП що до кризи має бути передумовою як для вжиття подальших економічних та організаційно -технічних антикризових заходів по збереженню набутої ПП позитивної рівноваги на певному сегменті ринку будівельних підрядних робіт та послуг так і для прибуткової реалізації будівельного проекту за умови додержання його підприємствами виконавцями середньогалузевих стандартів та вимог замовника.

Основою достовірності та системності антикризової діагностики в запровадженій моделі є те що вона базується на принципово новій системі факторів що ієрархічно упорядковані чітко формалізовані і за змістом відображають як фінансово майновий стан ПП успішність та маневреність використання виробничого та кадрового потенціалу так і ділову репутацію будівельного підприємства вміння топ менеджменту будівельного підприємства зміцнювати позиції на конкретному ринку підрядних робіт.

Отже, запроваджений в моделі методичний та аналітичний апарат спроможний надати особі що приймає рішення мультикомпонентну та адекватну діагностику антикризової стійкості ПП виконавця БІП.

З врахуванням вимог просування підрядного будівництва до євростандартів та необхідності реалізації БІП за механізмами девелопменту модель запроваджує і реалізує інноваційну операційну технологію системного формалізованого вияву рівня антикризової стійкості підрядного підприємства і подання цього рівня як інтегрованої конкурентної переваги даного будівельного ПП серед інших загально будівельних організацій претендентів на виконання будівельних контрактів в БІП.

Якщо перша модель призначена для відображення стану антикризової стійкості ПП,то наступна модель АУБП, розглядає стан антикризової рівноваги всіх ПП що включені до складу підприємств виконавців БІП.

Тому дану модель що сполучає ознаки ресурсно-календарної, бюджетної , логістичної та діагностичної моделей слід означити як ресурсно-діагностичну.

Зазначена модель розроблена як сучасний інструмент адаптованої до європейської системи девелоперського управління будівництвом. модель призначена:

А) На основі висновку моделі антикризової діагностики по кожному з підприємств виконавців загально будівельних та спеціалізованих підрядних робіт у БІП- Визначити окремі ресурсну календарні логістичні моделі графіку бюджету кожної з робіт будівельного проекту з відображенням при цьому стану віддаленості до кризи по ПП-виконавцю даної роботи.

Таблиця 1 – Зміст параметрів моделі АІПЗ

Індекс та назва інтегрованих компонентів ПП	Одиниці реального виміру фактору	Зміст фактора прокризової діагностики ПП
Int(1) оцінка зростання антикризо-стійкості за динамікою зростання обсягів БМР та продуктивності використання майна БПП.	Тис.грн	Ar(1.1) – ідентифікатор антикризової стійкості ПП за рівнем динаміки річного обсягу реалізації – абсол. приріст обсягів виконання БМР в році, який передує діагностиці (поточному), до базового року (попереднього до нього)
	Тис.грн	Ar(2.1) – ідентифікатор антикризової стійкості ПП за обсягом приросту ринкової (експертно оціненої) вартості всіх активів БПП над їх балансовою вартістю за поточний рік, середньозважено оцінений щодо складу експертної комісії.
	%	Ar(3.1) – темп приросту чистого операційного прибутку NOPAT – операційний прибуток після виплати податків, у поточному році щодо базового.
Int(2) вияв спроможності ПП протидіяти кризі за ефективністю менеджменту ПП та його діловою репутацією.	Кількість обертів	Ar(6.2) – оцінка протидії кризовим явищам за коефіцієнтом оборотності власного капіталу.
	Натуральне число	Ar(7.2) – кількість об’єктів за останні 3 роки, по яким з вини ПП було зірвано терміни виконання будівельних контрактів.
Int(3) фінансова спроможність протистояти кризі.	Тис.грн	Ar(1.3) – вартісна оцінка загальної зміни структури майна за абсолютним приростом власних джерел в поточному році порівняно з базовим.
	Частка один.	Ar(8.3) – спроможність ПП забезпечити потребу в запасах за рахунок власних джерел (за поточний рік).

В) Сполучити одержані моделі за етапом А) ресурсно- діагностичні моделі окремих робіт в кілька варіантів інтегрованої економічної моделі реалізації девелоперського будівельного проекту.

С) Здійснити з переліку варіантів в) вибір раціонального варіанту оцінки наданих варіантів за критеріями нового змісту. Дана модель є оновленою сітьовою моделлю типу роботи- дуги. Принциповою інновацією моделі в порівнянні з традиційними аналогами, є включення до складу моделі наступних внутрішніх параметрів робіт:

Середні виробіток підприємством виконавцем при виконанні даної роботи.

Очікуваний розрахунковий фінансовий результат підприємства виконавця по даній роботі.

Балансова вартість активів на момент початку даної роботи.

Абсолютний приріст активів підприємства виконавця після завершення виконання даної роботи до моменту початку виконання робіт.

Темп приросту загальної вартості активів на момент завершення підприємством виконавцем даної роботи до моменту початку цієї роботи.

Коригувальні коефіцієнти кошторисної вартості та тривалості виконання даної роботи які на підставі одержаної ПП оцінки здійснюють перехід від директивних значень до їх розрахункового значення:

$$\mathbf{РКВ = БКВ * Квр;\ \ Квр(і,к) = -0{,}0342LnТКі+1{,}1729}$$

$$\mathbf{Ртр = БТр * Ктр;\ \ \ КтрEk11(j,k) = БТ(j,k) = 1{,}2972 * ТКі}$$

де **і –** порядковий номер ПП в загальному переліку виконавців проекту;

к – порядковий номер роботи в переліку робіт проекту;

Ткі – одержаний за підсумками попередньої моделі критеріальний показник спроможності ПП до опору кризі;

БКВ – базова кошторисна вартість;

РКВ – розрахункова кошторисна вартість виконання роботи даним ПП;

БТр – базова тривалість виконання даної роботи;

Ртр – розрахункова тривалість виконання даної роботи;

Квр – коригувач кошторисної вартості, як економетрична функція Ткі;

Ктр – коригувач тривалості виконання роботи, як економетрична функція Ткі.

Отже дана модель створює для замовника девелопера та інвестора будівельного проекту загальну картину антикризової стійкості всіх підприємств виконавців і накладає її на загальну ресурсно-календарну модель реалізації БІП.

Загальні висновки

У роботі вирішено актуальну науково-прикладну задачу започаткування, обґрунтування та впровадження в економічне середовище реалізації будівельних інвестиційних проектів (БІП) - нового системного інструментарію (в складі концепції економічних моделей проектів оргструктур та програмних продуктів) антикризового управління підрядними підприємствами (ПП) як виконавцями будівельних робіт та послуг.

В результаті проведених досліджень в роботі було одержано наступні результати та висновки:

Проведений аналіз щодо з'ясування проблем у будівельній галузі причин кризових явищ та ідентифікація ризиків дозволити обгрунтувати методичні підходи до встановлення залежності між ризиками кризовими явищами. До симптомів кризових явищ у будівництві віднесені незбалансованість інвестиційної політики (Невідповідність співвідношення темпів росту обсягів власного і залученого капіталу будівельну галузь та темпів росту обсягів інвестицій у будівництво взагалі), Виробничої діяльності (зростання темпів ведення збудованого житла при одночасному зниженні темпів реалізації будівельної продукції) Та цінової політики (зменшення частки доданої вартості що створюється на будівельних підприємствах у структурі випуску зниження темпів росту рентабельності будівельної продукції над темпами росту обсягів її реалізації.)

На підставі проведених досліджень актуалізована потреба запровадження і наукового обґрунтування нового підходу до превентивного антикризового управління будівельними підрядними підприємствами що має бути адаптоване до потреб їх функціонування на ринку підрядних робіт та врахувати вимоги замовника і девелопера проекту щодо рівня спроможності підприємства виконавців до опору кризи. Доведено що першоосновою антикризового менеджменту в діяльності ПП як суб'єктів будівельної інвестиційного процесу мають стати передовій аналітичні інструменти превентивного антикризового управління. В основу такого аналітичного інструменту слід покласти формалізований інтегральний показник спроможності підприємства до опору кризі. Значення цього показника ідентифікуватиме стан ПП відносно стійкості до впливу кризи що на наступному етапі надасть підстави інституційному рівні ПП для прийняття організаційно технічних та економічних антикризових заходів для збереження чи зміни стратегії діяльності ПП на зайнятій підприємством частці ринку підрядних робіт.

Розроблено модель «антикризове управління будівельним проектом»- як інструмент відображення загального стану антикризової стійкості учасників будівельного проекту за оцінкою кожного з підприємств виконавців в сукупній ресурсно-календарний моделі реалізації БІП. Факторного розрахункова основа моделі сполучає ознаки ресурсну календарної бюджетної логістичної та діагностичної моделей. Це дає підстави замовнику та девелоперу за допомогою моделі серед численних варіантів календарного графіку та бюджету обрати найбільш прибуткову та водночас найменш ризикову щодо підприємств виконавців альтернативу впровадження будівельно- інвестиційного проекту.

Системно впорядковано синергіїне застосування моделей у комплекс прикладних програм « антикриза-будова -замовник». Розроблено програмний продукт, що забезпечує формування раціонального для провідних суб'єктів інвестиційного процесу складу підприємств-виконавців на підставі порівняльної діагностики антикризової стійкості ПП як потенційних виконавців БІП.

Література

1. Бондаренко Є.В. Актуальні проблеми модернізації моделей превентивного антикризового управління на підприємствах будівельної галузі // Економіка і управління: науковий журнал – К: Європейський університет, 2015. – №1 С. 69-74.
2. Амоша О.І. Шляхи вдосконалення економічного механізму забезпечення сталого розвитку в системі управління підприємством // Формування ринкових відносин в Україні: зб. наук. праць-№11. – С. 220-222.
3. Погорельцев В.М. Своєчасне криторіальне оцінювання бізнес-процесів підприємства як ефективний інструмент антикризового управління // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин: зб. наук. праць – Випуск 28. – С. 44-52.
4. Яценко Б.І. Методи діагностики та попередження ризиків: алгоритми реалізації процедур антикризового управління інтегрованою будівельною організацією // Ефективна економіка // Електронне фахове видання.
5. Яценко І.В. Розробка моделі діагностики кризового стану та комплексу заходів по опору кризі на підприємствах підрядного будівництва // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми сучасних економічних досліджень», Полтава: Інтерграфіка 2016, С. 258-260.

Рецензенти:
Кучерук Н.Ю.., доктор економічних наук, професор кафедри менеджменту Державного університету інфраструктури транспорту.
Гречан А.П., доктор економічних наук, професор кафедри економіки Національного транспортного університету.

Reviewers:
Kucheruk N.Yu., Doctor of Economics, Professor, Department of Management, State University of Transport Infrastructure.
Hrechan A.P., Doctor of Economics, Professor, Department of Economics, National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **15.08.2017 р.**

УДК 69.003:365.26

Бондаренко Є.В., д-р. екон. наук, **Яценко І.В.,** канд. екон. наук,
Кривенко О.К.

ЕКОНОМІЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ТА РОЗВИТКУ РИНКУ ЖИТЛА

Анотація. Забезпечення населення житлом є однією з основних умов соціальної стабільності суспільства. Встановлено взаємозв'язок між розвитком економіки та основними чинниками доступності житла, визначені найбільш суттєві причини, що перешкоджають розвитку ринку доступного житла. У дисертації розраховано коефіцієнти доступності житла для Києва, обласних центрів; розглянуті основні схеми фінансування будівництва - дотаційна, корпоративна, банківська; доведена передчасність впровадження американської моделі іпотечного кредитування житла через недостатній розвиток необхідних інститутів; розкрита перспективність впровадження німецької моделі іпотеки; розроблена модель оцінки забудовника при проведенні конкурсів на будівництво житла та виділення земельних ділянок; доведена необхідність системності у вирішенні проблеми підвищення доступності житла як обов'язкового принципу реалізації відповідної державної політики.

Ключові слова: ринок житла, коефіцієнт доступності житла, модифікований коефіцієнт доступності житла, механізми фінансування житла, іпотечне житлове кредитування, модель іпотеки.

UDK 69.003:365.26

Bondarenko Ye., Dr. Econ. Sci., **Yatsenko I.,** Cand. Econ. Sci. (Ph.D.), **Kryvenko O.**

ECONOMIC BASIS O F FORMATION AND ROSWITHA AFFORDABLE HOUSING MARKET.

Abstract. Providing shelter is a basic prerequisite for social stability. The interrelation o f economic development and the basic factors o f housing affordability, identified the most significant obstacles to the development of affordable housing market. In this thesis coefficients o f housing affordability for Kyieva, oblasnih centers, the basic construction financing scheme - subsidized, corporate, banking and prove that it was premature to implement the American model o f mortgage lending due to the lack o f

the necessary institutions; revealed promising the introduction o f the Germ an model o f mortgage; developed an assessment model builder during tenders for construction o f housing and land allocation and prove the need for consistency in solving the problem o f increasing housing affordability as a binding principle o f appropriate public policy.

Keywords: housing market, housing affordability ratio, the modified coefficient o f housing affordability, housing finance mechanisms, the model o f the mortgage.

УДК 69.003:365.26

Бондаренко Е.В., д-р. экон.наук, **Яценко И.В.,** канд. экон.наук, **Кривенко Е.К.**

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ РЫНКА ДОСТУПНОГО ЖИЛЬЯ

Аннотация. Работа посвящена актуальным вопросам разработки теоретических основ повышения доступности жилья путем совершенствования управленческих процессов в строительстве доступного жилья с использованием основного финансового механизма - ипотечного кредитования. Обеспечение населения жильем является основным условием социальной стабильности общества и становится мощным стимулятором стабилизации и роста отечественной экономики, создания новых рабочих мест. Установлена взаимосвязь развития экономики и основных факторов доступности жилья, определены наиболее существенные причины, препятствующие развитию рынка доступного жилья. Низкая платежеспособность населения, отсутствие прозрачного рынка земельных участков, гипертрофированная разрешительная система строительства привела к снижению предложения жилья, и как следствие, - к спекулятивному росту цен на него. В последние года в Украине вводилось в эксплуатацию 0,17-0,23 кв.м, жилья на одного человека в год при принятых мировых стандартах — 1 кв.м. В работе рассчитаны коэффициенты доступности жилья для Києва, обласных центров.

Рассмотрены три основные схемы финансирования строительства - дотационная, корпоративная, банковская и исследованы механизмы их реализации через различные государственные программы. Исследованы ключевые элементы государственной жилищной политики, которая абсолютно не нацелена на

решение задачи балансирования спроса и предложения. В частности, доказана необходимость существенного увеличения предложения на первичном рынке жилья и реализации соответствующей государственной жилищной политики.

Доказана преждевременность внедрения американской модели ипотечного кредитования жилья из-за отсутствия необходимых институций — прежде всего хорошо развитого рынка ценных бумаг, раскрыта перспективность внедрения немецкой модели ипотеки. Доказано, что рынок жилья характеризуется множеством недостатков, а особенно это касается особенностей развития ипотечной системы Украины. Без внесения принципиальных изменений проблема обеспечения доступности жилья не разрешится. Эти изменения должны носить системный характер, т.е. касаться не только сугубо строительного сектора экономики, а и развития всей экономики в целом. Разработана модель оценки застройщика при проведении тендеров на строительство жилья и выделение земельных участков, которая учитывает уровень деловой активности и рентабельности предприятия, уровень его финансовой устойчивости и ликвидности, комплекс производственных факторов и уровень строительного проекта и базируется на интеллектуальной поддержке принятия решения на базе нечеткой логики, что позволяет анализировать как количественные, так и лингвистические факторы. Создание такой системы предусматривало формализацию процедуры оценки частичных показателей качества застройщика на базе теории нечетких множеств, разработку математической модели и алгоритма для оценки частичных показателей с помощью функций принадлежности; формирование баз знаний и разработку математической модели принятия решений на базе обобщенного дерева вывода. Эффективная жилищная политика требует внедрения всех возможных инструментов, доступных для разработки и реализации задач в жилищном строительстве, к которым также целесообразно отнести: стимулирование проектного финансирования как прогрессивной распространенной в мире формы финансирования инвестиционных проектов с адекватным распределением рисков между участниками, тле. при проектном финансировании объектом вложения средств банка является конкретный инвестиционный проект, а не хозяйственно-производственная деятельность предприятия; стимулирование развития класса арендного жилья как отдельного вида экономической деятельности; внедрение прозрачных механизмов реализации земли; ориентация на комплексное развитие территорий и активное стимулирование загородного

строительства с резервированием крупных жилых массивов как альтернативного направления существующей на сегодняшний день практике «точечной» застройки; дополнение государственных механизмов управления строительным сектором элементами рыночного саморегулирования.

Ключевые слова: рынок жилья, коэффициент доступности жилья, модифицированный коэффициент доступности жилья, механизмы финансирования жилья, ипотечное жилищное кредитование, модель ипотеки.

Постанова проблеми. В умовах трансформації соціально-економічних відносин в Україні закономірним постає питання вдосконалення форм реалізації житлової політики, адже на сьогодні забезпечення населення житлом залишається важливою невирішеною проблемою. Значна частина населення проживає у незадовільних умовах. Забезпеченість житлом великою мірою визначає рівень життя населення, інтенсивність процесів міграції, депопуляцію населення та якість людських ресурсів в цілому. Здатність людини вирішувати житлову проблему залежить від багатьох соціально-економічніх факторів та процесів, що відбуваються в суспільстві. За умови низької платоспроможності переважної більшості населення країни лише 5-8% населення країни може самотужки забезпечити себе власним житлом.

До основних факторів, що визначають доступність житла, можна віднести його вартість, сукупний дохід сім'ї, умови іпотечного кредитування, а також інфляційні процеси, обсяги будівництва житла, оподаткування нерухомості, розмір плати за житлово-комунальні послуги тощо.

Стан будівельного комплексу та наявність ефективного механізму відтворення житла нерозривно пов'язаний з розвитком багатох сфер діяльності людини. Доступність житла за ціною та витратами в процесі експлуатації(енерговитратності) поєднує інтереси громадян і держави. Таке становище стимулює наукові дослідження, спрямовані на удосконалення відомих і пошук нових методів та принципів зростання доступності житла.

Аналіз останніх публікацій. Важливий внесок у розробку механізмів державного управління різними сферами соціально-економічного розвитку в умовах системних трансформацій суспільства зробили В. Бакуменко, В. Бодров, А. Гальчинський, В. Геєць, Е. Лібанова, Б. Данилишин, В.І. Куценко, М. Якубовський та інші.

Теоритичну основну дослідження з питань функціонування кредитного ринка, еволюції інфраструктури іпотечного кредитування житлового будівництва, критеріїв оцінки доступності житла, держаної політики в житловій сфері склали праці вітчизняних і зарубіжних учених, зокрема А. Асаула, В. Базилевич, А. Гойка, Д. Даймонда, М. Денисенка, О. Євтуха, О. Кірєєва, Н. Косарєвої, О. Кухленко, О. Любуня, В. Меркулова, К. Паливоди, М. Педана, В. Першина, В. Полтеровича, В. Савича, С. Ушацького та інших.

Задача підвищення доступності житла вимагає подальшого розвитку житлового господарства в Україні, формування цілісного комплексного підходу до вирішення цього важливого аспекту забезпечення життєдіяльності населення, який враховував би особливості формування попиту та пропозиції на нерухомість, вирішувати недоліки організації іпотечного та будівельного ринків, сприяв підвищенню енергоефективності будівельної продукції тощо, що і обумовлює актуальність обраної тематики дослідження.

Мета дослідження. Метою роботи є обгрунтування, розробка науково-методичних підходів і практичних рекомендацій щодо удосконалення економічного механізму, спрямованого на підвищення доступності житла в Україні.

Викладення основного матеріалу.

Житло перебуває на одному з перших місць в ієрархії життєвих потреб людини, оскільки людина, що має власний дім або квартиру, психологічно більш стійка і має більш сприятливі передумови для створення сім'ї, народження дітей, що є досить важливим в умовах депопуляції населення. Сьогодні на пересічного українця приходиться 22,8 кв.м. загальної площі, що в 3-4 рази менше, ніж в розвинених країнах. Значна частина населення проживає в незадовільних умовах. Вирішення житлових проблем потребує вирішення надзвичайно широкого спектру соціальних, економічних, технологічних та інших проблем, які накопичились в суспільстві.

Більшість людей перестали сподіватися на державну допомогу в процесі реалізації конституційного права на власне житло. Якщо у 1990 році на квартирному обліку перебували 2млн. 638тис. сімей, то в 2016 році їх було 1 млн. 216 тис. сімей. Так, якщо у 1990 році одержали житло 235тис. сімей, то у 2016 році – лише 11 тисяч. Тобто, якщо у 1990 році квартиру отримала приблизно кожна 11 сім'я з числа черговиків, то у 2016 році – кожна 92, - лише 1,4% тих,

що перебували у черзі на житло у 2016 році. Це значить, що за існуючих темпів середньому черговику доведеться чекати більше 80 років.

Низькі обсяги будівництва і невисока якість нового житла стимулюють дефіцит і високу вартість квартир як на первинному, так і на вторинному ринку нерухомості. Саме ому держава має створити сприятливі умови для самозабезпечення житлом переважної часини населення та адресної допомоги для окремої категорії населення.

Крім ціни житла та рівня доходів населення до основних факторів, що визначають доступність житла, доцільно віднести наявність дієвих механізмів споживчого сервісу (розвиненість і умови іпотечного кредитування, субсидії тощо) та обсяги житлового будівництва.

Відповідно до міжнародних стандартів до відтворення житла, річний обсяг будівництва повинен знаходитись в межах 1м^2 на людину. Натомість в останні роки в Україні на одну людину будувалось протягом 2013-2017 років 0,13-0,22м^2, що значно менше за показники пострадянських країн, не кажучи про країни ЄС та США (рис. 1). Щоб досягти середньоєвропейського показника забезпеченості житлом на одну людину – 30-35 кв.м., з урахуванням нинішніх обсягів будівництва в рік, Україні знадобиться приблизно 80 років. Економічна криза додатково загальмувала будівництво житла в Україні, яке суттєво скоротилось в 2016 році.

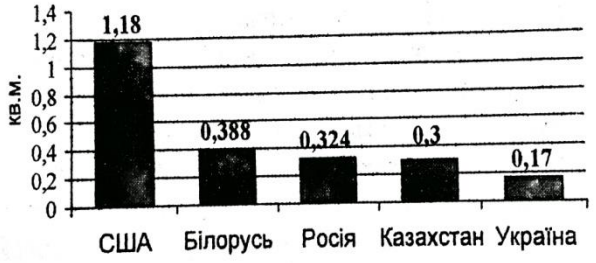


Рис. 1. Обсяг побудованого житла на 1 людину, м.кв. в рік (2013-2017р.)

В Україні важливим чинником залишається низький рівень платоспроможності населення. Наприкінці 1-го кварталу 2017 р. середня нарахована заробітна плата в Україні була однією з найнижчих в Європі і складала лише 6% середньої плати у Франції.

Житло є товаром першої необхідності, причому досить дорогим товаром, що характерно для всіх без винятку країн світу. Однак, досліджуючи динаміку подорожчання житла в Україні і країнах Європейського союзу, можна прийти до висновку про надмірно завищену вартість житла в нашій країні (рис. 2).

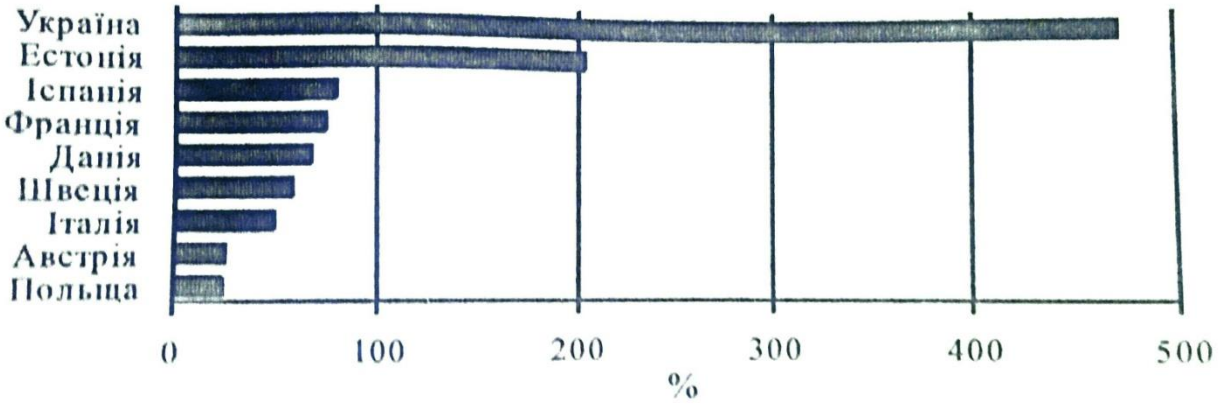


Рисунок 2 – Зміна вартості нерухомості в деяких країнах світу за 2013-2017 рр.

З приведених даних видно, що динаміка подорожчення житла набагато перевищила як рівень інфляції, так і рівень зростання доходів населення за відповідний період. В розвинутому та конкурентному середовищі таке зростання ціни спровокувало би відповідно серед забудовників, адже це віддзеркалює зростання попиту. Та якщо порівняти динаміку зміни вартості житла і обсяги житлового будівництва, то диспропорція виявиться дуже суттєвою. Так, вартість житла за останні 3 роки по Україні зросла в середньому в 2,6 рази, а обсяги житлового будівництва зросли лише на третину. Навіть враховуючи часовий лаг, властивий будівництву, в умовах зростання цін на житло адекватною реакцією на попит було б відповідне зростання обсягів будівництва, однак цього не відбувалось, до чого призвів комплекс причин, зокрема:

- Значна монополізація регіональних ринків будівництва житла на фоні відсутності належного державного контролю за цінами на житло;
- Надмірні адміністративні та корупційні бар’єри доступу на ринок житлового будівництва, отримання земельної ділянки та дозволу на будівництво, що вимагає від будівельних фірм чималих додаткових витрат;
- Складний і тривалий процес погодження технічної документації, якмй на сьогоднішній день може тривати до двох з половиною років.

Абсолютно недостатні обсяги будівництва; відсутність альтернативних нерухомості інвестиційних інструментів у населення; висока рентабельність будівельних організацій через значні ризики; надмірна енергетична складова при виробництві будівельних матеріалів та утриманні житла; технологічно низький рівень житлового будівництва та податкове навантаження, зокрема і обов'язкові відрахування на розвиток міської інфраструктури в сукупності сприяли

зростанню цін на житло. Придбання житла протягом кількох років було одним з найбільш прибуткових способів вкладення капіталу, який давав досить високий стабільний рівень доходу, формуючи спекулятивний попит і відповідну ціну. На підставі даних комітету з аналізу ринку нерухомості асоціації фахівців з нерухомості (ріелторів) України АСН(р)У про ціни на житлову нерухомість в обласних центрах України, за підсумками 2007 року розраховані коефіцієнти доступності житла. Розрахунок цього коефіцієнта для різних міст. України показує істотні розходження, однак для всіх регіонів властива загальна риса: з огляду на те, що нормальними у світовій практиці вважаються значення, що не і перевищують 3-5 років, у всіх регіонах України житло малодоступне. Придбати Я квартиру в 55 кв.м. звичайна українська родина може в середньому лише за 12,5 м років, площею 73 кв, м – за 16 років. Однак якщо враховувати наявний дохід родини за винятком мінімальних споживчих витрат 1528 гривні в 2017 році), тривалість накопичувального періоду радикально збільшується (рис. 3).

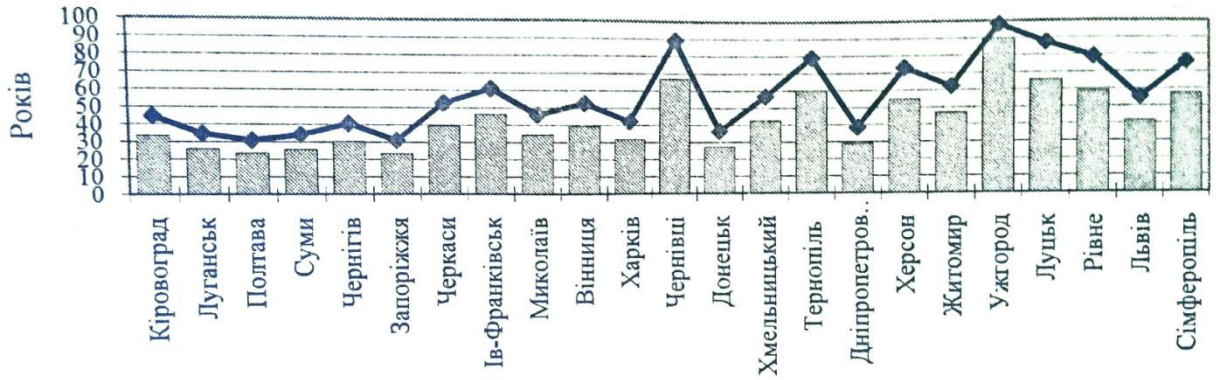


Рисунок 3 - Модифікаційний коефіцієнт доступного житла за 2017р. (кількість років)

Наведені дані видаються нереалістичними, вони нібито унеможливлюють функціонування ринку нерухомості, оскільки за такого рівня цін та динаміки; їх зростання, населення було б неспроможне навіть у довгостроковій перспективі придбати житло. Проте ринок житла живріє і поясненням цьому є наявність тіньового сектора в економіці і доходах населення.

За таких умов з метою подолання житлової кризи та підвишеиня доступності житла для переважної частини населення країни необхідним розвиток різноманітних схем фінансування будівництва і придбання готового житла, та забезпечення умов, за яких ці схеми працюватимуть найефективніше. В Україні залежно від джерел фінансування діють дотаційні, корпоративні та

банківські схеми фінансування будівництва житла, щоправда жодна з них не здатна реалізовуватись настільки масштабно, наскільки це необхідно.

Важливим показником розвитку іпотеки є частка іпотечних кредитів у ВВП країни. Так, в розвинених країнах вона становить 30-100% ВВП; в країнах, що розвиваються, цей показник сягає 10-30%. В країнах ЄС загальна сум а іпотечного боргу населення на початок 2005 року складала 5,74 трлн, доларів (45% ВВП), в США – 7,31 трлн, доларів (65% ВВП), в Україні цей показник за підсумками 2017 року склав 8,6%.

Ідеологічними розбіжностями в моделях іпотечного кредитування є принципова відмінність у механізмах отримання ресурсів та участі держави в іпотечних відносинах, а також специфіка функціонування ринку іпотечних цінних паперів (рис. 4).

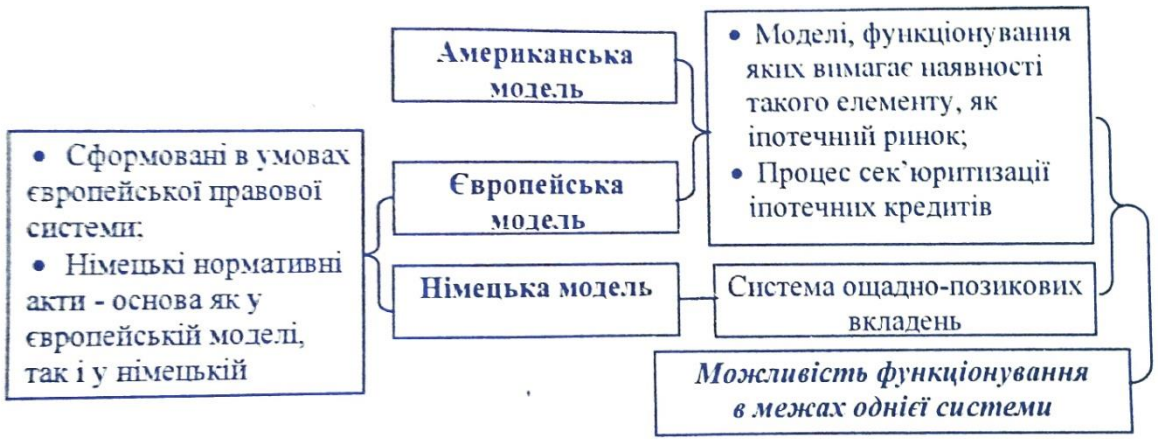


Рисунок 4 – Основні системи іпотечного кредитування

Основні перешкоди розвитку іпотеки в Україні лежать в площині функціонування ринку іпотечних цінних паперів, усунення яких має сприяти капіталізації ресурсів, поєднуючи фінансовий ринок з ринком нерухомості. Недоліки в організації іпотечного кредитування у вітчизняній банківській системі призвели до того, що на сьогодні, за оцінками експертів, частка проблемних кредитів в кредитному портфелі банків становить більше 15%.

Законодавчо Україна визначилась з моделлю іпотечного кредитування - це дворівнева (американська) модель, яка використовує спеціально організований ринок цінних паперів, забезпечених заставними на нерухомість. Особливості розвитку української економіки свідчать,що для використання цієї моделі немає необхідних передумов і з об’єктивних причин вона масово не працюватиме ще принаймні кілька років. Принциповою перепоною виступатиме відсутність

розвинутого ринку інституційних інвесторів і взагалі фінансової інфраструктури. Для широкого використання європейської моделі недостатня потужність вітчизняної банківської системи. Основний недолік запровадження німецької моделі - обмеженість її можливої масштабності. У вітчизняному законодавстві практично не враховані інструменти німецької моделі, але її впровадження виглядає найбільш простим та доречним на найближчу перспективу. В Україні доцільно розвивати симбіоз всіх трьох систем, в різні періоди спостерігатиметься переважання кожної з них.

В умовах великого дисбалансу між попитом на житло і пропозицією так званий вільний ринок житла трансформувався в «дикий», не прийнятний для населення. Це призводить до надмірного зростання цін і вимивання дешевого житла, зниження цінової доступності і доступності іпотеки. В таких умовах стає майже беззмістовним поняття «доступне житло», «житло економкласу», яке може проектуватись і будуватись, але вільний комерційний розпродаж житла в умовах гострого його дефіциту та безконтрольності за цінами з боку держави виводить його з цієї категорії.

Ключові елементи державної житлової політики, направленої на зростання доступності житла, узагальнені на рис. 5. Можна відзначити відсутність реальних дій в трьох з чотирьох основних елементних блоків.

В розвинених країнах більше 75% населення проживає в малоповерхових будинках. Малоповерхова житлова забудова в Україні розвивається обмежено і гальмується відсутністю механізму прозорого виділення земельних ділянок під забудову. За даними офіційної статистики, в 2016 році з 10,496 млн. кв. м введеного в експлуатацію житла, більше 56% побудовано індивідуальними забудовниками. Для підтримки масової малоповерхової забудови житлових некомерційних об’єднань громадян для спрощення дозволу на будівництво необхідно проектну документацію замінити планом земельної ділянки з позначенням місця розміщення інших дозволених об’єктів нерухомості для малоповерхового будівництва. Надзвичайно важливе значення набуває відновлення поточної організації будівництва, особливо для масової малоповерхової забудови, яка забезпечує скорочення строків будівництва, зменшення собівартості будівельного об’єкту.



Рисунок 5 – Ключові елементи державної житлової політики

Підвищенню доступності житла могла б сприяти заміна ліцензії свідоцтвом асоціації будівельних саморегулюючих організацій (БСО), яке не має обмеженого терміну дії. БСО захищає інтереси і права своїх членів в спорах з державними органами і споживачами, сприяє зростанню рівня надання послуг. підвищенню кваліфікації, взаємодопомоги, відслідковує зміни в нормативно-правових актах та дозволяють більш ефективно добиватись поставлених цілей. За рахунок саморегуляції карликові сумнівні компанії не зможуть вигравати будівельні конкурси з великою кошторисною вартістю, що характерно для України. Саме БСО мають провести ревізію будівельних компаній і взяти на себе всю відповідальність. При цьому функції корупційних державних органів будуть замінені суспільним контролем учасників бу дівельного ринку. БСО сприятимуть зменшенню бюджетних витрат на утримання державних органів контролю, бюрократії і корупції. Ідея впровадження саморегулюючого

механізму на ринку житла не є чимость новим - вона знайшла широке впровадження в світі.

Сприяння конкуренції на ринку будівництва житла шляхом вільного допуску іноземних будівельних компаній та створення сприятливих передумов розвитку ринкових фінансових інститутів іпотечної інфраструктури (пенсійні фонди, страхові компанії тощо) в певній мірі забезпечували б адекватне ціноутворення на будівельному ринку.

Введення податку на нерухомість, за оцінками експертів, може забезпечити зменшення вартості житла на 10-20%. В 130 країнах світу цей податок успішно використовується, становить переважно більше 40% надходжень до місцевих бюджетів і спрямовується на утримання доріг, мереж тощо. На пострадянському просторі лише в Україні і Таджикістані він відсутній.

Сьогодні на утримання житлового фонду та будівництво нового житла витрачається більше 30% енергоресурсів, що споживаються в країні. Наближення до рівня будівництва, епівставного із середньоєвропейським (1 кв.м. житла на одну людину в рік) вимагатиме суттєвого зростання потреби в енергоресурсах, що зумовлює актуальність підвищення ефективності їх використання в житловому секторі.

Вітчизняна практика доводить, що виділення землі під будівництво часто відбувається з численними порушеннями. Досвід “еліта-центрів” та інших подібних історій свідчить, що на будівельному ринку мають діяти чіткі критерії визначення забудовника певної території. Відповідно до генплану території міська влада може оголошувати конкурс на забудову певних площ і на конкурсних засадах відбирати найбільш прийнятного претендента-забудовника. До забудовника висувається низка вимог, до яких необхідно віднести насамперед наявність досвіду роботи, відсутність скарг на забудовника з боку громадян, розмір активів та наявність власного капіталу, якість будівництва тощо. В теорії економічного аналізу для отримання узагальнених комплексних оцінок застосовують різні методи приведення різноманітних показників в єдиний інтегральний показник. Очевидно, що таке оцінювання відноситься до класу задач прийняття рішень. В сучасній вітчизняній практиці проведення тендерів найчастіше використовуються бальні підходи, які не позбавлені певних недоліків.

Логіка запропонованого в роботі механізму оцінювання забудовника грунтується на теорії нечітких множин, що дозволяє суттєво розширити кількість

факторів, які аналізуються, та визначити рейтинг забудовника. Принциповими перевагами такого підходу є те, що фактори можуть бути як кількісними, так і якісними. Моделі, розроблені на базі нечіткої логіки, здатні “навчатись”, що мінімізує розбіжність між експериментальними даними та модельними результатами.

Структура узагальненої математичної моделі визначення рейтингу забудовника представлена у вигляді дерева логічного виведення (рис. 6), що описує ієрархічну сукупність співвідношень між факторами впливу. Показник та фактори впливу розглядаються як лінгвістичні змінні, що описуються за допомогою нечітких термів на відповідних універсальних множинах (табл. 1). Функції належності нечітких термів побудовано за методом парних порівнянь експертних оцінок з подальшою апроксимацією гаусовими кривими.

Наведеному на рис. 6 дереву логічного висновку відповідає така система співвідношень:

$$D = f_D(X, Y),$$
$$X = f_X(x_1, x_2, x_3),$$
$$x_1 = f_{x1}(a_1, a_2, a_3),$$
$$x_2 = f_{x2}(a_4, a_5, a_6, a_7, a_8),$$
$$x_3 = f_{x3}(a_9, a_{10}, a_{11}, a_{12}),$$
$$Y = f_Y(a_{13}, a_{14}, a_{15}, a_{16}),$$

де f(•) – функціональний зв’язок між вхідними і вихідними змінними заданих нечітких баз знань; D – загальний рівень заявник; X – рівень надійності забудовника; x_1 – рівень ділової активності та рентабельності підприємства; x_2 – рівень фінансової стійкості та ліквідності підприємства; x_3 – рівень виробничої надійності підприємства; Y – рівень будівельного проекту.

Укрупнені параметри відповідно до формул 1-6 формалізовані трьома термами – "низький”, “середній”, “високий”.

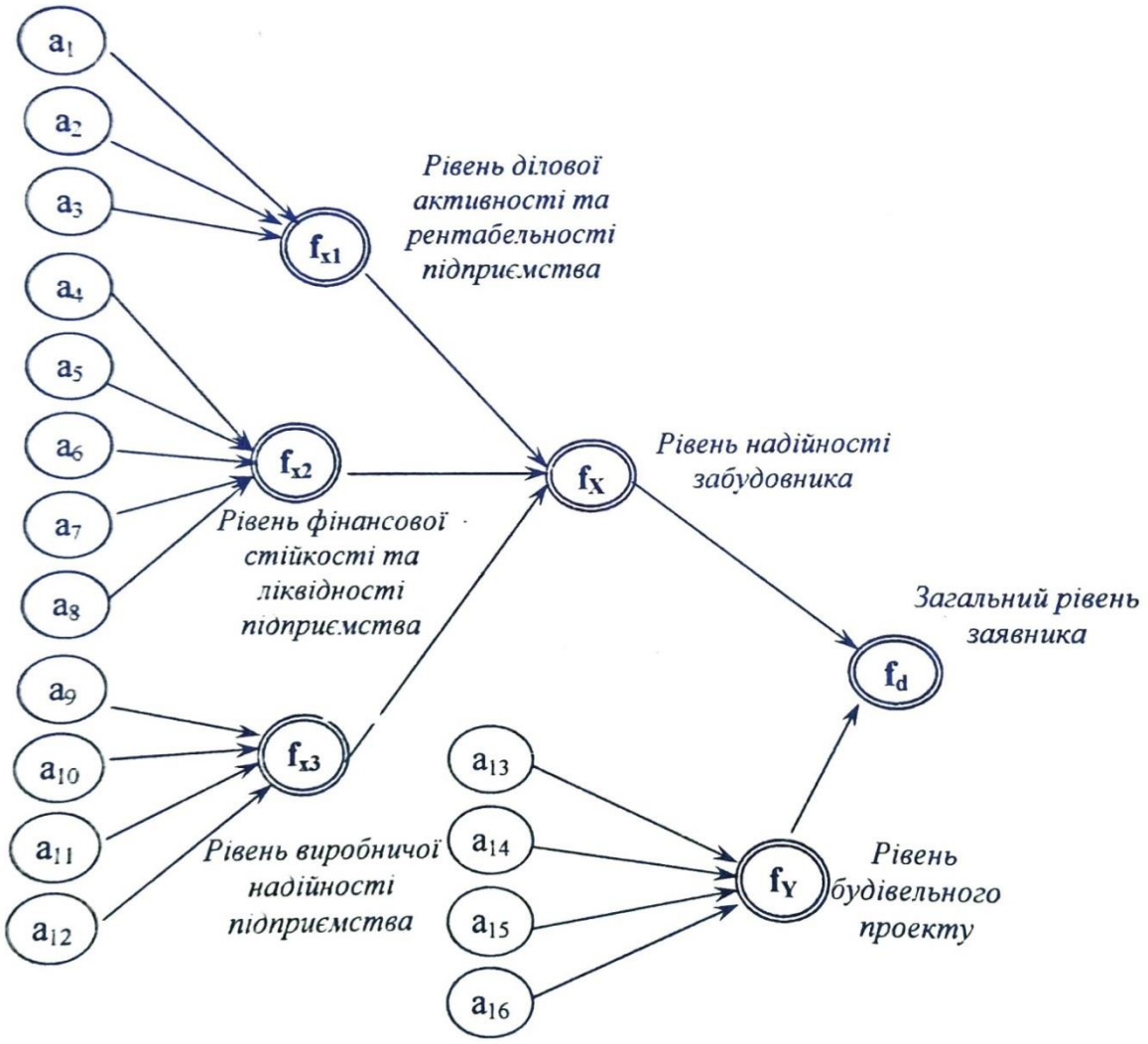


Рисунок 6 – Дерево логічного висновку ієрархічних зв'язків факторів, які визначають рівень заявника-абудівника

Таблиця 1 – Формалізація частинних параметрів лінгвістичними змінними

Позначення та назва параметра	Універсальна множина	Терми для оцінки
A_1 – коефіцієнт оборотності активів	[0; 10]	Низький, середній, високий
A_2 – коефіцієнт оборотності власного капіталу	[0; 20]	Низький, середній, високий
A_3 – рентабельність продукції за прибутком від операційної діяльності	[0; 30]%	Низька, середня, висока
A_4 – коефіцієнт забезпеченості оборотних активів власним капіталом	[0; 0,5]	Нижче норми, відповідає нормі, вищий за норму
A_5 – коефіцієнт фінансової стабільності	[0; 10]	Низький, відповідає нормі, високий
A_6 – коефіцієнт фінансового левериджа	[0; 1]	Відповідає нормі, не відповідає нормі
A_7 – коефіцієнт поточної ліквідності	[0; 10]	Низький, відповідає нормі, високий

Продовження табл. 1

Позначення та назва параметра	Універсальна множина	Терми для оцінки
A_8 – темп росту власних обігових коштів	[0; 5]	Незадовільний, нормальний, високий
A_9 – досвід роботи	[0; 20] років	Малий, середній, високий
A_{10} – коефіцієнт концентрації БМР	[0,5; 1,5]	Нижче норми, норма, вище норми
A_{11} – наявність скарг та порушень законодавства	[0; 1] л.о.	Наявні, відсутні
A_{12} - коефіцієнт плинності кадрів	[0; 0,1]	Низький, середній, високий
A_{13} – вартість 1 м. кв.	[-50; 50]%	Низька, середня, висока
A_{14} - комплексність проекту	[0; 1] у.о.	Крапкова забудова, окремий будинок з комплексною інфраструктурою, комплексна забудова території із необхідною інфраструктурою
A_{15} – схема фінансування будівництва	[0; 1] у.о.	Дольове будівництво(кошти майбутніх власників), забудовник(проектне фінансування), забудовник(власні кошти)
A_{16} – клас енергоефективності будівлі	[45; 150] кВт год\м^2 рік	- Клас В, клас С, клас Д

Таблиця 2 – Нечітка база знать для рівняння (3)

№	Якщо			Тоді
	A_1	A_2	A_3	X_1
1	низький	низький	низький	низький
2	низький	середній	низький	низький
3	середній	низький	низький	низький
4	середній	середній	середній	середній
5	середній	середній	низький	середній
6	середній	низький	середній	середній
7	низький	середній	середній	середній
8	високий	високий	високий	високий
9	високий	високий	середній	високий
10	середній	високий	високий	високий
11	високий	середній	високий	високий

Як приклад, в таблиці 2 наведено нечітку базу знань для рівняння (3). Кожний рядок такої таблиці відповідає одному правилу типу “якщо - тоді”. Зв’язок між лінгвістичними змінними всередині одного правила здійснюється з залученням логічної операції ТА: В межах однієї бази знань лінгвістичні правила- рядки пов’язані логічною операцією АБО. Особливість виразів типу “ЯКЩО - ТОДІ”, які формулюються на природній мові, полягає в тому, що їхня

адекватність, на відміну від кількісних моделей, не змінюється при незначних коливаннях вихідних оцінок у той чи інший бік.

Для визначення загального рейтинга заявника вираховується його ранг по шкалі від 0 до 100, для чого застосовується процедура дефазифікації - перетворення нечіткої множини в чітке число, яка в пропонованій моделі здійснюється методом «центру ваги». Модель реалізована в середовищі облікової системи Matlab 7 з використанням програмного пакету Fuzzy Logic Toolbox v.2.1, призначеного для проектування і дослідження систем прийняття рішення на базі нечіткої логіки.

Висновки

1. Аналіз розвитку ринку житла в Україні засвідчив, що державна політика в житловій сфері була недосконалою та безсистемною. Як наслідок - виникла величезна диспропорція між попитом та пропозицією житла станом на 2017 рік. що в свою чергу сприяло формуванню абсолютно неадекватних цін на житло протягом кількох попередніх років. Фінансова криза підкреслила ці та інші недосконалості ринку житла, а особливо іпотечної системи України і засвідчила, що без внесення принципових змін проблема забезпечення доступності житла не вирішиться. Ці зміни мають носити системний характер, зокрема стосуватись не лише суто будівельного сектору економіки, а й взагалі розвитку економіки в цілому.

2. Враховуючи специфічний вплив на доступність поліпшення житлових умов різноманітних факторів, їх доцільно класифікувати наступним чином: вартість і наявність житла на ринку, механізми споживчого сервісу (розвиненість і умови іпотечного кредитування, субсидії тощо), рівень доходів населення. Формування ринку' доступного житла можливе тільки у випадку збалансованого розвитку всіх перерахованих вище факторів.

3. Основним показником, що характеризує- національний ринок житла з погляду можливості придбання квартир громадянами, вважається індекс доступності житла, який відображає співвідношення, що склалося між середніми цінами на житло і середніми доходами. Розрахований в цій роботі індекс для м. Києва та обласних центрів перевищує аналогічні показники у розвинутих країнах в 1,5-3 рази. Якщо у світовій практиці нормальним вважається строк 3-5 років, в України цей коефіцієнт для різних регіонів становить 12-16 років. А якщо враховувати наявний дохід родини за винятком мінімальних споживчих витрат (1528 гривні в 2017 році), тривалість накопичувального періоду радикально збільшується і становить від 25 до 90 років в різних обласних центрах. При

співставних цінах на нерухомість рівень доходів населення України набагато нижчий, ніж в європейських країнах.

4. В Україні залежно від джерел фінансування діють дотаційні, корпоративні та банківські схеми фінансування будівництва житла, щоправда жодна з них не реалізовувалась настільки масштабно, наскільки це необхідно. З 2014 року в Україні спостерігалось значне зростання житлового іпотечного кредитування, щорічно іпотечний кредитний портфель українських банків зростав вдвічі, однак ринок іпотеки залишається дуже невеликою частиною економіки, особливо в порівнянні з більш зрілими іпотечними ринками інших країн. За оцінками експертів, іпотечні кредити доступні приблизно 10-15% працездатного населення. Частка іпотечних кредитів у ВВП України за підсумками 2017 року склала 8,6%, тоді як в розвинених країнах вона становить 30-100% ВВП; в країнах, що розвиваються -10-30%.

5. Фінансова криза загострила недоліки розвитку іпотечної системи в Україні (зокрема, майже 84% іпотечних кредитів видавались в іноземній валюті, “довгі” кредити видавались за наявності “короткої"” ресурсної бази тощо), - це створило проблему неповернення кредитів та паралізувало банківську систему . Недоліки в організації іпотечного кредитування у вітчизняній банківській системі призвели до того, що на сьогодні, за оцінками експертів, частка проблемних кредитів в кредитному портфелі банків становить більше 15%.

6. Україна законодавчо запровадила дворівневу (американську) модель, яка передбачає навність організованого ринку цінних паперів, забезпечених заставними на нерухомість. Особливості розвитку української економіки свідчать, що для використання цієї моделі немає необхідних передумов і з об’єктивних причин вона масово не працюватиме ще принаймні кілька років. Принциповою перепоною виступатиме відсутність розвинутого ринку інституційних інвесторів і необхідної фінансової інфраструктури. Для широкого використання європейської моделі потужність вітчизняної банківської системи недостатня. На найближчу перспективу найбільш доступним та доречним виглядає впровадження німецької моделі (впровадження системи ощадно-позикових вкладень), яка ефективно працює в східноєвропейських країнах, демонструючи значно вищу ефективність порівняно із системами банківської іпотеки. Основний недолік її запровадження – обмеженість можливої масштабное! І На наш погляд, в Україні потрібно розвивати симбіоз всіх трьох систем, в різні періоди спостерігатиметься переважання кожної з них.

7. За останні два роки в Україні було прийнято цілу низку законодавчо, нормативних актів, спрямованих на підтримку будівельної галузі, спрощення дозвільних процедур та вирішення житлової проблеми. На сьогодні через відсутність повного необхідного законодавчого забезпечення та фінансування вони в повній мірі не працюють. Необхідної системності ці кроки не мають адже без розвитку банківського сектору та фінансового ринку неможливо завпровадити повноцінну дворівневу іпотечну модель, а без законодавчого гарантування збереження вкладень населення та економічної стабільності - німецьку.

8. Серед характерних особливостей житлового будівництва в нашій країні можна відзначити високий рівень монополізації й адміністративного протекціонізму. Рішення даної задачі має бути спрямоване на перехід до конкурсних процедур надання земельних ділянок, розширення доступу забудовників на ринок житлового будівництва, зокрема за рахунок іноземних будівельних компаній, зниження фінансових витрат на стадії підготовки проектів і одержання дозволів на будівництво та орієнтацію на масове будівництво.

9. Розроблено модель оцінки забудовника під час проведення тендерів на будівництво житла та виділення земельних ділянок, яка враховує рівень ділової активності та рентабельності підприємства, рівень його фінансової стійкості та і ЛІКВІДНОСТІ, комплекс виробничих факторів та рівень будівельного проекту і базується на інтелектуальній підтримці прийняття рішення на базі нечіткої логіки, що дозволяє аналізувати як кількісні, так і лінгвістичні фактори.

Створення такої системи передбачало формалізацію процедури оцінки часткових показників якості забудовника на базі теорії нечітких множин, розробку математичної моделі й алгоритму для оцінки часткових показників за допомогою функцій належності; формування баз знань та розробку математичної моделі прийняття рішень на базі узагальненого дерева висновку.

10. Формування економічного механізму розвитку ринку доступного житла має здійснюватись при одночасному вирішені проблеми скорочення витрат енергії на стадії виробництва матеріалів, будівництва та утримання житлового фонду, що зокрема враховано в моделі оцінки забудовника та його комерційної пропозиції.

11. Ефективна житлова політика вимагає впровадження всіх можливих інструментів, доступних для розробки і реалізації завдань у житловому будівництві, до яких належить: подальший розвиток механізмів банківського

іпотечного кредитування; впровадження накопичувальних механізмів придбання житла як альтернативи комерційній іпотеці, (будівельно-ощадних кас, ощадно-позикових установ); забезпечення прозорих та безпечних взаємовідносин між усіма учасниками на всіх етапах процесу будівництва та реалізації житла; стимулювання проектного фінансування як прогресивної поширеної в світі форми фінансування інвестиційних проектів із адекватним розподілом ризиків між учасниками, коли об'єктом вкладення коштів банку при проектному фінансуванні є конкретний інвестиційний проект, а не господарчо-виробнича діяльність підприємства; стимулювання розвитку класу орендного житла як окремого виду економічної діяльності; впровадження прозорих механізмів реалізації землі; орієнтація та комплексний розвиток територій і активне стимулювання позаміського будівництва з резервуванням великих житлових масивів як альтернативного напрямку існуючій на сьогоднішній день практиці «крапкової» забудови; доповнення державних механізмів управління будівельним сектором елементами ринкового саморегулювання.

Літератури

1. Іпотечне кредитування як інструмент житлової політики / Ю.В. Кінзерський // Механізм регулювання соціальної сфери: Зб. наукових праць./ НАН України. Ін-т економіки. Ред.. кол.: Новиков В.М. та ін. – Київ, 2012. –С.78-91.

2. Формування іпотечного фінансування житла в Україні / Бондаренко Є.В. / Формування ринкових відносин в Україні: Зб. наукових праць. Вип.11(54)/Наук. Ред. І.К. Бондар. – К.: НДІЕ, 2015. – С.48-52.

3. Доступність іпотечного кредитування в країні / С.А. Ушацький / Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формуванн ринкових відносин: Зб. наукових праць. Вип.17. – К.: КНУБА, 2014. – С.181-185.

4. Механізми фінансування житла. / С.А. Ушацький / Вісник Хмельницького національного університету. – 2008. - №1. – т.1. (103). –С.117-121.

5. Сердюк А.В. Розвиток ринкових відносин у будівельному секторі як засіб підвищення доступності житла. / Л.Г. Бабур, А.В. Сердюк // Матер. доп. всеукр. наук. практ. конф. «Проблеми формування конкурентоспроможності підприємств за умов нестабільної світової економіки». 27 квітня 2009 р. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2016. – С.44-45.

Рецензенти:
Кучерук Н.Ю.., доктор економічних наук, професор кафедри менеджменту Державного університету інфраструктури транспорту.
Гречан А.П., доктор економічних наук, професор кафедри економіки Національного транспортного університету.

Reviewers:
Kucheruk N.Yu., Doctor of Economics, Professor, Department of Management, State University of Transport Infrastructure.
Hrechan A.P., Doctor of Economics, Professor, Department of Economics, National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **15.08.2017 р.**

УДК 332.6

Осяєв Ю.М., канд. техн. наук

ПІДХОДИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ОЦІНКИ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Анотація. Оцінка автомобільних доріг з точки зору ефективності інвестиційних проектів дорожніх робіт. Розробка методичних підходів щодо комплексної оцінки ефективності інвестиційних проектів будівництва та ремонту автомобільних доріг шляхом урахування відповідної сукупності ефектів, що виникають під час експлуатації нової або відремонтованої дороги та зміни вартості інвестицій залежно від тривалості їх впровадження є новим кроком проведення оцінки автомобільних доріг.

В статті визначені критерії та показники інвестиційної оцінки об'єктів автомобільних доріг, з точки зору їх майнової привабливості.

Ключові слова: інвестиційні проекти, критерії та показники інвестиційної оцінки об'єктів автомобільних доріг, стратегічне управління дорогами, ефективність, аналіз інформації.

UDC 332.6

Osiaiev Yu., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.)

APPROACHES TO THE EVALUATION OF ROAD

Abstract. An estimation of highways is from the point of view of efficiency of investment projects of road-works. Development of methodical approaches is in relation to the complex estimation of efficiency of investment projects of building and repair of highways by taking into account of corresponding totality of effects that arise up during exploitation of new or repaired road and change of cost of investments depending on duration of their introduction is the new step of realization of estimation of highways.

In the article certain criteria and indexes of investment estimation of objects of highways, from the point of view of their property

Keywords: investment projects, criteria and indexes of investment estimation of objects of highways, strategic management, efficiency, analysis of information, roads.

УДК 332.6

Осяев Ю.Н., канд. техн. наук

ПОДХОДЫ К ПРОВЕДЕНИЮ ОЦЕНКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Аннотация. Оценка автомобильных дорог с точки зрения эффективности инвестиционных проектов дорожных работ. Разработка методических подходов относительно комплексной оценки эффективности инвестиционных проектов строительства и ремонта автомобильных дорог путем учета соответствующей совокупности эффектов, которые возникают во время эксплуатации новой или отремонтированной дороги и изменения стоимости инвестиций в зависимости от длительности их внедрения является новым шагом проведения оценки автомобильных дорог.

В статье определенные критерии и показатели инвестиционной оценки объектов автомобильных дорог, с точки зрения их имущественной привлекательности.

Ключевые слова: инвестиционные проекты, критерии и показатели инвестиционной оценки объектов автомобильных дорог, стратегическое управление дорогами, эффективность, анализ информации.

Вступ

На сьогодні існує багато методичних підходів до проведення оцінки автомобільних доріг.

Одні із методик базуються на об'єктивній інформації про стан мережі доріг. Вона відбивається в базах і банках даних, які формуються в різних інформаційних технологіях. Збір інформації та формування банків даних здійснюються в ході робіт по діагностиці або шляхом перенесення її в бази даних з відповідних паспортів доріг. В даний час в дорожньому господарстві України існують стандарти на базі даних стану мережі доріг на підставі систем СУСП, СУПРУД, АЕСУМ, АРМ – СК. Основне призначення цих систем - планування ремонтних робіт і виділення коштів на ремонт і утримання на основі аналізу основних транспортно-експлуатаційних показників, тобто рішення задач стратегічного управління дорогами.

Викладення основного матеріалу

Останнім часом поруч з технічними показниками оцінки автомобільних доріг, необхідно використовувати економічні методи, такі як майнова оцінка

об’єктів автомобільних доріг, інвестиційна привабливість платних автомобільних доріг та інші.

Найбільш цікавими методами, на наш погляд, є оцінка автомобільних доріг з точки зору ефективності інвестиційних проектів дорожніх робіт. Цей метод, на наш погляд, є найбільш актуальним особливо в нових умовах фінансування дорожньої галузі за рахунок Дорожнього фонду. Починаючи з 2018 року цей фонд забезпечить стале фінансування дорожньої галузі, що сприятиме подальшому економічному зростанню і зміцнення статусу України як транзитної держави. Передбачено, що у 2018 році фонд отримає фінансування в розмірі 32,6 млрд. грн. Взагалі ці гроші підуть на фінансування 50 тис. км автомобільних доріг, за яки відповідатиме "Укравтодор", решта 120 тис.км передається на баланс областей з гарантованим фінансування держави з Дорожнього фонду в обсязі лише 35% від його надходжень. Тому решту грошей необхідно додавати за рахунок місцевих бюджетів та шляхом залучення інвестиційних проектів.

Автомобільну дорогу можна визначити у вигляді об'єктів трьох видів: протяжних (ділянок), точкових і площинних. Під ділянкою або об'єктом будемо розуміти таку споруду або протяжний фрагмент дороги, логічний або технічний, який виконує визначений набір функцій або представляється в певній якості, а також може фігурувати в цій якості як єдине ціле і при цьому може бути цілком замінений на аналогічний. Необхідною вимогою до ділянки і об'єкту є його необхідність з інформаційно-аналітичної точки зору проведення ii оцінки. Так, наприклад, у ряді практичних випадків є важливим розглядати такі дрібні об'єкти, як шари дорожнього одягу, деталі прольотних будов моста. Для якісного поділу об'єктів за класами та найбільш простого і в той же час повного опису, зручного для аналізу, необхідно виробити єдиний методичний підхід абстракції конкретних сутностей реального об’єкта на основі уніфікації його параметрів і функцій. Один із принципів даного методичного підходу може бути використання гнучкого пріоритету, який передбачає завдання коефіцієнтів важливості критеріїв оцінки λ_i, що утворюють вектор розподілу :

$$\Lambda = (\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_n). \quad (1)$$

Це дає можливість при виборі рішення віддавати перевагу більш важливим критеріям, що практично призводить до оцінки якості вирішення задачі за допомогою зваженого векторного критерію:

$$Y(X) = Y(X, \Lambda) = (\lambda_1 y_1(X) \cdot \lambda_2 y_2(X); ...; \lambda_n y_n(X)) \quad (2)$$

тобто, по суті, - це додаткова нормалізація простору критеріїв числового вектора. Після цього проводиться вибір оптимального критерію на основі одного з можливих принципів оптимальності, але вже для іншого нормалізованого вектора ефективності.

Принцип гнучкого пріоритету дозволяє в розумних межах віддавати перевагу більш важливим критеріям при оптимізації рішень.

Розглянемо тепер склад показників ефективності, що відображають питання, пов'язані з оцінкою автомобільних доріг. Багато з цих показників можуть бути включені до складу векторної цільової функції при оптимізації функціонування системи оцінки доріг.

У зв’язку з цім розглянемо критерії та показники інвестиційної оцінки об’єктів автомобільних доріг, з точки зору їх майнової привабливості. При цьому пропонується використати такі показники як :

- чистий дисконтований дохід (*NPV*);
- індекс прибутковості (*PI*);
- внутрішня норма прибутковості (*IRR*);
- термін окупності (*PB*).

Для розрахунку цих показників використовуваються дисконтовані грошові потоки на основі принципу неоднозначної поточної і майбутньої вартості грошових коштів.

Чиста поточна вартість дає порівняльну оцінку поточної вартості майбутніх грошових надходжень від реалізації платних автомобільних доріг. У загальному випадку величина NPV визначається наступним співвідношенням:

$$NPV = \sum_{i=1}^{tr} Z_i \times \frac{1}{(1+E)^i} + \sum_{i=te}^{tr} D_i \times \frac{1}{(1+E)^i}, \qquad (3)$$

де tr – тривалість розрахункового періоду;

te – період початку експлуатації автомобільних доріг;

Z_i – витрати капіталу на капітальне будівництво;

D_i – доходи за період експлуатації автомобільних доріг;

E – норма дисконту;

i – крок розрахунку

Для визначення величини критерію «індекс дохідності» (*PI*) використовують ті ж потоки платежів, що і для критерію *NPV*, з урахуванням того, що він представляє собою не різницю доходів та витрат від реалізації проекту, а їх співвідношення - доходи, віднесені до витрат:

$$PI = \frac{\sum_{i=te}^{tr} D_i \times \frac{1}{(1+E)^i}}{\sum_{i=1}^{tr} Z_i \times \frac{1}{(1+E)^i}} \quad . \tag{4}$$

Таким чином, якщо величина критерію $PI > 1$, то це свідчить про доцільність реалізації проекту платних автомобільних доріг. Причому, чим більше PI перевищує одиницю, тим більше інвестиційна привабливість проекту. Іншими словами, дисконтовані доходи від реалізації проекту в PI разів перевершують дисконтовані інвестиції.

Під термінами окупності (*PB*) розуміється період часу від моменту початку його реалізації до того моменту експлуатації об'єкта, до якого доходи від експлуатації стають рівними витратам капіталу. При розрахунку величини критерію «термін окупності» капітальні витрати враховуються в дісконтіруемой сумі витрат на реалізацію проекту, а витрати на будівництво або на ремонти автомобільних доріг входять у собівартість робіт і відповідно зменшують суму чистого прибутку в період експлуатації дороги.

Термін окупності інвестиційних проєктів досягається на тому кроці розрахункового періоду, коли величина критерію «індекс дохідності» вперше перевищить одиницю, тобто доходи від реалізації перевищать інвестиційні витрати. Тому алгоритм розрахунку терміну окупності полягає в інтерполяції критерію «індекс дохідності» на величину рівну одиниці для зазначеного кроку розрахункового періоду. Зменшення терміну окупності, природно, підвищує інвестиційну привабливість проекту.

Внутрішня норма прибутковості (*IRR*) визначає ту розрахункову ставку відсотків, при якій капіталізація регулярно одержуваного доходу дає суму рівну інвестицій і, отже, капіталовкладення є окупною операцією.

Виходячи з цього, можна записати співвідношення розрахунку критерію IRR в наступному вигляді:

$$\sum_{i=te}^{tr} D_i \times \frac{1}{(1+E)^i} - \sum_{i=1}^{tr} Z_i \times \frac{1}{(1+E)^i} = 0, \tag{5}$$

де $E = IRR$

Таким чином, чим більше величина дисконту, тим менше сьогоднішня вартість майбутніх надходжень грошових коштів.

При оцінці інвестиційної привабливості проектів за умови отримання позики, до початку розрахунку,звичайно відомі умови надання кредиту, в тому

числі і ставка відсотків за його надання. Якщо кредит надається частинами в різні періоди від моменту початку реалізації проекту, то підвищення ставки відсотків за кредит призведе до зниження вартості майбутніх надходжень кредиту, дісконтіруемих до моменту початку реалізації проекту. Такий підхід веде до завищення величини повірочного дисконту. Тому для потоків позикових коштів необхідно використовувати або ставку відсотків за кредит, або норму дисконту, прийняту для проведення розрахунків.

При оцінці комерційної і бюджетної ефективності автомобільних доріг необхідно враховувати зовнішні економічні фактори:

- прогнози загального індексу інфляції та індексів зміни цін протягом усього розрахункового періоду реалізації проекту;

- чинну систему оподаткування.

Визначення прогнозних вартісних покаників проекту здійснюється послідовно по кроках розрахункового періоду, виходячи із загального індексу зростання цін за видами продукції та послуг на кожному кроці.

Загальний індекс інфляції на кроці *t-m* визначається наступним чином:

$$I_{заг} = I_б \cdot I_1, I_t....I_m, \quad (6)$$

де $I_б$ – базисний індекс інфляції,

I_1 - ланцюговий індекс інфляції на 1-му кроці;

I_t – ланцюговий індекс інфляції за крок *t*, характеризує зміну індексу інфляції у часі *t.*

Відомо, що будівництво та ремонт автомобільних доріг потребують значних капіталовкладень, тому відповідні автомобільні дороги або їх ділянки, як визначено в узагальненій класифікації дорожніх об’єктів – це за своєю суттю окремі інвестиційні проекти, фінансування яких може здійснюватися за рахунок державних коштів, українських і закордонних інвесторів і на засадах державноприватного партнерства. Протягом тривалого часу обсяги виконання цих видів дорожніх робіт незначні, що пояснюється декількома причинами: низьким рівнем фінансування дорожнього господарства, недостатньою інвестиційною привабливістю нашої країни, недосконалою законодавчою та методичною базою.

Оцінку ефективності реконструкції та будівництва автомобільних доріг можна здійснювати відповідно до таких методичних розробок:

- Методика техніко-економічного обґрунтування будівництва та реконструкції платних та альтернативних доріг (М 218-02070915-255:2004) [1].

- Методика комплексної оцінки будівництва та реконструкції автомобільних доріг з урахуванням соціально-економічної та екологічної ефективності (М 218-02070915-630:2007) [2].

- Методичні вказівки з оцінки ефективності інвестиційних проектів у дорожньому господарстві (М 218-02071168-665:2009) .

Зазначені вище методичні розробки базуються на розрахунку основних інвестиційних показників: чистого дисконтованого прибутку, індексу прибутковості, внутрішньої норми прибутковості, строку окупності та відрізняються сукупністю ефектів, що враховуються при обчисленні цих показників. Так, у Методиках М 218-02070915-255:2004 , М 218-02070915-630:2007 визначають ефекти від скорочення капіталовкладень у рухомий склад, від зниження собівартості перевезень, від скорочення часу перебування пасажирів у дорозі, від зменшення кількості ДТП, які розраховуються відповідно до вимог ВСН 21-83 [4].

Методичні вказівки з оцінки ефективності інвестиційних проектів у дорожньому господарстві М 218-02071168-665:2009 базуються на розрахунку соціально-економічних ефектів, які виникають лише у користувачів нової автомобільної дороги, а саме: економія транспортних витрат; додатковий прибуток від збільшення обсягів транспортування; скорочення витрат особистого часу пасажирів; економія від зниження збитків від дорожньо-транспортних пригод; підвищення комфорту руху. Таким чином, можна зазначити, що на сьогодні відсутній науково-обґрунтований перелік ефектів, які виникають від впровадження нової або відремонтованої автомобільної дороги. Ще одним недоліком зазначених вище методичних розробок [1-3] є некоректне врахування тривалості інвестицій при здійсненні оцінки ефективності інвестиційних проектів реконструкції та будівництва автомобільних доріг. У цих методичних розробках обсяг капіталовкладень дисконтують, що призводить до зменшення їх вартості, проте, чим довше тривають дорожні роботи, тим їх вартість з роками лише збільшується. Ефекти від впровадження нової автомобільної дороги утворюються від покращення транспортно-експлуатаційних якостей дороги, зручності та безпеки руху, порівняно з існуючою дорогою (при її реконструкції) та з альтернативною дорогою (при будівництві). Особливо це має значення при оцінці будівництва платних доріг.

Залежно від основних принципів оцінки ефективності інвестиційних проектів можна використовувати низку методів, які умовно поділяються на три групи:

1) методи, які засновані на застосуванні концепції дисконтування витрат і доходів (динамічні методи);

2) методи, що не використовують концепцію дисконтування (статичні методи);

3) методи, що враховують імовірнісні характеристики інноваційно-інвестиційної діяльності (імовірнісні методи).

Інвестиційні проекти будівництва та ремонту автомобільних доріг належать до соціально важливих, тривалих і капіталоємних проектів. Враховуючи ці обставини, а також відповідно до Методики проведення аналізу ефективності здійснення державно-приватного партнерства [5], найдоцільнішим є використання першої групи методів, шляхом розрахунку таких показників як чистої приведеної вартості (прибутковості), індексу рентабельності (прибутковості), внутрішньої норми дохідності (прибутковості), строку окупності інвестиційного проекту.

Чиста приведена вартість (NPV) характеризує загальний абсолютний результат (ефективність) інвестиційного проекту, який визначають шляхом розрахунку різниці між дисконтованими річними надходженнями, що накопичуються протягом всього життєвого циклу проекту, та початковими інвестиціями.

До річних надходжень, що накопичуються протягом всього життєвого циклу інвестиційного проекту експлуатації нової або відремонтованої автомобільної дороги, можуть належати: річна економічна оцінка сумарних переваг користувачів дороги, плата за експлуатацію об’єктів дорожнього сервісу, розміщених на смузі відведення, а також економічний, соціальний і екологічний ефекти, які виникають на протязі експлуатації автомобільної дороги.

У зв’язку зі значною тривалістю реконструкції та будівництва автомобільних доріг інвестиції здійснюють протягом всього строку виконання дорожніх робіт. Грошові показники у проектно-кошторисній документації повинні бути наведені у цінах поточного року. Тому загальна вартість реконструкції та будівництва з кожним роком збільшується, що призводить до зростання загального обсягу інвестицій з урахуванням відповідного множника нарощування (коефіцієнта компаундування).

Таким чином, розрахунок чистої приведеної вартості інвестиційних проектів будівництва та ремонтів автомобільних доріг можна представити залежністю:

$$NPV = \sum_{i=Z+1}^{T} \frac{PE_{ЗАГ}t + ДН_t + E_{EKt} + E_{Ct} + E_{ЕКОЛt} - ПВ_t - П_t}{(1+r)^1} - \sum_{z=1}^{Z} IC_z x(1+i)^2, \qquad (7)$$

де $PE_{ЗАГt}$ – річна економічна оцінка сумарних переваг користувачів нової дороги у t-му році, грн;

$ДН_t$ – додаткові надходження від експлуатації об'єктів дорожнього сервісу в t-му році, грн;

$E_{КОЛt}$ – економічний ефект, що виникає на придорожніх територіях у t-му році, грн.;

E_{Ct} – соціальний ефект, що виникає на придорожніх територіях у t-му році, грн;

$E_{ЕКОЛt}$ – екологічний ефект, що виникає на придорожніх територіях у t-му році, грн;

$ПВ_t$ – поточні витрати на утримування та ремонт дороги у t-му році, грн;

$П_t$ – інші платежі та податки у t-му році, грн;

IC_z – витрати на будівництво (ремонт) дороги (обсяг інвестицій) у z-му році, грн;

r – ставка дисконту, част. од.;

i – прогнозний рівень інфляції, част. од.;

t – відповідний рік життєвого циклу (t = 1, T);

T – кількість років експлуатації автомобільної дороги;

z – відповідний рік будівництва (ремонту)

дороги (z = 1, Z);

Z – кількість років будівництва (ремонту) дороги. Прибутковість інвестиційного проекту визначають позитивним значенням показника чистої приведеної вартості.

Визначення ставки дисконту для інвестиційних проектів державно-приватного партнерства здійснюють за формулою [6]:

$$r = w_D x r_s + w_1 x r_k, \qquad (8)$$

де w_D, w_1 – питома вага державних коштів і коштів інвестора відповідно до загального обсягу початкових капіталовкладень інвестиційного проекту, част. од.;

r_s, r_k – соціальна та комерційна ставка дисконту відповідно, %.

У випадку, коли інвестиційні проекти будівництва та ремоту автомобільних доріг здійснюють лише за державні кошти, то для розрахунку чистої приведеної вартості (3) використовують соціальну ставку дисконту.

Індекс рентабельності інвестиційного проекту (PI) визначається як відношення приведених грошових надходжень до інвестиційних витрат:

$$PI = \frac{\sum_{t=z+1}^{T} \frac{PE_{ЗАГt} + ДН_t + E_{EKt} + E_{Ct} + E_{ЕКОЛt} - ПВ_t - П_t}{(1+r)^t}}{\sum_{z=1}^{Z} IC_z x(1+i)^z}, \quad (9)$$

До впровадження можуть бути прийняті інвестиційні проекти з найбільшим значенням індексу рентабельності.

Внутрішня норма дохідності інвестиційного проекту (IRR) передбачає розрахунок ставки дисконту, використання якої забезпечує рівність поточної вартості очікуваних грошових витрат і надходжень:

$$IRR = r_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} x(r_2 - r_1), \quad (10)$$

де r_1 – ставка дисконту, при якій NPV > 0, %;

r_2 – ставка дисконту, при якій NPV < 0, %;

NPV_1, NPV_2– чиста приведена вартість при першій і другій ставках дисконту, грн.

Зі збільшенням значення внутрішньої норми дохідності підвищується й пріоритетність певного інвестиційного проекту.

Строк окупності витрат з урахуванням дисконтування грошових потоків (PP) визначають як період для відшкодування початкових інвестиційних витрат на основі накопичених дисконтованих грошових надходжень зумовлених реалізацією проекту. Якщо надходження грошових коштів є нерівномірним, то стрококупності розраховують прямим підрахунком кількості років, протягом яких інвестиція буде погашена кумулятивним дисконтованим доходом. Для спрощення відповідних розрахунків і зменшення їх трудоємності приблизне значення строк окупності витрат (PP) можуть визначати за формулою:

$$PP = \frac{\sum_{z=1}^{z} IC_z x(1+i)^t}{\frac{\sum_{t=Z+1}^{T} \frac{PE_{ЗАГt} + ДН_t + E_{EKt} + E_{Ct} + E_{ЕККОЛ-ПВt} - П_t}{(1+r)^t}}{T}}, \quad (11)$$

Найменше значення строку окупності витрат свідчить про найбільшу пріоритетність певного інвестиційного проекту.

Висновки

Підводячи підсумки, можна визначити, що у транспортному будівництві все більш актуальним стає питання оцінки автомобільних доріг з точки зору розрахунку економічної ефективності інвестицій. Проте розробка методичних підходів щодо комплексної оцінки ефективності інвестиційних проектів будівництва та ремонту автомобільних доріг шляхом урахування відповідної сукупності ефектів, що виникають під час експлуатації нової дороги та зміни вартості інвестицій залежно від тривалості їх впровадження є новим кроком проведення оцінки автомобільних доріг.

Література

1. Методика техніко-економічного обґрунтування будівництва та реконструкції платних та альтернативних доріг М 218-02070915-255:2004 [Електронний ресурс]. –
Режим доступу: http://www.dorteh.com.ua/document/perelik/.

2. Методика комплексної оцінки будівництва та реконструкції автомобільних доріг з урахуванням соціально-економічної та екологічної ефективності М 218-02070915-630:2007 [Електронний ресурс]. –
Режим доступу: http://www.dorteh.com.ua/document/perelik/

3. Методичні вказівки з оцінки ефективності інвестиційних проектів у дорожньому господарстві: М 218-02071168-665:2009 [Електронний ресурс]. –
Режим доступу: http://www.dorteh.com.ua/document/perelik/.

4. Осяєв Ю.М., Царенок Т.Ю. Ефективне впровадження сучасних інформаційних систем управління складом // Науково-технічний збірник Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. №21,Київ, 2010. С. 62-68

5. Наказ Міністерства економічного розвитку і торгівлі України "Деякі питання проведення аналізу ефективності здійснення державно-приватного партнерства" від 27 лютого 2012р. № 255 // Офіційний вісник України від 30.03.2012 р., № 22, стор. 536, стаття 869, код акту 60866/2012.

6. Бурмака М.М. Визначення ставки дисконту оцінки інвестиційних проектів державно-приватних партнерств / М.М. Бурмака // Сталий розвиток економіки. Вип. 3(25). – 2014. – С. 150-155.

7. Бурмака М.М. Комплексна оцінка ефективності інвестиційних проектів реконструкції та будівництва автомобільних доріг // Автомобільні дороги. Науково – виробничий журнал № 6 – 2015

Рецензенти:
Батракова А.Г., д-р техн. наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.
Яценко І.В., канд. екон. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:
Batrakova A.H., Dr. Tech. Sci., Kharkiv National Automobile and Highway University.
Yatsenko I.V., Cand. Econ. Sci., National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **08.08.2017 р.**

УДК 338.242

Соколова Н.М., канд. екон. наук, **Гудима І.В.**

ЗАСТОСУВАННЯ РЕАЛЬНИХ ОПЦІОНІВ ПРИ ОЦІНЦІ ЕФЕКТИВНОСТІ НОВИХ ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Анотація. У статті розглянуто основні аспекти застосування реальних опціонів, проаналізовано дорожньо-будівельні матеріали та методи реальних опціонів і їх моделі.

Актуальність статті обумовлена незавершеністю теоретичного обґрунтування реальних опціонів в Україні, а також необхідністю їх практичного застосування при оцінці ефективності нових дорожньо-будівельних матеріалів.

Ключові слова: дорожнє господарство, дорожньо-будівельні матеріали, інвестиційні проекти, нові матеріали, опціон, реальний опціон.

UDC 338.242

Sokolova N., Cand. Econ. Sci. (Ph.D.), **Hudyma I.**

APPLICATION OF REAL OPTIONS IN ESTIMATION OF EFFICIENCY OF NEW ROAD-BUILDING MATERIALS

Abstract. The main aspects of the application of real options were considered and road building materials and methods of real options and their models were analyzed in the article.

The relevance of the article is due to the incompleteness of the theoretical justification of real options in Ukraine, as well as the need for their practical application during evaluation of the effectiveness of new road building materials.

Keywords: road economy, road building materials, investment projects, new materials, option, real option.

УДК 338.242

Соколова Н.Н., канд. экон. наук, **Гудыма И.В.**

ПРИМЕНЕНИЕ РЕАЛЬНЫХ ОПЦИОНОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВЫХ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. В статье рассмотрены основные аспекты применения реальных опционов, проанализированы дорожно-строительные материалы и методы реальных опционов и их модели.

Актуальность статьи обусловлена незавершенностью теоретического обоснования реальных опционов в Украине, а также необходимостью их практического применения при оценке эффективности новых дорожно-строительных материалов.

Ключевые слова: дорожное хозяйство, дорожно-строительные материалы, инвестиционные проекты, новые материалы, опцион, реальный опцион.

Вступ

Процес створення і впровадження нових матеріалів є іноваційним проектом, зміна параметрів якого в часі являє собою складний динамічний випадковий процес. В інноваціях присутні етапи або стадії, яких немає в "звичайних" проектах: наукова розробка, дослідження, дослідні випробування, вивчення отриманих характеристик, маркетингове дослідження того, наскільки отримані продукт може бути затребуваний, патентування, розкручування ринку тощо. Все це вимагає додаткових вкладень часу і грошових коштів [2, с. 37].

Можливість керування цим процесом можна визначити як управлінську гнучкість. Проте, на сьогодні, ще недостатньо розроблені теоретичні і практичні аспекти оцінки інноваційних проектів, зокрема проектів створення якісних дорожньо-будівельних матеріалів, для яких кількісне визначення величини грошових потоків у фінансовому плануванні проектів можливо лише з високим ступенем похибки, спричиненою комплексним характером проекту і невизначеностю, що супроводжує процес його виконання.

Мета і методи. Метод реальних опціонів доповнює традиційні методи оцінки і дає змогу враховувати деякі аспекти, які недоступні такому методу, як

метод чистої приведеної вартості. Водночас, реальний опціон виступає фінансовим інструментом, який сприяє менеджерам знижувати ризики проекту. Існують різні методи реальних опціонів, наприклад, методи оцінки економічної ефективності інноваційних проектів, метод дисконтування грошових потоків, DCF, метод Монте-Карло, під яким мають на увазі сукупність чисельних рішень. Основною складністю застосування методу Монте-Карло, звичайно, є припущення про відомих законах розподілу, необхідних для багаторазових імітацій. В реальних умовах інновацій, коли кожен проект унікальний і самобутній, такого знання годі чекати.

В даний час, в силу стрімкого розвитку і активного застосування математичних методів в економіці, все частіше постає проблема відсутність якісних баз даних, ніж задовільного методу оцінки.

Результати і пояснення. Однією з важливих галузей дорожнього господарства є капітальне будівництво та ремонт автомобільних доріг ефективність якого значною мірою пов’язана з використанням існуючих та нових дорожньо-будівельних матеріалів.

Нові дорожньо-будівельні матеріали сприяють підвищенню якості, довговічності, надійності та більшому строку служби асфальтобетонного покриття.

Інтенсивний рух транспорту в поєднанні з несприятливими погодно-кліматичними факторами (які характерні протягом більшої частини року) висувають високі вимоги до асфальтобетонних покриттів. Якість асфальтобетону в значній мірі визначається властивостями бітуму, що відіграє роль зв’язуючого елементу, який забезпечує утворення з окремих мінеральних зерен монолітного композиційного дорожньо-будівельного матеріалу.

В процесі планування розробки і впровадження нових дорожньо-будівельних матеріалів необхідно оцінювати економічну ефективність цього проекту, тому що фінансування дорожньої галузі є недостатнім. Потрібні нові фінансові інструменти, що вже перед заключенням договорів на дослідження і розробку могли б передбачати можливі несприятливі і сприятливі ситуації реалізації інноваційного проекту для включення в специфікації договору умовних вимог. Це можна зробити на основі застосування теорії реальних опціонів, яка виникла на підґрунті теорії фінансових опціонів, але розглядає реальні активи і враховує їх особливості.

Вважається, що першим, хто звернув увагу на можливість застосування фінансового інструменту опціону до умов інвестицій в реальному секторі і ввів сам термін "реальний опціон" (англ. real option), був С. Майерс, який в 1977 році опублікував роботу, присвячену політиці корпоративних запозичень.

Основою появи нового поняття у теорії фінансового інжинірингу стала робота у 1973 році Фішера Блека (Fisher Black), Майрона Шоулза (Myron Scholes) та Роберта Мертона (Robert Merton) стосовно оцінки вартості фінансових опціонів. У 1977 році за цю роботу Шоулз та Мертон були нагороджені Нобелівською премією з економіки.

Опціон – договірне зобов'язання купити або продати певний вид цінностей чи фінансових прав за встановленою на момент підписання угоди ціною в межах певного періоду. В обмін на отримання такого права покупець опціону сплачує продавцеві певну суму – премію. Ризик покупця опціону обмежений цією премією, а ризик продавця зменшується на величинуотриманої премії.

Реальний опціон – це контракт, який дає право, але не зобов'язує купити чи продати базовий актив у вигляді реального проекту за заздалегідь встановленою ціною протягом деякого наперед встановленого проміжку часу і водночас виступає способом хеджування ризиків інвестиційних проектів, пов'язаних з придбанням та створенням власними силами нових реальних активів, а також придбанням реальних активів. Всі аналогічні фондовому опціону параметри реального опціону можуть бути прописані в опціонних угодах [1, с.89].

Реальний опціон (англ. *Real options*) дозволяє менеджерам приймати майбутні рішення, які змінюють вартість рішень з бюджетування капіталу, зроблених сьогодні. Реальні опціони подібні до фінансових опціонів тим, що вони дають власнику опціона право (але не зобов'язання) прийняти певне рішення. Різниця між ними полягає в тому, що реальні опціони базуються на реальних, а не на фінансових активах і залежать від майбутніх подій. Реальні опціони дають менеджерам гнучкість, яка дозволяє збільшити чисту теперішню вартість окремих інвестиційних проектів.

У реальних опціонів, на відміну від фінансових, де базовим активом є фінансовий інструмент (акція, облігація), є реальні активи (інвестиції, ресурси, виробничі потужності). Головною метою методу реальних опціонів є оцінка вартості реальних активів в умовах різних факторів невизначеності. Поняття

гнучкості прийняття проектних рішень також відіграє центральну роль і через те метод дозволяє підвищити ефективність дій в умовах невизначеності і ризику.

Застосування методу реальних опціонів перспективне при стратегічному інвестиційному проектуванні також через те, що менеджери проектів можуть більш оперативно враховувати появу нової інформації. Наприклад, розглядуваний проект в даний час є економічно неефективним, але у випадку сприятливої зміни кон'юнктури ринку він може стати доцільним. Тоді, приймаючи рішення не інвестувати в проект, яке ґрунтується на інформації, втрачається можливість отримати прибуток у майбутньому. Тобто, ризик опціонів, він розглядається як потенційне джерело вартості.

Існує усталена думка, що широке впровадження методу в управлінні проектами дозволить більш оперативно реагувати на зміну ринкової кон'юнктури, зосереджувати увагу на різних сценаріях розвитку і не упустити нові можливості для розвитку.

Для оцінювання вартості реального опціону вживаються такі головні моделі:

- модель Блека-Шоулза на основі розвязання диференціальних рівнянь в частинних похідних;
- біноміальна модель Кокса-Росса-Рубінштейна з дискретними подіями; модель Датара-Метьюза на основі імітаційного моделювання;
- модель нечітких виплат Коллана на основі нечітких чисел [2].

У моделі Блека-Шоулза мається на увазі безперервність часу — іншими словами, можливість купити/продати свій реальний опціон вбудь-який момент часу.

Слід зауважити, що модель Блека-Шоулза розроблена для фондового ринку і містить необґрунтовані передумови при використанні реальних опціонів, тому що:

1) в ній потрібно знати мінливість (волатильність) ціни базового активу (чистої теперішньої вартості проекту), чого неможливо зробити з-за відсутності історичних баз даних для порівняння;

2) математична модель є модель в неперервному часі.

Модель Кокса-Росса-Рубінштейна заснована на використанні біноміальної решітки, хоча іноваційні проекти дослідження і розробки мають, в загальному випадку, більш розгалужену структуру і краще моделюються

поліноміальною решіткою [3, с. 70-71], проте має недоліки, подібні до недоліків моделі Блека-Шоуза.

Модель Датара-Метьюза (ДММ) [4] була розроблена для подалання відмічених недоліків і, перш за все, для спрощення оцінювання реальних опціонів іноваційних проектів в практичній діяльності. В ній весь інвестиційний проект розглядаєтьс як один реальний опціон, якщо інвестиція може бути перервана у випадку прогнозування втрат [5].

Три можливі сценарії отримання операційного прибутку можна уявити як конус невизначеності, що представляє діапазон зміни майбутніх подій.

Укрупнений алгоритм ДММ включає такі головні етапи оцінювання проектів дослідження і розробки нових матеріалів:

- генерується три сценарії реалізації проекту: оптимістичний, найбільш вірогідний і песимістичний;
- для кожного року формується трикутне розподілення імовірності NPV (інтервальний прогноз);
- методом Монте-Карло з використанням отриманих трикутних розподілень будується результативне розподілення NPV;
- випадки з негативним NPV відкидаються;
- для позитивного «хвоста» розподілення розраховується середня величина NPV, яка й є вартістю реального опціону.

У загальному випадку, методом Монте-Карло є скоріше не самостійним методом оцінки економічної ефективності інвестицій, а технікою отримання даних для сттатистичного аналізу проекту.

Розвиток реальних опціонів в Європі ознаменувався появою нових робіт Л. Трігеоргіса, А. Дамодарана, Т. Лермана, зокрема в Росії – М. Лімітовського, М. Пирогова, А. Бухвалова, А. Козирева, тощо. Звісно, сказати коли вперше з’явилися реальні опціони в Європі складно, адже багато компаній ледве не щомісяця застосовували їх в своїх операціях, проте не прораховували вигоди від таких угод. У середині 90-х років був зафіксований один з перших випадків застосування реальних опціонів на розширення. Тоді у Португалії неподалік від Лісабону був побудований міст через річку Тахо. Проектувальники настільки якісно і міцно встановили міст, що він за технічними параметрами витримував вдвічі більше навантаження, ніж це вимагалося. Уряд Португалії виконав придбаний заздалегідь опціон на будівництво палуби для приміської залізничної лінії. Таким чином, був виконаний опціон на розширення проекту [6]. Цей

приклад практично показує значимість реальних опціонів для реалізації великих проектів, коли відбувається консолідація зусиль не лише компаній, але й державних органів, а інколи й держав. Так, наприклад, компанія Eurotunnel з допомогою урядів Франції та Великобританії успішно застосувала реальний опціон на розширення в процесі будівництва тунелю через протоку Ла-Манш [7].

Україна належить до країн, в яких фондовий ринок починає розвиватися, а тому практика реальних опціонів в нашій державі не досить поширена. Оцінка реальних опціонів дає важливу додаткову інформацію і тим самим сприяє обгрунтованості прийнятих рішень. Вона повинна розглядатись не як альтернатива, а перш за все як доповнення до традиційного методу NPV (чистої теперішньої вартості) оцінки ефективності проектів, уточнюючи оцінки, визначені дисконтуванням грошових потоків.

Висновки та рекомендації

Отже, вартість реального опціону розуміється як середнє з відповідним чином дисконтованих значень чистого прибутку, з умовою припинення проекту, якщо прогнозується збиток. Переваги ДММ полягають в тому, що непотрібне виконання строгих припущень щодо ринку, а при однакових припущеннях отримується та ж відповідь, як за формулами Блека-Шоулза. Отже, можна зробити висновок відносно доцільності використання ДММ для оцінювання інноваційних проектів дослідження і розробки нових матеріалів.

Теорія і практика реальних опціонів як інструментів поводження з ризиками проектів активно розвивається в усьому світі. Збільшення в останній час масштабів ризиків змушують шукати нових засобів протидії. В такому випадку міжнародні угоди з використання опціонних елементів створюють в кожній країні неповторний, унікальний характер кожного проекту. Підтвердженням даного факту є успішна практика багатьох країн світу у застосуванні реальних опціонів. Для України важливими складовими успішного розвитку проектів є залучення іноземних інвестицій, створення сприятливого економічного та політичного клімату, розвиток фондового ринку та переймання досвіду управління ризиками у зарубіжних компаніях, розвиток міжнародних економічних відносин.

Література

1. Реальные опционы в управлении инвестиционными рисками: теоретические основы и практические приемы / Д. И. Артемова, С. В. Валдайцев, Н. Д. Волкова, А. С. Минаева // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 5: Экономика. - 2001. - N3.- С. 89-103.

2. Collan M. (2011). Modeling Choices in the Valuation of Real Options: Reflections on Existing Models and Some New Ideas [Електронний ресурс] / Mikael Collan // - Режим доступу: http://realoptions.org/openconf2011/data/papers/24.pdf.

3. Ярыгин А.И. Моделирование процессов оценки эффективности инновационных проектов предприятия с использованием реальных опционов: дис. канд. экон. наук: 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (управление инновациями) / А.И. Ярыгин. – Санкт-Петербург, 2015. – 163 с.

4. Mathews S. Valuing Risky Projects with Real Options [Електронний ресурс] / Scott Mathews// *Research-Technology Management,* 2009, 52:5, pp. 32-41. Режим доступу: http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/08956308.2009.11657587?needAccess=true&

5. Grayburn J. Real Options and Investment Decision Making. Consultation [Електронний ресурс] / James Grayburn // Ofgem/Ofgem E-Serve 9 Millbank, London. 2012. - Режим доступу: https://www.ofgem.gov.uk/ofgem-publications/48227/realoptionsinvestmentdecisionmaking.pdf

6. Tao Wang, R. de Neufville. Identification of Real Options «in» Projects MA: 2006/ Manuscript - http://ardent.mit.edu/real_options/Real_opts_papers/Identification%20of%20Real% 20Option%20in%20Projects%20INCOSE.pdf

7. Planet Ware / Eurotunnel Description - http://www.planetware.com/folkestone/ eurotunneleng-k-et.htm.

Рецензенти:
Мамонов К.А., д-р економ. наук, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова.
Славінська О.С., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:
Mamonov K.A., Dr. Econ. Sci., O.M.Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv.
Slavinska O.S., Dr. Tech. Sci., National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **05.07.2017 р.**

УДК 69.003:339.03

Соколова Н.М., канд. екон. наук, **Яценко Б.І.,** канд. екон. наук, **Рубльов А.В.,** канд. техн. наук

ЕКОНОМІЧНА БЕЗПЕКА ДЕРЖАВНОГО ІНВЕСТУВАННЯ БУДІВНИЦТВА ОБ`ЄКТІВ

Анотація. В статті поняття «економічна безпека» адаптоване до будівельного проекту, що реалізується із залученням державних інвестицій, з врахуванням специфіки його операційної системи, змісту фаз і стадій інвестиційного циклу. Управління будівництвом на засадах забезпечення економічної безпеки державних інвестицій реалізують три моделі. Модель «Об'єкт ідентифікатор» обґрунтовує економічну доцільність участі або неучасті держави, як інвестора, в організації інвестування будівельних проектів. Модель «Бюджет-підряд-інвест» забезпечує вимоги держави, як інвестора, в процесі будівництва, через контроль використання інвестицій при їх освоєнні організаціями-учасниками в процесі виконання проектно-пошукових, будівельно-монтажних та спеціальних робіт. Модель «Будальтернатива» – призначена для відбору, на багатокритеріальній основі, задовільного для держави варіанту ресурсно-календарної моделі управління будівництвом.

Розроблені і впроваджені в практику рішення з організації тимчасових які призначені для взаємодію інвестора із провідним виконавцем в процесі підготовки інвестування та реалізації будівельних проектів.

Ключові слова: економічна безпека, державні інвестиції, будівельний об'єкт, сітьове ресурсно-календарне планування, «роботи-дуги», організаційні структури управління.

UDC 69.003: 339.03

Sokolova N.M., Cand. Econ. Sci, (Ph.D.), **Yatsenko B.I.,** Cand. Econ. Sci, (Ph.D.), **Rubliov A.V.,** Cand. Eng. Sci. (Ph.D.)

THE ECONOMIC SECURITY OF PUBLIC INVESTMENT IN CONSTRUCTION

Abstract. The concept of «economic security» adapted to the construction project, implemented with the involvement of public investment, taking into account the specifics of its operating system, the content of the phases and stages of investment

cycle. Construction management on the basis of ensuring the economic security of public investment implement three models.
Model «Object-identifier» justifies the cost-effectiveness of participation or nonparticipation of the state as an investor in the organization of investment construction projects. Model «Budget-consecutive-invest to ensure the requirements of the state as an investor in the building process through the control of investment in their development by participating organizations in the implementation of design, survey, construction and special works. Model «Buildaltemativa» is designed to select, based on multicriteria, satisfactory to the state version of the resource and calendar model construction management.
Developed and put into practice a decision on the organization of temporary structures for the interaction of an investor with a leading performer in the preparation of investment and construction projects.
Key words: economic security, public investment, construction projects, network resource and calendar planning, «work-arc», the organizational management structure.

УДК 69.003: 339.03

Соколова Н.Н., канд. экон. наук, **Яценко Б.И.,** канд. экон. наук, **Рублев А.В.,** канд. техн. наук

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОСУДАРСТВЕННОГО ИНВЕСТИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ

Аннотация. В статье понятие «экономическая безопасность» адаптировано к строительного проекта, реализуемого с привлечением государственных инвестиций, с учетом специфики его операционной системы, содержания фаз и стадий инвестиционного цикла. Управление строительством на основе обеспечения экономической безопасности государственных инвестиций реализуют три модели. Модель «Объект идентификатор» обосновывает экономическую целесообразность участия или неучастия государства, как инвестора, в организации инвестирования строительных проектов. Модель «Бюджет-подряд-Инвест» обеспечивает требования государства, как инвестора, в процессе строительства, через контроль использования инвестиций при их освоении организациями-участниками в процессе выполнения проектно-изыскательских, строительно-монтажных и специальных работ. Модель «Будальтернатива» - предназначена для отбора на многокритериальной основе удовлетворительного для государства варианта ресурсно-календарной модели управления строительством.

Разработаны и внедрены в практику решения по организации временных предназначенные для взаимодействия инвестора с ведущим исполнителем в процессе подготовки инвестирования и реализации строительных проектов.
Ключевые слова: экономическая безопасность, государственные инвестиции, строительный объект, сетевое ресурсно-календарное планирование, «работы-дуги», организационные структуры управления.

Постановка проблеми

Реалізація євроінтеграційних прагнень України, погребує перегляду як мети організації підрядного будівництва, так і традиційних підходів щодо економічного обґрунтування проектів, в яких держава виступає як співінвестор. Якщо переважна більшість існуючих методик та моделей економічного оцінювання будівельних інвестиційних проектів традиційно зосереджені на проблемах економічної привабливості і використовують звичайні показники оцінювання, нові - мають на меті не лише оцінити прибутковість проектів, але й провести комплексне економічне обґрунтування доцільності участі держави як співінвестора, забезпечити на етапі обґрунтування будівельного проекту узгодження економічних інтересів держави з іншими співінвесторами, провідним виконавцем (генеральним підрядником), створити об’єктивну картину руху активів та джерел проекту, від підготовки до здачі об'єкту в експлуатацію.

Аналіз стану досліджуваної проблеми, засвідчив, що традиційні підходи до економічного оцінювання реальних інвестицій та відповідні процедури формування портфелю будівельних проектів зосереджені, переважним чином, на виявленні прибутковості проектів та їх зіставленні в часі з витратами на протязі фаз та етапів інвестиційного циклу. Однак, найважливіша вимога забезпечення економічної безпеки інтересів держави в процесі інвестування залишається поза увагою традиційних підходів. Не відбувається належного врахування вимог щодо поточної вартості незавершеної продукції будівельних інвестиційних проектів, не оцінюється платоспроможність інвестора та надійність провідного виконавця. Адаптація до Євро вимог процесів управління будівництва потребує створення нових аналітичних інструментів, які були б спроможні не лише прогнозувати економічну привабливість будівництва, але й забезпечити захист державних інтересів в процесі інвестування, насамперед, захист державних коштів від несумлінного використання. Отже, створення нової системи

економічної оцінки будівельних проектів, спрямованої на виявлення достовірних переваг та надійності участі держави (на інституційному, регіональному або муніципальному рівні) в інвестуванні будівельних проектів визначає актуальність даної роботи.

Аналіз останніх публікацій

За підсумками аналізу джерел були виявлені переваги тих підходів, в яких пріоритетним є не розгляд окремих аспектів та загроз економічній безпеці, чи звужене тлумачення як збереження економічних, виробничих та інформаційно-технологічних таємниць, а в яких економічна безпека визначається як стан надійного і тривалого функціонування підприємства, як «захищеність її життєво важливих інтересів від внутрішніх і зовнішніх загроз», яка забезпечується системою заходів спеціального правового, економічного, організаційного, інформаційно-технічного і соціального характеру» (В.Ф.Гапоненко «Економічна безпека підприємства. Підходи та принципи», М. : Ось-89, 2017. - С.19). Адаптуючи тлумачення, що викладені в цій та інших роботах щодо економіки безпеки (зокрема, праці таких вчених як Андрійчук В.Г., Беспалько А.Л., Власюк О.С., Власков А.С., Гапонєнко В.Ф., Гнебіденко І.Ф., Грушко В.І., Зіновєв Ф.В., Єрмошенко М.М., Калаштет С.В., Кузьмін О.Є., Куріда Н.М., Онищенко В.О., Лич В.М., Поважний О.С., Тимошенко І.І., Чумаченко М.Г., Чухно А.А. та багатьох інших) і оцінюючи найпоширеніші у вітчизняній теорії і практиці підходи щодо економічної оцінки будівельних проектів (в т.ч. роботи Бланка І.А, Денисенка М.П., Кухленка М.І., Сухорукова А.І., Тяна Р.Б., Ушацького С.А., Федоренка В Г.), був зроблений висновок про необхідність зміни уявлень щодо змісту економічну безпеку стосовно управління будівництвом об’єктів, яке здійснюється із залученням державних інвестицій.

За підсумками цього висновку було визначено предмет, об’єкт, мету і завдання роботи, розроблено структурно-логічну схему організації дослідження.

Мета роботи - створення системи економічних моделей для обґрунтування раціональних для держави як інвестора умов підготовки та реалізації будівельних проектів. Моделі забезпечуватимуть належний для держави як інвестора (в особі державних, муніципальних, регіональних органів влади або підприємств з переважною часткою належних державі активів) рівень економічної безпеки будівельного проекту.

Викладення основного матеріалу

Поняття «економічної безпеки державного інвестування будівництва об'єктів» слід розглядати як результат сполучення економічних підходів, моделей, методик та належних управлінських заходів, які в сукупності мають забезпечити задовільний для держави, як інвестора (співінвестора), та переваги тих підходів, в яких пріоритетним на розгляд окремих аспектів та загроз економічній безпеці, чи її звужене тлумачення як збереження економічних, виробничих та інноваційно-технологічних таємниць, а в яких економічна безпека визначається як стан надійного і тривалого функціонування підприємства, як «захищеність її життєво важливих інтересів від внутрішніх і зовнішніх загроз» заздалегідь визначений рівень вимог щодо організації інвестування, очікуваних результатів, ритмічності інвестування, фінансово-економічної надійності учасників інвестиційного процесу.

Економічна безпека будівельного проекту, яка започатковується ще на етапі інвестиційного задуму, надалі формується і змінюється одночасно із формуванням та розвитком операційної системи будівельного проекту.

Досліджені наявні викладання основного матеріалу теоретико-методичні основи та практичні напрацювання щодо економічної безпеки (ЕБ) виявили нераціональність прямого їх використання при забезпеченні захисту економічних інтересів держави в процесі інвестування підготовки та будівництва об'єктів промислового, цивільного, соціального чи комерційного призначення. Неприпустимість прямого перенесення теоретичних основи ЕБ на будівельний проект, насамперед, обумовлене:

- принциповою відмінністю побудови і проектною спрямованістю операційної системи будівельного виробництва;

- значним рівнем невпорядкованості зовнішнього та внутрішнього середовища реалізації будівельного проекту;

- суперечливістю економічних інтересів учасників будівельного проекту, одним з яких є державний інвестор.

Зазначена наукова гіпотеза та обрана структурно-логічна схема дослідження, що відображені, дали підстави для того, щоб розробити теоретичні основи управління будівництвом на засадах забезпечення економічної безпеки державних інвестицій. Для забезпечення ЕБ в управлінні будівництвом було запропоновано дві групи інструментів (див. А.1 - А.3 на рис.1). *Першу групу* складатимуть *економічні моделі.* Їх призначанням є належний аналітичний супровід для прийняття інвестором рішень - від ініціювання проекту та

обґрунтування доцільності участі держави в ньому як співнівестора - до здачі будівельного об'єкту в експлуатацію. Враховуючи відмінності окремих фаз інвестиційного циклу та специфіку операційної системи будівельного проекту, визначено доцільним, що перша складова А.1. при інвестуванні державою окремого будівельного проекту має враховувати:

1. структуровану за часом, фазами інвестиційного циклу поточну доходність від реалізації проекту для кожного з провідних учасників БП;

- фондоємність проекту по необоротним та оборотним активам;

- середньорічну частку державних коштів в інвестуванні впродовж п'ятирічного циклу підготовки, будівництва та експлуатації проекту;

- розрахункову суму надходжень до бюджетів всіх рівнів впродовж підготовки та реалізації проекту.



Рисунок 1 – Структурно-логічна схема дослідження

Таким чином, складова А.1 ще на етапі ініціювання участі держави в даному проекті створює раціональну основу для дотримання вимог держави як інвестора щодо надійності, раціональної структури та прибутковості вкладень в будівельні проекти.

Друга складова А.2 спрямована на захист державних інтересів в процесі будівництва. Сітьова конструкція моделі у вигляді «робіт-дуг» дозволить оцінити рівень належного, неналежного використання інвестиційних коштів при їх освоєнні організаціями-учасниками в процесі виконання проектно - пошукових, підготовчих, будівельно-монтажних та спеціальних робіт на об'єктах будівництва.

Завершальна аналітична складова А.3 має запровадити модернізований апарат економічної оцінки варіантів (альтернатив) ресурсно -календарної моделі управління будівництва. Відбір варіантів має здійснюватися відповідно до вимог щодо надійності, безпеки інвестування, промислового, цивільного або соціального призначення.

Зрозуміло, що дотримання сучасних вимог ЕБ в управлінні будівництвом об'єктів, що реалізуються за участю державних інвестицій, потребують не тільки належного аналітичного супроводу (на це спрямовані складові першої групи), але й сучасних організаційних структур управління інвестуванням будівництва. На рис.2 подано схему розробленої тимчасової структури у вигляді «Координаційного центру з економічного обґрунтування та управління інвестуванням будівництва» (впроваджена в практику діяльності компанії SW-девелопмент). Така структура призначена на тривалу взаємодію інвестора із провідним виконавцем для реалізації не окремого будівельного проекту, а цілісної інвестиційної програми (портфеля будівельних проектів).

Перша в цьому переліку модель - «Об'єкт-ідентифікатор». Вона дозволяє державі, як інвестору, серед пропонованих альтернатив обрати об'єкт інвестування шляхом застосування нового переліку критеріїв, які оцінюють як економічні переваги проекту, так і надійність її потенційних ділових партнерів в реалізації даного проекту. Основною розрахунково-аналітичною процедурою моделі «Об'єкт-ідентифікатор» є аналіз пропонованих до інвестування будівельних об'єктів за показниками, які об'єднані в наступні групи: «Економічні переваги», «Джерела та зобов'язання», «Якість задуму та маркетингові переваги», «Соціальні переваги », «Надійність виконавців».

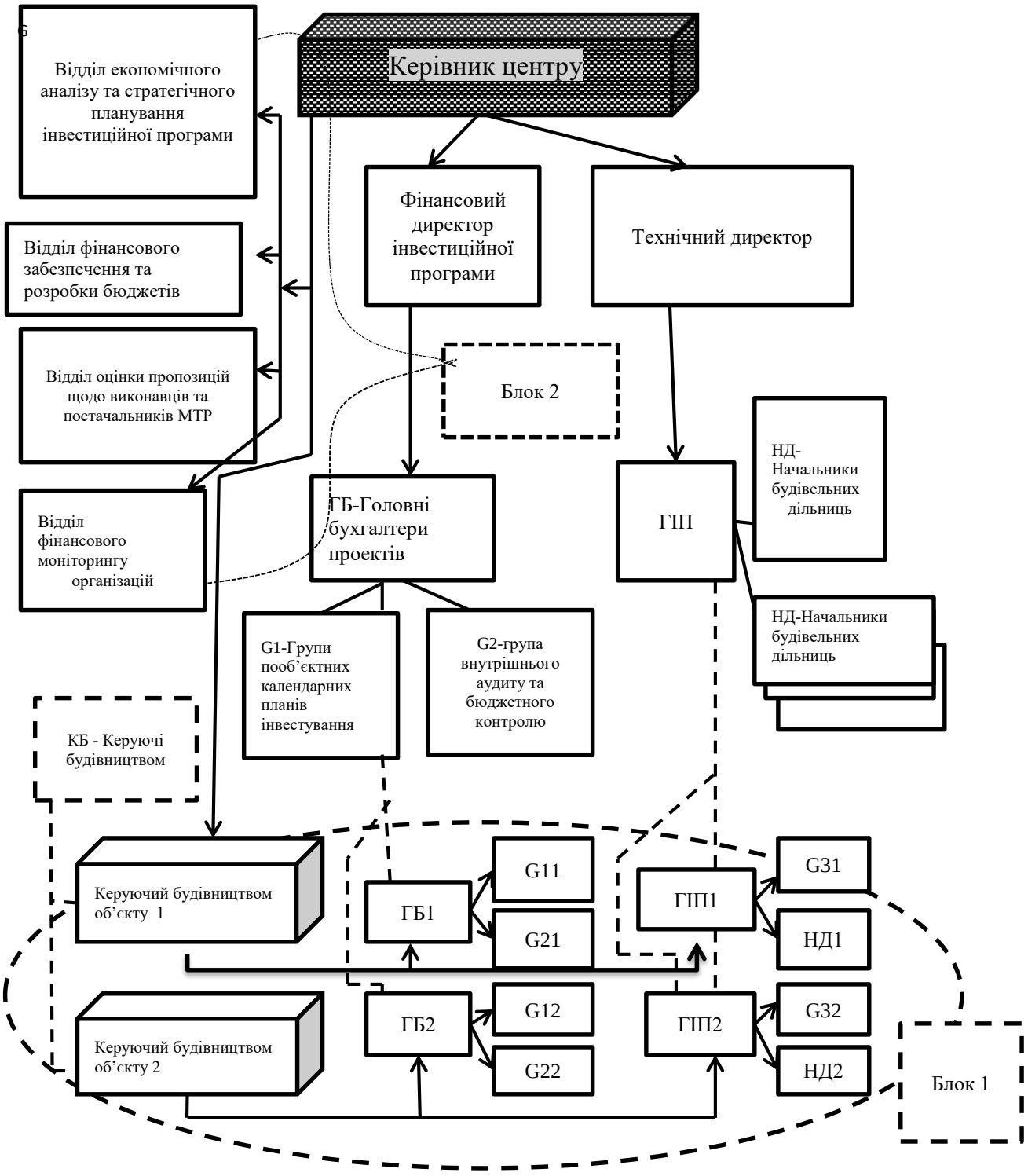


Рисунок 2 – Організаційна структура «Координаційного центру з економічного обґрунтування та управління інвестуванням будівництва» (1 – матрично підпорядковані елементи ОСУ; 2 – функціональні підрозділи ОСУ)

Зазначені показники (їх стислий перелік та зміст подано в табл. 1) формують підсумкову оцінку R (β) проекту β:

$$G_i(\beta)\sum_{m=1} Ni\,\theta_m \times G_{im}(\beta) \to R(\beta) = \sum_{1=1} 5\,\mu_i \quad \times G_i(\beta) \to I^{\text{пр}}\left(\frac{\beta}{\alpha}\right) = \frac{R(\beta)}{R(\alpha)}$$

де β – порядковий номер будівельного об'єкту в переліку пропонованих до інвестування проектів;

G_{im} (Р) – оцінка в універсальних одиницях, розрахована щодо проекту за показником з порядковим номером m в і-ій групі;

N_i – кількість показників в і-тій групі (від 3 в першій групі до 11 - в другій);

μ_i – ваговий коефіцієнт групи в підсумковій оцінці, частка одиниці;

θ_m – ваговий коефіцієнт показника з порядковим номером m в даній групі;

$R(\beta)$ – підсумкова оцінка проекту в універсальних одиницях;

$I^{\text{пр}}\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)$ індекс порівняльної переваги інвестування проекту в порівнянні з проектом, що визначається відношенням відповідних підсумкових оцінок проектів.

Всі одиниці виміру показників трансформуються до єдиного універсального виміру, що дозволяє легко інтегрувати їх в групові оцінки та наочно визначати порівняльні переваги інвестування в певні проекти за окремими показниками (табл. 2). Далі формується матриця інвестиційних пріоритетів проектів (табл. 3.) серед запропонованого переліку.

Таблиця 1 – Зміст показників в групах моделі «Об'єкт-ідентифікатор» (фрагмент)

Gi/Ni	Gim	Назва показника та порядок розрахунку	Одиниці виміру
G_1	...	…	….
6	G_{16}	Індекс оборотності активів проекту, середньо квартальне за 5 роки з початку проекту відношення сукупного обсягу *від* реалізації продукції у вартісному виразі (без ПДВ) до вартості всіх вкладених в проект активів.	Одиниці.
G_2	G_{21}	Частка держави в загальному обсязі інвестицій.	% “
11	G_{22}	Середня на поточний момент серед всіх приватних інвесторів частка чистого оборотного капіталу організацій - співінвесторів	1%
G_5	G_{55}	Загальна ресурсовіддача генпідрядника (іншого провідного виконавця) - середня за останні 3 роки рентабельність активів, відношення річного балансового прибутку до середньорічної вартості всього її майна.	Частка одиниці
6	G_{56}	Виконавча дисципліна генпідрядника - оцінюється за часткою своєчасно введених цією організацією об'єктів за останні 3 роки як співвідношення вартості своєчасно виконаних БМР до вартості всіх МР за цей період.	Частка одиниці

Запроваджені в даній моделі склад показників та порядок їх виміру дозволяють разом з прибутковістю проектів відобразити вимоги ОПР щодо обсягу, джерел, інтенсивності інвестування, фінансової надійності організацій - учасників. Впровадження моделі в практику управління будівництвом дозволить ще на етапі ініціювання проекту прийняти науково-обґрунтоване рішення щодо участі або неучасті держави як інвестора в даному проекті.

Таблиця 2 – Підсумкова оцінка проектів

Шифр проекту, β	Підсумкова оцінка економічної безпеки проекту, універсальні одиниці, R(β)	Загальний обсяг інвестування по проекту, Q, (β), тис.грн	Пропонована державі частка інвестування проекту, $\varphi(\beta)$,%
a	0,9827	13472	87
b	1,0410	18470	35
c	0,8912	461203	52
d	1,0680	8704	26
e	1,1200	9110	40
f	0,9400	103520	100
g	1,0030	10706	68

Наступна модель «Бюджет-підряд-інвест» була розроблена для надання в розпорядження інвестора та виконавця БП сучасного наукового інструменту ресурсно-календарного моделювання, щоб забезпечити економічно надійне управління будівельними проектами за участю держави як інвестора.

Таблиця 3 – Матриця інвестиційних пріоритетів проектів

Шифр проекту, β	Індекс (β/α)						
	a	b	c	d	e	1	g
a	1,0000	1,0593	0,9069	1,0868	1,1397	0,9565	1,0207
b	0,9440	1,0000	0,8561	1,0259	1,0759	0,9030	0,9635
c	1,1027	1,1681	1,0000	1,1984	1,2567	1,0548	1,1254
d	0,9201	0,9747	0,8345	1,0000	1,0487	0,8801	0,9391
e	0,8774	0,9295	0,7957	0,9536	1,0000	0,8393	0,8955
f	1,0454	1,1074	0,9481	1,1362	1,1915	1,0000	1,0670
g	0,9798	1,0379	0,8885	1,0648	1,1167	0,9372	1,0000

Ця модель подана у вигляді набору стандартних елементів, що складається з двох подій (початкової та кінцевої) і дуги між ними. Остання моделює як характер виконання даної роботи, так і економічні відносини між учасниками в процесі її виконання.

Важливою складовою цієї моделі є імітаційний блок моделі у вигляді генератору випадкових подій. По всім роботам представлена стандартизована «лінійка відхилень», яка являє собою дискретний набір значень відсоткових відхилень базової тривалості та кошторисної вартості проектних, підготовчих, будівельно-монтажних та спеціальних робіт. Генератор випадкових подій здійснює по кожній роботі по 100 виборів щодо тривалості, вартості та ритмічності виконання роботи. Розрахункові значення тривалості та вартості

робіт одержуються як середньозважені щодо частоти виборів з «лінійки відхилень».

Одержані в такий спосіб провідні параметри виконання робіт долають інформаційну невизначеність щодо їх можливих коливань в межах окремих робіт-дуг. До переваг моделі слід віднести чітку прив'язку вартісних параметрів моделі до сукупного виконання бюджету інвестиційного проекту, вартісно - майнового стану організацій-виконавців, структури витрат, фінансових результатів організації впродовж виконання роботи. Це дає як інвестору, так і провідному виконавцеві БП можливість заздалегідь врахувати можливі коливання виконання робіт та, в такий спосіб, обґрунтовано маневрувати ресурсами інвестора.

Завершальною складовою (визначеною вище як А.З) є модель «Будальтернатива». В ній реалізовано новий підхід до відбору варіантів економічно надійної ресурсно -календарної моделі управління будівництва.

Основні розрахунково-аналітичні процедури моделей інтегровані в комплекс прикладних програм. Економічні моделі, програмний комплекс та рішення щодо оргструктур впроваджені в практику реалізації ряду будівельних проектів промислового та соціального призначення м. Києва та Київської області. Впровадження довело цінність результатів роботи забезпечення в управлінні будівництвом вимог щодо прибутковості проектів, структури вкладень, економічної безпеки та маневреності використання інвестиційних коштів.

Визначальними передумовами дослідження є забезпечення державних інтересів в процесі інвестування будівництва об'єктів промислового, цивільного або соціального призначення та захист державних інвестицій в активи проектів від несумлінного використання. Це потребує адаптації поняття «економічна безпека» до будівельних проектів, з врахуванням специфіки його операційної системи, змісту фаз і стадій інвестиційного циклу. Саме тому в роботі поняття «економічна безпека» розглядається як економічна безпека будівельних проектів, що готуються і реалізуються за участю державних інвестицій. Аналіз стану досліджуваної проблеми виявив, що поняття «економічна безпека державного інвестування будівництва об'єктів» слід розглядати як результат сполучення економічних підходів, моделей та належних управлінських заходів, які в сукупності мають забезпечити задовільні для держави, як інвестора (співінвестора), та заздалегідь визначені умови щодо: організації та ритмічності інвестування, очікуваних результатів від реалізації проектів, надійності учасників інвестиційного процесу, разом з ретельним постійним економічним

моніторингом процесу інвестування по об'єктам будівництва. Управління будівництвом на засадах забезпечення економічної безпеки державних інвестицій потребує створення належної аналітичної основи економічної оцінки процесу участі держави в інвестування будівельних проектів. Вона має бути адаптованою до змісту інвестиційного циклу будівельних проектів. Така система реалізується завдяки моделям: «Об'єкт- ідентифікатор», «Бюджет-підряд-інвест» та «Будальтєрнатива». Забезпечення економічної безпеки та інших вимог держави, як інвестори, в процесі попереднього техніко-економічного обґрунтування (ТЕО), вибору об'єктів будівництва для інвестування та підготовки проектів забезпечується моделлю «Об'єкт-ідентифікатор». Реалізована в моделі параметрична база науково обґрунтовує рішення про участь або неучасть держави в інвестуванні будівництва. Модель створює підстави для забезпечення інтересів держави щодо надійності вкладень, раціональної структури та прибутковості державних інвестицій в будівельні проекти.

Література

1. Федоренко В.І. Нові моделі забезпечення економічної безпеки державного інвестування будівельних проектів / Зб. наук, праці «Формування ринкових відносин в Україні». – К. : НДЕІ, 2016 - № 1(116) – С.137-140.

2. Бондаренко Є.В. Трансформація сітьових моделей управління будівництвом для забезпечення економічної безпеки державних інвестицій /Лагутіна З.В //Інвестиції: практика та досвід. – 2015 – № 1. – С. 10-14.

3. Латутіна З.В. розробка сучасних аналітичних інструментів забезпечення економічної безпеки державного інвестування будівельних проектів / Лаіутіна З.В. Інвестиції: практика та досвід. – 2015- № 2. – С.11 -1 3.

4. Яценко І.В. Реалізація нових механізмів забезпечення економічної безпеки спорудження будівельних об'єктів з державною часткою інвестицій. Зб. наук, праць «Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин». – К. . КНУБА, 2016. – Вип. 22. – С. 84 - 92.

5. Гайко А.Ф. Оновлення ресурсно-календарних моделей спорудження будівельних об'єктів для забезпечення економічної безпеки державних інвестицій Зб. наук, праць «Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин». – К. : КНУБА, 2016. – Вип. 23. – С. 64 - 70.

Рецензенти:
Кучерук Н.Ю.., доктор економічних наук, професор кафедри менеджменту Державного університету інфраструктури транспорту.
Гречан А.П., доктор економічних наук, професор кафедри економіки Національного транспортного університету.

Reviewers:
Kucheruk N.Yu., Doctor of Economics, Professor, Department of Management, State University of Transport Infrastructure.
Hrechan A.P., Doctor of Economics, Professor, Department of Economics, National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **15.08.2017 р.**

УДК 625.76

Харченко А.М., канд. тех. наук, **Смірнов А.М.**

ОСНОВНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В НАПРЯМКУ ОБҐРУНТУВАННЯ РІВНІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ В ЗИМОВИЙ ПЕРІОД

Анотація. У статті розглянуто проблему обґрунтування рівнів обслуговування автомобільних доріг в зимовий період. Проаналізовано основні види робіт по боротьбі із зимовою слизькістю, проблему обґрунтування ресурсів дорожньої організації та маршрутизації спецтехніки. Досліджена література підтримки прийняття рішень щодо виконання операцій по зимовому утриманню доріг з використанням методів оптимізації маршрутизації автомобілів та витрат хімічних реагентів.

Ключові слова. Зимове утримання, стан покриття, реагенти, маршрутизація

UDC 625.76

Kharchenko A., Cand. Eng. Sci (Ph.D), **Smirnov A.**

BASIC RESEARCH IN THE DIRECTION OF JUSTIFICATION OF THE LEVELS OF ROAD MAINTENANCE IN THE WINTER PERIOD

Abstract. The article considers the problem of justifying the levels of road maintenance in winter. The main types of work to combat winter slipperiness, the problem of justifying the resources of the road organization and the routing of special equipment were analyzed. The literature of support of decision-making on performance of operations on winter road maintenance with use of methods of optimization of routing of vehicles and consumption of chemical reagents is investigated.

Keywords. Winter maintenance, pavement condition, reagents, routing.

УДК 625.76

Харченко А.Н., канд. тех. наук, **Смирнов А.Н.**

ОСНОВНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В НАПРАВЛЕНИИ ОБОСНОВАНИЯ УРОВНЕЙ ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Аннотация. В статье рассмотрена проблема обоснования уровней обслуживания автомобильных дорог в зимний период. Проанализированы основные виды работ по борьбе с зимней скользкостью, проблема обоснования ресурсов дорожной организации и маршрутизации спецтехники. Исследована литература поддержки принятия решений по выполнению операций по зимнему содержанию дорог с использованием методов оптимизации маршрутизации автомобилей и расхода химических реагентов.

Ключевые слова. Зимнее содержание, состояние покрытия, реагенты, маршрутизация

Вступ

Зимове утримання доріг, згідно з «Єдиними правилами зимового утримання автомобільних доріг» ПГ.1-218-118 [1], визначає комплекс робіт, які проводяться дорожньо-експлуатаційними організаціями для забезпечення безперебійного та безпечного руху на автомобільних дорогах у зимовий період, і включають очистку доріг від снігу, їх захист від снігових заносів і боротьбу з зимовою слизькістю. Ці оперативні заходи значно впливають на безпеку руху, доступність, транспортні витрати та навколишнє середовище і, крім того, дуже витратні для організацій, що займаються експлуатаційним утриманням доріг. Тому розробка ефективних стратегій та методів оперативних заходів по боротьбі з зимовою слизькістю, що ґрунтуються на накопиченні історичних даних, знань та досвіду експертів про наслідки й витрати, пов'язані з забезпеченням різних зимових рівнів обслуговування автомобільних доріг для учасників дорожнього руху та експлуатаційних організацій, є актуальною в сучасних умовах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз досліджень та публікацій показав, що в роботах [1-3] були визначені основні нормативно-правові положення обґрунтування методів боротьби з зимовою слизькістю в умовах України. Проте, слід зазначити, що в цих документах чітко не визначено порядок обґрунтування рівнів зимового обслуговування доріг. Вивчення зарубіжного досвіду дозволяє сформулювати основні напрямки подальших досліджень цієї проблематики. Зокрема, в роботах [4-7,19-22] розглядається використання хімічних та абразивних матеріалів, їх вплив на навколишнє середовище. В роботах [5,8-17] автори пропонують використання різних підходів і моделей маршрутизації спецтехніки та визначення оптимальної кількості ресурсів для експлуатаційної організації. Здебільшого, ці моделі маршрутизації ґрунтуються на основних положеннях теорії графів, однак, автори не наводять опису методів оптимізації запропонованих моделей. В роботах [23-29] наведено використання евристичних методів, які поділяються на: конструктивні, композитні та змішані (метаевристичні) методи. Застосування останніх дозволяє виконати оптимізацію моделей маршрутизації спецтехніки, яка використовується для боротьби з зимовою слизькістю.

Постановка завдання

Завданням даного дослідження є аналіз основних методів обґрунтування рівнів обслуговування автомобільних доріг в зимовий період за рахунок оптимізації ресурсів та маршрутизації спецтехніки.

Основна частина

Зимове експлуатаційне утримання доріг включає специфічні операції, пов'язані з сезонною проблемою – боротьбою з зимовою слизькістю. Ці операції включають розповсюдження хімічних реагентів та абразивних матеріалів, прибирання снігу та льоду, вивезення снігу до місць утилізації та ін. (рис.1).

Основною метою проведення робіт з утримання доріг в зимових умовах є усунення зимової слизькості на покритті у встановлені терміни, забезпечення можливості проїзду автомобільного транспорту, забезпечення необхідного зчеплення шин з поверхнею в місцях ускладнення руху за рахунок застосування протиожеледних матеріалів.

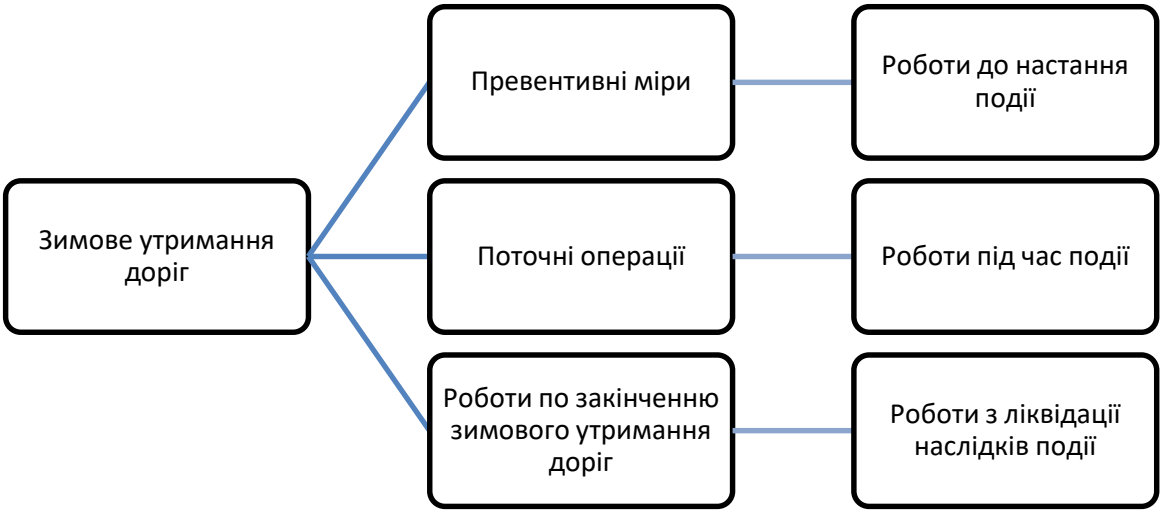


Рисунок 1 – Традиційний перелік робіт з зимового утримання доріг

У зимовий період на автомобільних дорогах можливе утворення наступних основних видів зимової слизькості:

- пухкий сніг (який щойно випав або неущільнений рухом) переважно без опадів;
- накат (ущільнений рухом транспорту сніг аж до утворення за певних умов льодових поверхонь);
- ожеледиця (склоподібний лід), утворюється внаслідок замерзання рідких опадів на охолодженому покритті.

Всі види зимової слизькості значно знижують коефіцієнт зчеплення шин з поверхнею покриття, тому одним з основних завдань зимового утримання є боротьба із зимовою слизькістю.

Вимоги до транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг в зимовий період експлуатації та терміни снігоочищення доріг і ліквідації зимової слизькості визначаються за ДСТУ 3587 [2], іншими державними стандартами з урахуванням народногосподарського та адміністративного значення дороги, оснащеності дорожньо-експлуатаційної служби необхідними машинами, обладнанням та матеріалами [3].

Зимове утримання автомобільних доріг загального користування в Україні нормується за складністю робіт [3]:

- ступінь складності 1 – роботи виконуються в звичайному режимі з метою усунення незначних перешкод дорожньому руху силами і засобами, які є в наявності (снігоочищення, розподілення протиожеледних матеріалів);
- ступінь складності 2 – виникнення небезпеки появи перешкод руху на автомобільних дорогах (сильні снігопади та ожеледиця);
- ступінь складності 3 – можливість проїзду по дорогам знаходиться під загрозою зупинення (при хуртовинах з швидкістю вітру більше ніж 9 м/с та тривалістю більше двох діб; снігопадах інтенсивністю більше за 5 см/годину та тривалістю більше ніж 6 годин, а також при створенні ожеледі на великій протяжності автомобільної дороги).

Основними способами боротьби із зимовою слизькістю є механічний і хімічний. До хімічного способу відноситься використання хімічних, фракційних або комбінованих матеріалів.

Згідно проведеного аналізу світового досвіду, зазвичай, застосування хімічних реагентів, включаючи витрати на матеріал, робочу силу та обладнання, складає приблизно одну третину прямих витрат [4]. Витрати піску та інших абразивів складають більше ніж 10 відсотків бюджетних коштів виділених на зимове утримання [5]. Використання хімічних речовин та абразивних матеріалів також пов'язано з багатьма непрямими витратами, що включає пошкодження автотранспортних засобів, вплив на інфраструктуру та навколишнє середовище [6-7].

В останні роки у світі широко використовуються так звані служби прогнозування снігових опадів та термічне картографування (більшість дорожніх агентств Європи, Японія, США).

Слід зазначити, що до недавнього часу більшість досліджень, спрямованих на формулювання моделі зимового експлуатаційного утримання доріг, містили прості моделі та приділяли недостатню увагу обґрунтуванню рівнів обслуговування, не враховуючи ймовірнісну природу факторів та характеристик моделі зимового утримання. Деякі дослідники [5-7] окремо виділяють також проблему маршрутизації спецтехніки, автомобільного транспорту, задіяного в виконанні робіт по зимовому утриманню, проблему раціонального розміщення експлуатаційних служб та обґрунтування витрат матеріалів й інших ресурсів.

Проблема маршрутизації спецтехніки по зимовому утриманню доріг напряму пов’язана з рівнями обслуговування, так як завдяки вирішенню цієї

проблеми можна визначити оптимальну кількість необхідних ресурсів (одиниць спецтехніки) для виконання робіт.

Проблема маршрутизації автомобілів, пов'язаних з виконанням операцій, зазвичай формулюється як проблема «маршрутизації дуги» згідно з основними положеннями теорії графів. Математична модель маршрутизації задіяної техніки у цьому разі представляється зваженим орієнтованим графом [5]:

$$G = (R, L), \tag{1}$$

де R – мережні вузли,

L — множина дуг, яка моделює тракти передачі між вузлами мережі та потужність якої дорівнює n.

Ваговими коефіцієнтами окремо взятої дуги l_{ij} графа G виступають деякі дійсні числа d_{ij}, які називаються довжиною (метрикою) дуги, яка визначається як:

$$d_p = d_{ik} + d_{k,g} + \ldots + d_{m,j} = \sum_{(l,m)\in p} d_{l,m}. \tag{2}$$

Тоді для будь-яких двох вузлів r_i та r_j графа задача найкоротшого шляху полягає в пошуку такого шляху між цими двома вузлами, який би мав мінімальне значення довжини (метрики).

В роботах Assad, Golden [8] Eiselt [9,10], Dror [11] представлено широкий огляд літератури щодо особливостей дугових маршрутів. Протягом багатьох років було розроблено велика кількість систем підтримки прийняття рішень з використанням методів оптимізації щодо маршрутизації автомобілів для виконання операцій по зимовому утриманню доріг. Такі системи були описані наприклад: Durth,Hanke [12], Jaquet [13], Blesik [14], McDonald [15], Andersonта ін. [16]. Однак ці автори не наводять опису методів оптимізації, на яких їх системи покладаються. Огляд системи підтримки прийняття рішень для маршрутизації дорожньої спецтехніки представлений в дослідженнях Gini та Zhao [17]. В роботі Turchi [18] запропоновано схему таксономії для класифікації систем прийняття рішення щодо робіт та ресурсів по зимовому утриманню.

Також було розроблено кілька інструментів підтримки прийняття рішень щодо програми використання хімічних реагентів та абразивів згідно відповідних зимових погодних умовах. Наприклад, в роботах Malmberg,

Axelson[19]описаний проект, ініційований Шведською національною дорожньою адміністрацією на початку 90-х років для розробки експертної системи зимового утримання, що називається VVEXP, яка визначає час відгуку, кількість і порядок застосування хімічних реагентів та абразивів під час зимового утримання. Експертна система VVEXP базувалася на поточній інформації та статистичних даних про погодні умови, включаючи застосування методів інтерполяції інформації про погодута автоматизованим вибором набору хімічних реагентів та порядку їх застосувань на основі правил та фактів, зібраних з так званих «польових інтерв'ю» та зустрічей з експертами. Однак, з фінансових причин, подальший розвиток системи був зупинений [20].

В роботах Ketcham [21] описано рівні обслуговування доріг щодо зимового утримання у вигляді таблиць, розроблених Федеральним агентством автомобільних доріг США (FHWA), які містять інформацію про набір та порядок застосування хімічних речовин для боротьби з зимовою слизькістю, операції відповідно до поточних і прогнозованих температур, снігопаду та точки роси. Керівництво базується на результатах чотирьохрічних польових випробувань, проведених 15 державними агенціями штатів США та підтримуваних Стратегічною програмою досліджень доріг (SHRP) та FHWA. Керівництво також було поширено за межами США. Пізніше Програма боротьби з зимовою слизькістю (DART) була розроблена для Міністерства транспорту Онтаріо, Канада, щоб адаптувати керівництво FHWA до комп'ютеризованого формату та оцінити ефективність рекомендованих методів експлуатаційного утримання [22].

Для маршрутизації транспортних засобів, задіяних при зимовому утриманні, було запропоновано використання процедур евристичних методів. Вони можуть бути загалом поділені на три категорії:

- конструктивні методи;
- композитні методи;
- адаптація метаевристики.

Конструктивні методи маршрутизації транспортних засобів можна розділити на чотири класи: методи побудови послідовних маршрутів, методи побудови паралельних маршрутів, спочатку кластер – маршрут потім та методи оптимізації на основі основних положень теорії графів.

Композитні методи використовуються для врахування обмежень в моделі по кількості та потужності транспортних засобів, витраті матеріалів, часі виконання робіт і т.д. Ця група методів базується на евристичних підходах [23].

Методи метаевристики базуються на імітаційному підході [24-29] і використовуються для вирішення проблеми випадковості змінних моделі та непередбачуваності факторів, які впливають на модель зимового утримання доріг. Методи метаевристики дозволяють виконувати моделювання різних подій та ситуацій. У таблиці 1 наведено характеристику моделей маршрутизації спецтехніки, які використовуються в інших країнах для обґрунтування кількості ресурсів та часу виконання операцій із зимового утримання автомобільних доріг.

Таблиця 1 – Характеристика моделей маршрутизації автомобілів для (адаптовано з [28])

Автор	Тип проблеми	Рівень планування	Характеристика проблеми	Мета функції цілі	Структура моделі	Метод вирішення
Еванс Еванс і Вант	Маршрутизація солерозкидувача	Операційний	Потужність автомобіля, максимальний час до завершення повного розкидання,максимальна тривалість маршруту, охоплення однієї або двох смуг при посипці за один прохід.	Мінімальна загальна відстань маршрутизації	Проблема «маршрутизація дуги»	Послідовно-конструктивний метод
Лі і Еглесе	Маршрутизація солерозкидувача	Операційний	Послідовність обслуговування, потужність та багатофункціональність автомобілів, база розміщення посипкових матеріалів, охоплення однієї або двох смуг при посипці за один прохід.	Мінімально фіксовані затрати солерозкидача та транспортні витрати	Проблема «маршрутизація дуги»	Послідовно-конструктивний метод
Сойстер	Маршрутизація розкидача солі та абразив. матеріалів	Операційний	Послідовність обслуговування і максимальна тривалість маршруту	Мінімальні порушення маршруту	Проблема «маршрутизація дуги»	Паралельно-конструктивний метод
Кук і Альпрін	Маршрутизація солерозкидувача	Операційний	Потужність автомобіля, балансування навантаження, і надання двосторонніх послуг	Мінімальний час розповсюдження посипкових матеріалів	Проблема «маршрутизація дуги»	Паралельно-конструктивний метод
Унгерер	Маршрутизація солерозкидувача	Реальний час	Потужність автомобіля та максимальна довжина маршруту	Мінімальна загальна відстань	Проблема маршрутизац. солерозкид.	Паралельно-конструктивний метод

Продовження табл. 1

Автор	Тип проблеми	Рівень планування	Характеристика проблеми	Мета функції цілі	Структура моделі	Метод вирішення
Дарлінг	Моделювання комбінованого сектору і маршрутизації солерозкидувача	Стратегічний	Потужність автомобіля, очікуваний час роботи та частота обслуговування	Мінімальний рух після закінчення посипкових матеріалів	Проблема знаходження найкоротшого шляху при перетині кожного з ребер графа (принаймні один раз)	Кластерний метод
Англія	Моделювання комбінованого сектору і маршрутизації солерозкидувача	Стратегічний	Компактність, балансування робочого навантаження, частота обслуговування	Мінімальне сервісне обслуговування до закінчення машруту	Проблема «маршрутизації дуги»	Кластерний метод
Сойстер	Маршрутизація солерозкидувача	Операційний	Потужність автомобіля, посипка двох смуг за один прохід	Мінімальна відстань посипки	Проблема «маршрутизації дуги»	Методи імітаційного моделювання
Хагані і Цяо	Маршрутизація солерозкидувача	Операційний	Сервісне обслуговування, потужність автомобіля	Мінімальна кількість спецтехніки	Проблема «маршрутизації дуги»	Методи імітаційного моделювання
Син і Еглес	Маршрутизація солерозкидувача	Операційний	Потужність автомобіля, декілька маршрутів на один солерозкидач	Мінімальна кількість спецтехніки	Проблема «маршрутизації дуги»	Композитний метод
Хагані і Цяо	Маршрутизація солерозкидувача	Операційний	Послідовність обслуговування, потужність автомобіля, максимальна тривалість маршруту	Мінімальні ресурси до закінчення операцій	Лінійний MIP	Композитний метод
Еглеса	Маршрутизація солерозкидувача	Операційний	Сервісна послідовність та потужність автомобіля, групування вуличних сегментів	Мінімальна кількість спецтехніки	Розгалужений алгоритм	Методи імітаційного моделювання
Бенсон і співавт	Маршрутизація солерозкидувача	Операційний	Потужність автомобілів, швидкість сервісного обслуговування	Місткість автомобілів, часові рамки посипки	Нелінійний MIP	Композитний метод
Цяо	Маршрутизація солерозкидувача	Операційний	Рівень обслуговування автомобілів	Мінімальна кількість спецтехніки	Лінійний MIP	Композитний метод

В загальному вигляді проблема планування експлуатаційного утримання зимових доріг (WRMSP) може бути формально визначена наступним чином. Розглянемо дорожню мережу, що складається з набору дорожніх сегментів. Планування має враховувати наступні вимоги [26]:

1. Загальний рівень обслуговування мережі максимізується під час забезпечення мінімального рівня обслуговування, гарантованого для кожного класу доріг.

2. Загальні експлуатаційні витрати зведені до мінімуму.

3. Загальний негативний вплив на навколишнє середовище мінімізується.

Щоб відобразити динамічний характер проблеми, розглянемо, що горизонт планування ділиться на безліч однорідних інтервалів часу. Ці інтервали представляють найкоротші інтервали, які можна запланувати, або під час яких будь-яка діяльність може відбутися [26]. Вводяться наступні позначення:

Набори індексів:

i – індекс дорожніх сегментів, $i = 0, 1,\ldots, n-1$, де n – це кількість дорожніх сегментів;

k – індекс для маршрутів технічного обслуговування, $k = 0, 1,\ldots, m-1$, де m – кількість маршрутів;

t – індекс періоду часу, $t = 0, 1,\ldots, T-1$, де T – це кількість часових інтервалів. Всі часові інтервали мають рівну довжину, яка також використовується для визначення деяких інших параметрів системи.

Вхідні параметри:

l_i – Показує довжину сегменту дороги i, виражену як кількість часових інтервалів, необхідних для її проходження;

L_k – Показує довжину маршруту k, виражену як кількість часових інтервалів, необхідних для її проходження;

λ_i – Представляє ваговий коефіцієнт, що приписує значення "важливості" до дорожнього сегмента i. Це дозволяє розглянути модель, яка враховує різні класи доріг, і розрізняти між собою їх для цілей встановлення пріоритетів обслуговування;

φ_i – представляє порогів рівень обслуговування для сегменту дороги, який повинен бути забезпечений у будь-який час;

$w_{i,\,t}$ – зміна в стані доріг через погодні умови для дорожнього сегмента i в часовий інтервал t;

$r_{k,\,i}$ – описує випадкові відносини між маршрутами і дорожніми сегментами. $R = \{r_{k,\,i}\}$;

d – ціле значення, що відображає кількість доступної техніки для виконання робіт.

Змінні, пов'язані з прийняттям рішень:

$x_{k,t}$ – двозначна змінна рішення, яка приймає значення 1, якщо і тільки якщо транспортний засіб повинен відправлятися на маршруті k на початку часу інтервалу t, і 0 – в іншому випадку. $X = \{x_{k,t}\}$.

$y_{i,t}$ – проміжна змінна, що показує, скільки транспортних засобів знаходяться на ділянці дороги і в часовому інтервалі t. $Y = \{y_{i,t}\}$. Ці змінні використовуються для відображення обмеження кількості ресурсів:

$$Y = f(X,R,l), \tag{3}$$

$y'_{i,t}$ – проміжна змінна, що показує, скільки транспортних засобів фактично обслуговують дорожній сегмент *i* у часовий інтервал *t*. $Y' = \{y'_{i,t}\}$.

$$Y' = f'(X,R,l), \tag{4}$$

f' – лінійна функція.

$c_{i,t}$ – проміжна змінна, що представляє оцінку стану дорожнього покриття дорожнього сегмента *i* в кінці часу інтервал *t*, після проведення робіт та врахування погодних явищ. Значення цих змінних визначається рекурсивно:

$$c_{i,t} = \max\left(0, c_{i,t-1} + w_{i,t} - \Delta \cdot y'_{i,t}\right), \tag{5}$$

де Δ – максимум глибини снігового покрову, яку можна очистити за один прохід спеціалізованим транспортним засобом;

$c_{i,0}$ – початковий стан поверхні дороги на початок інтервалу часу 0, що вважається відомим.

Виходячи з цілей та умов операцій з планування, модель зимового утримання доріг можна запропонувати у вигляді [26]:

$$\sum_i \sum_t \lambda_i \cdot c_{i,t} + \beta \sum_k \sum_t L_k \cdot x_{k,t} \rightarrow \min\ , \tag{6}$$

де β – фактор, що присвоює важливість цілей щодо зимового утримання автомобльних доріг.

Обмеження:

$$c_{i,t} = \max\left(0, c_{i,t-1} + w_{i,t} - \Delta \cdot y'_{i,t}\right). \tag{7}$$

$$c_{i,t} \le \varphi_i\ . \tag{8}$$

$$\sum_i y_{i,t} \le d\ . \tag{9}$$

$$Y = f(X,R,l)\ . \tag{10}$$

$$Y' = f'(X,R,l)\ . \tag{11}$$

Висновок

Зимове утримання доріг передбачає необхідність прийняття управлінських рішень, пов'язаних з маршрутизацією транспортних засобів для розповсюдження хімічних реагентів та абразивних матеріалів, очищення проїзної частини, тротуарів від снігових наметів, завантаження снігу на вантажні автомобілі та транспортування його до місць утилізації. Ці проблеми є дуже складними та специфічними через різноманітність факторів та умов, що впливають на проведення робіт по зимовому утриманню автомобільних доріг. Світовий досвід вирішення даних проблем полягає у застосуванні методів імітаційного моделювання, у результаті яких можна досягти економії часу та витрат матеріальних ресурсів експлуатаційних організацій, які займаються зимовим утриманням автомобільних доріг.

Література

1. П Г.1-218-118:2005 Єдині правила зимового утримання автомобільних доріг.
2. ДСТУ 3587–97 Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану.
3. П Г.1-218-113:2009 Технічні правила ремонтів та утримання автомобільних доріг загального користування України.
4. Perrier N, Langevin A., Campbell J. Asurvey of models and algorithms for winter road maintenance. Part IV: vehicle routing and fleetsizing for plowing and snow disposal. Computers & Operations Research 2005, doi:10.1016/j.cor.2005.05.008.
5. Perrier N, Langevin A, Campbell JF.A survey of models and algorithms for winter road maintenance. Part I: system design for spreading and plowing. Computers & Operations Research 2005, doino: 10.1016/j.cor.2004.07.006.
6. Perrier N, Langevin A, Campbell JF. A survey of models and algorithms for winter road maintenance. Part II: system design for snow disposal. Computers & Operations Research 2005, doino: 10.1016/j.cor.2004.07.007.
7. Transportation Research Board. Highway deicing. Comparing salt and calcium magnesium acetate. Special Report 235, Nationa lResearch Council, Washington, DC, 1991.
8. Assad AA, Golden BL. Arc routing methods and applications. In: Ball MO, Magnanti TL, Monma CL, Nemhauser GL, editors. Network routing. Handbooks in operations research and management science. Amsterdam: North-Holland; 1995. P. 375–483.
9. Eiselt HA, Gendreau M, Laporte G. Arc routing problems. Part I: the Chinese postman problem. Operations Research 1995;43:231–42.
10. Eiselt HA, Gendreau M, Laporte G. Arc routing problems. Part II: the rural postman problem. Operations Research 1995;43:399–414.
11. Dror M, editor. Arc routing: theory, solutions and applications. Boston, MA: Kluwer, 2000.
12. Durth W, Hanke H. Optimization of winter road service. StraßeundAutobahn 1983;34:63–71.
13. Jaquet J. Winter maintenance by Vinterman. In: Ninth PIARC International Winter Road Congress. Vienna, Austria: Bundesministeriumfur Wirtschaftliche Angelegenheiten; 1994. P. 8–15.
14. Blesik KH. Optimization in winter maintenance. In: Ninth PIARC International Winter Road Congress. Vienna, Austria: Bundesministeriumfur Wirtschaftliche Angelegenheiten; 1994. P. 440–6.
15. McDonald A. Managing the elements. Traffic Technology International 1998;152–4.

16. Anderson E, Metzger H, Burt W. Snow and ice removal monitoring and management system (SIRMMS). Final Report for ITS-IDEA Project 56, Transportation Research Board, Washington, DC, 2000.

17. Gini M, ZhaoY.Automatedroute planning and optimizing software. Final Report, Minnesota Department of Transportation, St. Paul, Minnesota, 1997.

18. Turchi JR. A taxonomy of winter maintenance decision support systems. MScproject, University of Minnesota Duluth, 2002.

19. Malmberg˚A, Axelson L. Expert systm: En Forstudieoch Prototyp. Hogskolan, Ostersund, 1991.

20. Ljungberg M. Expert system for winter road maintenance. In: Ninth AASHTO/TRB Maintenance Management Conference. Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials; 2000. P. 167–75.

21. Ketcham SD, Minsk R, Blackburn R, Fleege E. Manual of practice for an effective anti-icing program. Report No FHWARD-95-202, Federal Highway Administration, US, 1995.

22. Ministry of Transportation of Ontario. Maintenance manual. Maintenance Office, Ontario Ministry of Transportation, St. Catharines, Ontario, Canada, 1999.

23. Xin Z, Eglese RW. The road gritting problem and its heuristic solution. Working paper, Lancaster University, Lancaster, 1989.

24. Eglese RW. Routeing wintergritting vehicles. Discrete Applied Mathematics 1994;48:231–44.

25. Nathalie Perrier, Andre Langevin, James F. Campbell. A survey of models and algorithms for winter road maintenance. Part III: Vehicle routing and depot location for spreading. Computers & Operations Research 34 (2007) 211–257.

26. Liping Fu, Mathieu Trudel, Valeri Kim. Optimizing winter road maintenance operations under real-time information. Department of Civil and Environmental Engineering, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada N2L 3G1, European Journal of Operational Research 196 (2009) 332–341.

27. Strong, C., and X. Shi. Benefit-Cost Analysis of Weather Information for Winter Maintenance: A Case Study. Transportation Research Record 2055, Transportation Research Board, Washington, DC, 2008, pp.119-127.

28. Thomas H. Maze. Performance Measures for Snow and Ice Control Operations (2009) https://doi.org/10.17226/23051

29. M´onica Alejandra Altamirano. Innovative contracting practices in the road sector. Cross-national lessons in dealing with opportunistic behaviour. PhD Thesis Series on Infrastructures.2010.

Рецензенти:
Батракова А.Г., д-р техн. наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.
Яценко І.В., канд. екон. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:
Batrakova A.H., Dr. Tech. Sci., Kharkiv National Automobile and Highway University.
Yatsenko I.V., Cand. Econ. Sci., National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **08.08.2017 р.**

УДК 658.012.7

Яценко І.В., канд. екон. наук, **Каськів С.В., Чайчевський В.Д.**

МАЛИЙ БІЗНЕС, ЙОГО КОНТРОЛІНГ

Анотація У роботі досліджено стан розвитку малого бізнесу регіону, визначено його місце в умовах ринкових відносин.

Для ефективного управління підприємствами малого бізнесу розроблено концепцію контролінгу розвитку та функціонування цього сектора ринкової економіки.

Надано моделі та контролінгові схеми розвитку і конкурентоспроможності підприємств малого бізнесу з урахуванням особливостей їх розвитку та структури органів їх управління.

Контролінгові схеми розвитку та конкурентоспроможності дають змогу проводити діагностику стратегічних позицій підприємств та обирати оптимальну стратегію їх розвитку.

Ключові слова: підприємництво, малий бізнес, менеджмент, модель, контролінг, стратегія, конкурентоспроможність.

UDC 658.012.7

Yatsenko I., Cand. Econ. Sci. (Ph.D.), **Kaskiv S., Chaichevskyi V.**

SMALL BUSINESS, ITS CONTROLLING

Abstract. In the paper the state of development of small business of the region is investigated, its place in the conditions of market relations is determined.

For the effective management of small businesses, the concept of controlling the development and functioning of this sector of the market economy has been developed.

Models and controlling schemes of development and competitiveness of small business enterprises are given, taking into account the peculiarities of their development and the structure of their management bodies.

Controlling schemes of development and competitiveness allow to carry out diagnostics of strategic positions of enterprises and to choose the optimal strategy of their development.

Keywords: entrepreneurship, small business, management, model, controlling, strategy, competitiveness.

УДК 658.012.7

Яценко И.В., канд. экон. наук, **Каськив С.В., Чайчевский В.Д.**

МАЛЫЙ БИЗНЕС, ЕГО КОНТРОЛЛИНГ

Аннотация. В работе исследовано состояние развития малого бизнеса региона, определено его место в условиях рыночных отношений.

Для эффективного управления предприятиями малого бизнеса разработана концепция контроллинга развития и функционирования этого сектора рыночной экономики.

Предоставлено модели и контроллинговые схемы развития и конкурентоспособности предприятий малого бизнеса с учетом особенностей их развития и структуры органов их управления.

Контроллинговые схемы развития и конкурентоспособности позволяют проводить диагностику стратегических позиций предприятий и выбирать оптимальную стратегию их развития.

Ключевые слова: предпринимательство, малый бизнес, менеджмент, модель, контроллинг, стратегия, конкурентоспособность.

Постановка проблеми. Економічні реформи, які здійснюються в нашій державі, в значній мірі повинні впливати на зміцнення та розвиток підприємств малого бізнесу. Суб'єкти малого підприємництва, що є суб'єктами ринкової економіки, мають значні переваги: дуже швидко адаптуються до місцевих умов господарювання; мають велику свободу дій; оперативно та з гнучким стилем приймають та здійснюють рішення; мають відносно незначні витрати на виробництво. Підприємства цього сектору ринкової економіки здатні розпочинати діяльність зовсім не маючи капіталу, але потім досягають високого обороту накопиченого власного капіталу.

Маючи в розрахунку на одного працюючого досить незначні капіталовкладення, вони в перевагу цьому є значно конкурентоспроможними. Цілком володіючи рівнем попиту на місцевих регіональних ринках, суб'єкти малого підприємництва практично можуть випускати продукцію з урахуванням заказу певних споживачів.

Але разом з тим підприємства малого бізнесу дуже підпадають ризику і завдяки цьому мають велику ступінь нестійкості в ринковому середовищі. Вони дуже сильно залежать від великих підприємств, дуже реагують на зміну методів та умов господарювання, практично не мають можливостей використовувати додаткові фінансові ресурси.

Аналіз останіх публікацій. Для здійснення ефективного управління діяльністю підприємств по досягненню поставленої мети повинна існувати саморегулююча система, яка б забезпечувала зворотний зв'язок в системі управління. Такою системою є нова концепція управління сучасного менеджменту, яка одержала назву контролінгу. Дослідження з проблем менеджменту, контролінгу та малого бізнесу здійснювались І. Ансоффом, С.С. Аптекарем, І.Т. Балабановим, З.С. Варналієм, О.М. Кармінським, Н.Г. Данилочкіною, Н.Д. Кожевіною, М.Г. Лапустою, Ю.В. Макогоном, Е. Майером, Р. Маном, Ю.Г. Лисенко, В.Л. Петренко, М.Х. Месконом, Е. Цандером, Д. Ханом, професором Гарвардської школи бізнесу Майклом Портером та іншими вітчизняними та зарубіжними вченими.

Викладення основного матеріала. Контролінг – це сучасна концепція управління діяльністю підприємства, яка координує і об'єднує спроби різних служб і підрозділів для досягнення поставленої мети. Контролінг в системі управління займає особливе місце і здійснює інформаційне забезпечення прийняття рішень для оптимального використання наявних можливостей і ресурсів, належної оцінки позитивного і негативного в діяльності підприємства, а також запобігання та уникнення банкрутства і кризових ситуацій.

Актуальність перелічених проблем, необхідність розробки ефективного механізму управління підприємствами малого бізнесу стосовно певного регіону і зумовили вибір теми дослідження, його мету і задачі. Тому обрана тема дослідження є актуальною.

Мета дослідження. Мета роботи полягає в розробці концепції контролінгу розвитку та функціонування підприємств малого бізнесу в ринкових умовах.

Для досягнення мети поставлено і вирішено такі задачі:

1. Дослідити особливості розвитку та функціонування малого бізнесу регіону в галузевому та територіальному аспектах.
2. Розробити методику та схему проведення фінансового контролінгу на підприємствах малого бізнесу.
3. Розробити контролінгову схему розвитку малого бізнесу.

Викладення основний матеріалу. В роботі на підставі узагальнення зарубіжної теорії та набутого досвіду по контролінгу, оцінки конкурентоспроможності та розробленого на їх базі науково-методичного забезпечення, практичного використання отриманих результатів захищаються теоретичні та практичні положення щодо концептуальних основ організації контролінгу малого бізнесу в ринкових умовах з урахуванням особливостей розвитку цих підприємств.

Для успішного розвитку малого підприємництва необхідно досить гнучко управляти цим сектором ринкової економіки. Серед сучасних наукових напрямків цілісну концепцію управління фінансово-економічними процесами, а також результатами діяльності підприємств являє контролінг, який націлений на виявлення всіх можливостей та ризиків, пов’язаних з одержанням прибутку в умовах ринкового середовища.

Необхідність контролінгу на сучасних підприємствах, а тим більше на підприємствах малого бізнесу, можна пояснити такими причинами:

- підвищення нестабільності зовнішнього середовища ставить допоміжні вимоги до системи управління підприємством, при цьому акцент переміщується з контролю минулого на аналіз майбутнього;
- ускладнення системи управління підприємством потребує механізму координації усіх ланок системи управління;
- інформаційний бум при недостачі істотної інформації потребує побудови спеціальної системи інформаційного забезпечення управління;
- загальне поривання до синтезу, інтеграції різноманітних галузей знань та людської діяльності.

В процесі діяльності підприємства малого бізнесу постійно виникають певні проблеми: завоювання долі ринку, переваги над конкурентами та інші.

Основною метою контролінгу є організація процесу управління на досягнення всіх завдань, які постають перед підприємством в процесі його виробничої діяльності.

Для реалізації цієї умови контролінг забезпечує виконання таких функцій:

- координацію управлінської діяльності для досягнення цілей підприємства;
- інформаційну та консультативну підтримку прийняття управлінських рішень;
- створення та забезпечення функціонування загальної інформаційної системи управління підприємством;
- забезпечення раціональності управлінського процесу.

В умовах ринкової економіки зовнішні умови функціонування підприємств постійно піддаються змінам. Відповіддю на це став контролінг як концепція управління. Виходячи з цього, проходить еволюція та трансформація функцій управління підприємством у напрямку до системи контролінгу. В цьому і проявляється основна тенденція комплексного підходу до управління малим бізнесом, яку можна описати в вигляді,поданому на рис. 1.

В процесі діяльності підприємства малого бізнесу постійно стикаються з різними труднощами через особливості економіки нашої держави: дуже високий рівень монополізму, повільний розвиток конкурентного середовища, тощо. Через це контролінгу на підприємствах малого бізнесу треба постійно надавати головну роль в системі та методах управління.

В структуру контролінгу, яка показана на рис. 2, включаються такі розділи: визначення мети, планування, оперативний та управлінський облік, система інформаційних потоків, моніторинг, контроль, аналіз планів, результатів та відхилень, розробка рекомендацій для прийняття управлінських рішень.

Кожний з цих розділів містить певні цілі, які формулюються для підприємств малого бізнесу з урахуванням специфічних особливостей їх розвитку. Основною задачею контролінгу малого бізнесу є постійне орієнтування системи управління підприємством на досягнення поставлених цілей.Размещено на Allbest.ru

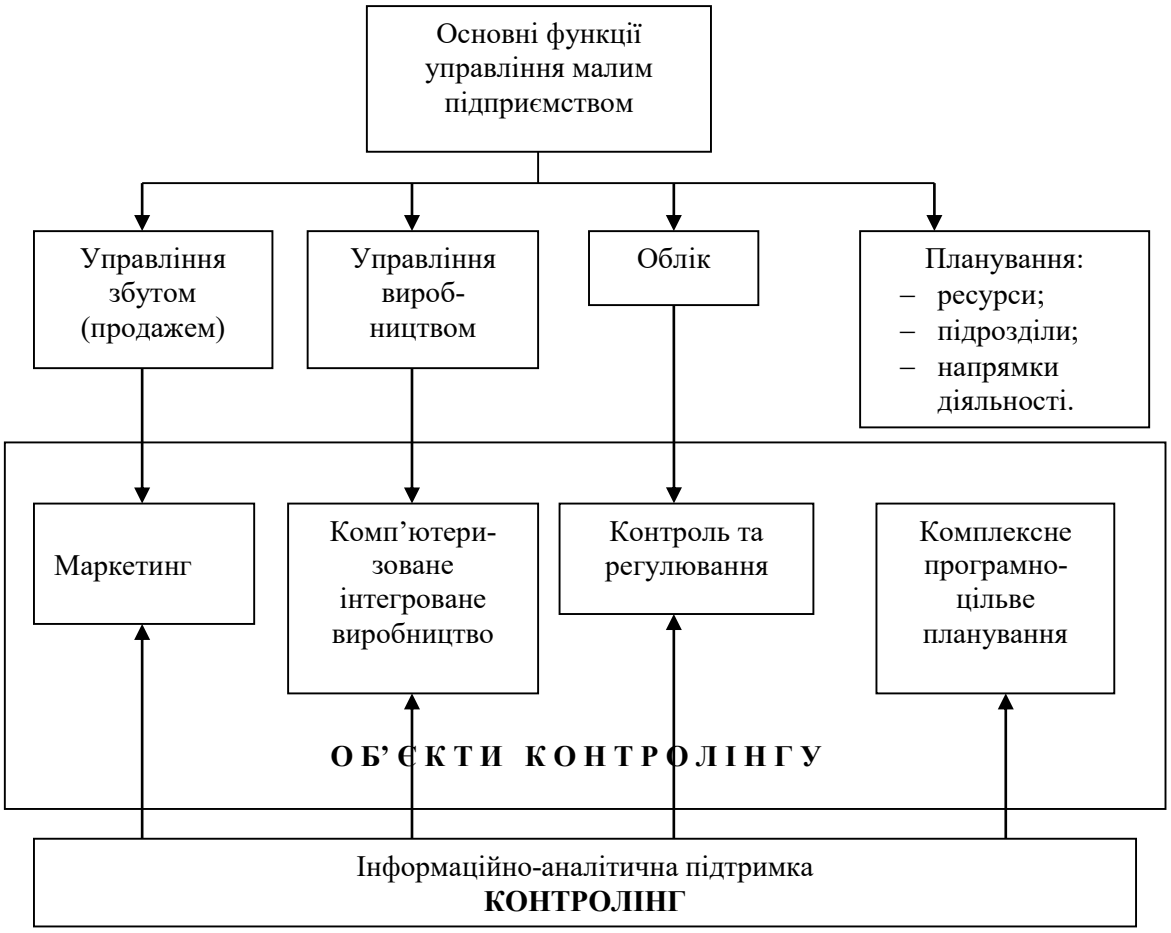


Рисунок 1 – Інформаційно-аналітична система «Контролінг малого бізнесу»

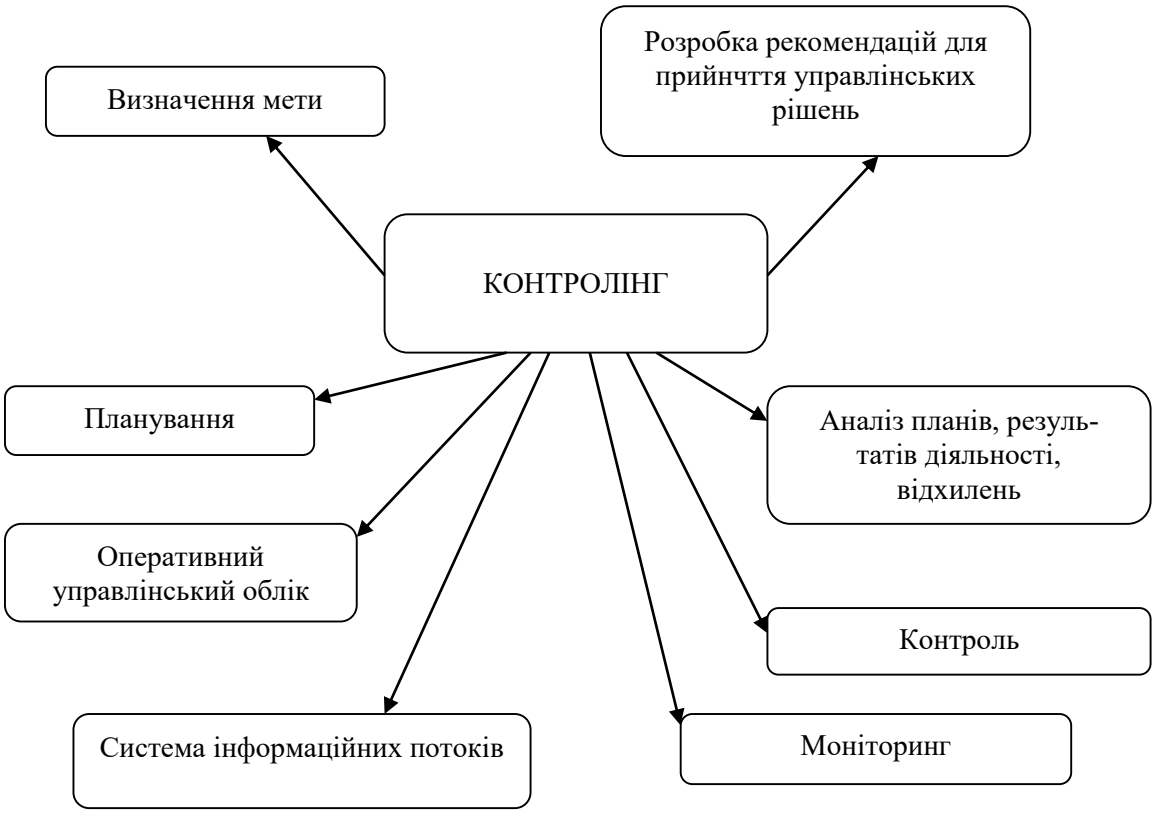


Рисунок 2 – Структурна схема розділів контролінгу

У системі контролінгу на підприємстві поряд з показниками та висновками обов'язково повинні бути присутніми організаційні складові – людина, яка займається контролінгом, та інформаційні потоки. Наявність малої кількості працюючих на підприємствах малого бізнесу створює специфічні особливості впровадження контролінгу в систему управління з урахуванням загальних вимог, які забезпечують ефективність в роботі даної служби. В залежності від структури апарату управління та економічних служб впроваджується один або декілька спеціалістів з контролінгу та інформаційних систем, пов'язується автоматизована обробка економічної інформації підприємства з оптимізацією інформаційних потоків.

Наявність позитивних переваг контролінгу дозволяє продемонструвати його вплив на покращення результатів діяльності підприємства. Але поряд з цим існують фактори, які перешкоджають впровадженню його в систему управління, ставлять його в зону ризику. При цьому створюються певні негативні реакції економічних та інших служб підприємства, з'являється система опору новим методам економічного аналізу та управління. Для подолання цього треба, використовуючи різні способи, знайти раціональний метод переконання всіх перешкод та поступово впроваджувати контролінгову систему. При цьому необхідно обов'язково триматись певної цілеспрямованої послідовності робіт, які дозволяють в процесі впровадження контролінгу вносити зміни в існуючі інформаційні потоки, використання інструментів контролінгу для проведення аналізу фінансово-господарського стану підприємства, вироблення нової стратегії розвитку.

Особливістю підприємства малого бізнесу є те, що його керівник повинен постійно стежити за результатами діяльності не тільки свого підприємства, а й підприємств – конкурентів, чітко знати систему показників для порівняння, взаємозв'язок між ними та значимість кожного.

В зв'язку з тим, що підприємства в своєму розвитку проходять різні стадії свого життєвого циклу, то на кожній стадії перед ними постають різні основні цілі та задачі, якими визначається функціонування підприємства. При цьому основою для прийняття стратегічних рішень повинна служити інформація стратегічної діагностики фінансово-господарського стану. З цих позицій сформульовано схему фінансового контролінгу та визначено його основні інструменти – показники рентабельності, ділової активності, платоспроможності та фінансової стійкості. В процесі проведення аналізу

показників спеціаліст по контролінгу знаходить ефективні важелі управління діяльністю підприємства для покращення фінансового стану та запобігання банкрутству.

Постійно необхідно застосовувати методику використання інструменту оперативного контролінгу – АВС-аналізу – для визначення ключових моментів при розрахунках підприємств малого бізнесу: контроль надходжень виручки за виконані роботи (послуги), а також погашення дебіторської заборгованості.

А також визначення конкуренції, умови функціонування конкурентного ринку, які створюються силами конкуренції. Викладено методику використання методів діагностики стратегічної позиції підприємства малого бізнесу для визначення його місця в ринковій конкуренції з використанням поняття конкурентного статусу підприємства. Для цього використовуються різні спеціальні методи: SWOT-аналіз, матриця Мак-Кінсі, конкурентний аналіз по Портеру. При використанні цих методів враховуються фактори та умови, які притаманні підприємствам малого бізнесу.

З урахуванням всіх умов та особливостей розвитку підприємств малого бізнесу визначено схему контролінгу конкурентоспроможності, а також економіко-математичну модель, яка характеризує конкурентоспроможність підприємств малого бізнесу та враховує систему основних обмежень по матеріальних запасах, ризику їх постачання та конкурентному ризику реалізації продукції для забезпечення максимальної рентабельності виробництва та досягнення найвищої конкурентної можливості визначеного напрямку розвитку (1)-(6):

Цільові функції мають вигляд:

$$\sum_{i=1}^{n} O_i K_i X_i \rightarrow \max, \tag{1}$$

$$\sum_{i=1}^{n} T_i L_i X_i \rightarrow \min, \tag{2}$$

$$\sum_{i=1}^{n} P_i X_i \rightarrow \max. \tag{3}$$

Обмеження по основних факторах рухомих сил конкуренції:

$$\sum_{k=1}^{m} \sum_{p=1}^{t} r_{ik} c_{ik}^{p} X_i \le M_i, \tag{4}$$

$$\sum_{k=1}^{m} \sum_{p=1}^{t} R_{ik}^{p} X_i \le R_i, \tag{5}$$

$$\sum_{j=1}^{q} \sum_{l=1}^{s} b_{ij} R_{ij}^{l} X_i \le \overline{R_i}, \tag{6}$$

де i = $\overline{1,n}$ – індекс напрямку розвитку,

j = $\overline{1,q}$ – індекс виду продукції,

k = $\overline{1,m}$ – індекс виду ресурсів,

p = $\overline{1,t}$ – індекс постачальника,

l = $\overline{1,s}$ – індекс виробника,

O_i – конкурентна оцінка і-го напрямку розвитку,

K_i – значимість і-го напрямку конкурентності,

T_i – оцінка небезпеки і-го напрямку,

L_i – значимість небезпеки і-го напрямку,

P_i - оцінка рентабельності і-го напрямку,

M_i – матеріальні витрати в і-му напрямку;

r_{ik} – потреба в ресурсах k-го виду по і-му напрямку,

c_{ik}^{p} – ціна k–го виду ресурсів і-го напрямку р-го постачальника,

R_{ik}^{p} – ризик постачання,

X_i – булева змінна, яка приймає значення 0 або 1,

R_{ij}^{l} – конкурентний ризик реалізації продукції j-го виду з боку l-го виробника,

b_{ij} – виробництво продукції (послуг) j-го виду по і-му конкуренту малого бізнесу,

R_i – граничний коефіцієнт ризику постачання ресурсів і-го виду;

$\overline{R_i}$ – граничний коефіцієнт ризику реалізації виробленої продукції і-го виду.

Цільові функції забезпечують: досягнення найкращої конкурентної можливості і-го напрямку розвитку (1), зниження до мінімуму небезпеки і-ої можливості (2), одержання найвищої рентабельності (3).

Обмеження (4) враховує максимальні матеріальні витрати і-го напрямку діяльності. Обмеження (5) та (6) враховують граничні ризики постачання запасів (ресурсів) та реалізації продукції в умовах конкуренції.

Задачі конкурентоспроможності підприємств малого бізнесу та вибору оптимальної стратегії розвитку можуть бути сформульовані в результаті аналізу контролінгової схеми конкурентної боротьби, зображеної на рис. 3.

Було досліджено тенденції розвитку підприємств малого бізнесу регіону. Так, за період з 2002 по 2017 роки кількість діючих підприємств подвоїлася, але цей показник не може повністю характеризувати розвиток цього сектора економіки. Це пояснюється тим, що практично «виживає» тільки кожне третє зареєстроване підприємство. Коефіцієнт підприємницького комерційного

ризику, який за Шумпетером характеризується як «ризик, зв'язаний з відсутністю комерційного успіху» – значно високий та досягає 62,8%. Тому особливе значення повинно надаватись процесу управління системою малого бізнесу в умовах високої динамічності ринків.



Рисунок 3 – Схема контролінгу конкурентоздатності підприємства

Проведений аналіз статистичних даних дав можливість зробити висновки, що розвиток малого бізнесу в регіоні знаходиться не на належному рівні. Так, до 2014 року спостерігалося значне зростання кількості підприємств, а в наступні роки зростання сповільнюється. Ця ситуація пояснюється тим, що в регіоні вже склалася структура підприємств, як по видах діяльності, так і в регіональному аспекті. В значній мірі склалися виробничі зв'язки та взаємовідносини між підприємствами, а тому поява нових підприємств створює значні труднощі для розвитку, ставлячи їх в залежність від інших, більш розвинутих.

В регіоні досить низький показник кількості підприємств на 1000 мешканців області – 3,1. Але в той же час, в економічно високорозвинутих країнах цей показник вище в декілька десятків разів (49,6 – Японія, 74,2 – США). По регіонах області цей показник значно коливається: від 0,6 по м. Дзержинську до 6,2 по м. Донецьку.

Значна кількість підприємств, не маючи ні фінансової, ні податкової підтримки з боку держави, орієнтує свою діяльність на такі види, які дають

прибуток без досить значних витрат. А саме цьому в сфері виробництва в 2017 році функціонувала майже третина всіх діючих підприємств, а в торгівлі – майже 49%. На кінець року виробництвом займались лише 22,5% діючих підприємств, а в сфері торгівлі – 54,3%. В сфері торгівлі працювало майже 40% середньоспискової чисельності зайнятих в малому бізнесі; підприємствами цього виду діяльності одержано найвищий прибуток, частка якого складає 44,8% від прибутку, одержаного всіма підприємствами малого бізнесу.

Підприємствами малого бізнесу одержано за 2017 рік виручку від реалізації продукції в сумі 4722,9 млн. грн., що становило 15,1% виручки всіх підприємств. Всього на цих підприємствах працювало 931 тисяча чоловік, що склало 6,8% від чисельності зайнятих в народному господарстві області. А це досить низький показник, він свідчить про незначну роль малого бізнесу в створенні додаткових робочих місць (на 1.01.16 року в Японії – 78%). Середня виручка одного працюючого підприємств малого бізнесу склала 36 тис. грн., а це майже в 2,5 рази більше, ніж на підприємствах основного кола.

В сукупності підприємств значна частка належала підприємствам колективної форми власності (65,8%), а також приватної (32,2%). Таким же чином розподілились і середньоспискова чисельність працюючих (73,2% і 24%), і виручка від реалізації продукції, робіт чи послуг (78,9% і 20,1%). Уміле маневрування трудовими ресурсами дозволило керівникам підприємств в окремі моменти діяльності при потребі залучати робітників до тимчасової роботи по сумісництву чи по трудових угодах.

З урахуванням означених тенденцій розвитку та особливостей, притаманних підприємствам малого бізнесу, процес функціонування цих підприємств можна описати за допомогою наступної економіко-математичної моделі, яка орієнтована на максимальну зайнятість населення.

В результаті проведення приватизації утворилась значна кількість малих підприємств сфери побутового обслуговування. Аналіз стану і результатів діяльності підприємств цієї галузі показав, що, залишившись без ефективної системи управління, вона занепала. Про це свідчать як кількісні характеристики, так і показники реалізованих населенню обсягів послуг, а також ставлення населення до цих суб’єктів ринкової економіки

В період проведення приватизації кількість підприємств побутового обслуговування зменшилась майже на 1000 одиниць. І це в той час, коли в

результаті приватизації утворювались на базі структурних підрозділів малі підприємства і сукупність цих підприємств повинна була збільшуватись. Але не маючи дійової підтримки з боку місцевих органів влади, не володіючи ефективними методами управління, не маючи фінансових ресурсів, ці суб'єкти або припиняли свою діяльність на якийсь час, або перепрофільовувалися на інші прибуткові види діяльності. Все це впливало на якість та рівень побутового обслуговування населення, які стали занадто низькими, збільшились терміни виконання послуг. І тому народжувалося негативне ставлення населення регіону до підприємницьких структур побутового обслуговування та підприємництва і малого бізнесу взагалі. Наявним доказом цього та інших аспектів в процесах створення та становлення нового сектору економіки, які в значній мірі впливали на розвиток та виживання підприємств малого бізнесу, служать результати вибіркового соціологічного опитування, в якому автор приймав участь. Як правило, більшість респондентів відповіла, що в регіонах їх мешкання в результаті малої приватизації зменшилась не тільки кількість підприємств побутового обслуговування, а також зменшилась кількість або повністю відсутні життєво необхідні види послуг. Практика та опитування підтвердили, що проведена приватизація в такому вигляді дала можливість підприємницьким структурам використовувати підприємства на інші потреби, одержати виграш в цьому процесі представникам «тіньової економіки». В результаті зменшення кількості підприємств та видів послуг значно почали зростати ціни на послуги, а тому саме через це населення стало відмовлятися від багатьох видів послуг. А це посилило соціальну напруженість в суспільстві, аж ніяк не сприяло розвитку малого бізнесу.

Проведений аналіз результатів діяльності малих підприємств побутового обслуговування регіону та соціологічного опитування дав можливість розробити контролінгову схему управління процесом приватизації підприємств сфери послуг, використання якої дозволило б контролювати відбір підприємства для приватизації, процес самої приватизації та розробки стратегії діяльності підприємств, які створюються в результаті приватизації. А це б, в свою чергу, супроводжувалося інтенсивним розвитком сфери послуг та малого бізнесу в цілому. Тому саме підприємства малого бізнесу здатні задовольнити потреби населення в послугах, саме в цій сфері діяльності вони розвиваються ефективно.

Проведено фінансовий контролінг підприємств малого бізнесу з використанням інструментів оперативного контролінгу. Зіставлення даних

показало, що в 2017 році уставний фонд одного підприємства збільшився в середньому з 15,2 тис. грн. на початку року майже в 3 рази на кінець року. І якщо доля основних фондів цих підприємств в загальній масі товарно-матеріальних цінностей підприємств на кінець 2017 року зменшилась, то на кінець 2018 року вона збільшилась в 1,2 рази. Доля ж обігових коштів протягом 2018 року майже не змінилася. Фінансові ресурси підприємств на кінець 2018 року більш, ніж в 2 рази були вищими, ніж на кінець 2017року. Вагому долю в фінансових ресурсах займає балансовий прибуток: 2017 рік – 50%, а 2018– 25,9%.

Істотними показниками фінансово-економічної діяльності підприємств є продуктивність праці та рентабельність. Для аналізу продуктивності праці, як по регіону в цілому, так і по містах і районах області, використано формулу:

$$W = B / T, \qquad (15)$$

де W – продуктивність праці;

B – балансовий прибуток;

T – чисельність працюючих.

Дані свідчать про те, що на більшості підприємств малого бізнесу вміло організовано виробничі процеси і це дає позитивні результати.

Другий відносний показник – рівень рентабельності P визначається як відношення прибутку від реалізації продукції R до собівартості реалізованої продукції C:

$$P = (R / C)\ \ 100\ \%.$$

Цей показник для підприємств малого бізнесу склав 3,9 %, а для підприємств основного кола області – 1,7 %. Показники свідчать про те, що малий бізнес працює значно ефективніше, і при умілому керівництві можна досягти ще вищих показників. Збитковими були тільки підприємства торгівлі, а підприємства виробничих галузей мали позитивні результати.

Показники ділової активності підприємств малого бізнесу також характеризують позитивні якості цього сектору економіки. Так, дебіторська заборгованість зробила за рік 4,79 обертів, оберт виконувався за 76 днів. Це дуже високий показник: в країнах з розвинутою економікою норматив складає 4,9 оберту.

Витрати на одну гривню виручки склали 0,8 грн., а у підприємств основного кола вони на 11,25% вищі.

Для визначення фінансового стану підприємств визначено показники

ліквідності та платоспроможності. Показник абсолютної ліквідності на початок року складав 6%, а на кінець – ще менше (5%) при нормативному значенні 25-30%.

Коефіцієнт швидкої ліквідності змінювався на протязі року з 0,74 до 0,83 (при нормативному значенні з 0,5 до 1,0). Зростання цього показника є свідченням того, що покращуються умови для зменшення дебіторської заборгованості.

Показник загальної ліквідності показав, що практично підприємства малого бізнесу не мали можливостей погасити кредиторську заборгованість тому, що на кожну гривню кредиторської заборгованості приходилось тільки 14 копійок ліквідних коштів.

Для визначення фінансової стійкості визначено коефіцієнт автономії, який мав значення 0,43 на початок року і 0,36 на кінець року. А всі значення, менші ніж 0,5, вважаються критичними. Практично, не маючи в достатньому обсязі обігових коштів, підприємства малого бізнесу значно залежать від позичок. Про що і свідчить коефіцієнт співвідношення власних та позичкових коштів, який на протязі року змінився з 0,78 до 0,58. Тобто на кінець року на кожну одиницю власних коштів, вкладених в активи підприємств, припадало майже в 2 рази більше позичкових коштів.

Виконуючи аналіз деяких показників діяльності підприємств малого бізнесу промисловості, було встановлено, що підприємства цієї галузі мають значний промисловий потенціал, вони здатні швидко та гнучко реагувати на зміни в процесі виробництва. Визначено долю підприємств цієї галузі в показниках діяльності підприємств малого бізнесу.

Доля продукції промислових підприємств малого бізнесу склала 22,9% від загального обсягу всіх малих підприємств. А виручка від реалізації продукції промислових підприємств становила всього 2,4% в обсязі промислового виробництва області. Промисловими підприємствами малого бізнесу одержано прибуток в сумі 38,2 млн. грн., що становить 21,5% від прибутку, одержаного всіма підприємствами малого бізнесу. На одну гривню виручки від реалізації продукції промислових підприємств одержано прибутку 0,1096 гривні, а всіх малих підприємств – в 3 рази менше (0,0376). Рівень рентабельності промислових підприємств склав 12,7%, це більш, ніж в 3 рази вище, ніж в цілому по підприємствах малого бізнесу.

Висновки

З позицій системного підходу до проблеми управління розвитком малого бізнесу в дослідженні відображено результати теоретичних, методологічних розробок і, відповідно до цілей дослідження, отримано такі результати:

1. Необхідно розробити концепцію системи контролінгу малого бізнесу, яка забезпечує якісно нову інтерпретацію ролі цієї системи в ринкових умовах господарювання.

2. Побудувати модель розвитку малого бізнесу з урахуванням виробничих факторів: одержання норми прибутку, ризику закриття підприємства, професіонального складу працюючих, попиту на продукцію, форми власності підприємства, кількості малих підприємств на 1000 мешканців. При цьому оптимізується зайнятість працездатного населення.

3. Виявлена модель, яка описує конкурентний статус підприємства, дозволяє вибрати шляхи та напрямки розвитку в сучасних конкурентних умовах.

4. Запропоновано контролінгову схему управління конкурентоздатністю підприємства малого бізнесу для вибору оптимальної стратегії розвитку. Проведення діагностики стратегічної позиції підприємства дозволяє визначити фактори успіху, виконати аналіз оптимальної стратегії розвитку та здійснити вибір напрямку розвитку.

5. Аналіз інвестиційної проблеми з урахуванням обмежень пріоритетного розвитку, можливостей одержання інвестицій та реалізації проекту пріоритетного розвитку з використанням побудованої схеми дозволяє проводити контроль процесу впровадження цього проекту на територіях пріоритетного розвитку.

Конкуренція постійно створює суб’єктам ринку свої умови, в яких підприємствам доводиться відмовлятися від основного принципу реалізації товарів та послуг по фактичній оплаті, наслідком цього є зростання дебіторської заборгованості. Зростання треба постійно тримати під контролем.

Література

1. Благодарный А.И. Анализ общего финансового состояния предприятий малого бизнеса области // Управление экономикой переходного периода: Сб. науч. тр. НАН Украины. Ин-т экономики пром-сти. Донецк, 2016. С.199-205 .

2. Погорельцев В.М. Контроллинг деятельности малого бизнеса области // Менеджер. 2017. № 4. С. 67-73.

3. Гузь Н.Г., Очкас М.В. Контроллинг в малом би знесе // Новое в экономической кибернетике: сб. науч. тр. Модели контроллинга. Винница:

ДонГУ, 2016. №4. С.75-81.

4. Орлова Н.А., Трисеева Л.А. Проблемы малой приватизации объектов городского хазяйства // Проблемы развития современного города. Международный научно-практический семинар. НАН Украины.Виница, 2016. С. 143-145.

5. Трисеева Л.А., Балычевцева Г.И., Оценка состояния бытового обслуживания населения в связи с осуществлением малой приватизации // Реформирование хозяйственных комплексов городов Украины: Сб. науч. тр. НАН Украины 2017. С. 215-224.

Рецензенти:
Боняр С.М., д-р екон. наук, Київська державна академія водного транспорту.
Гречан А.П., д-р екон. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:
Boniar S.M., Dr. Econ. Sci., Kyiv State Academy of Water Transport.
Hrechan A.P., Dr. Econ. Sci., National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **16.09.2017 р**.

БУДІВЕЛЬНИ МЕХАНІКА ТА СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

УДК 519.68; 681.513.7; 612.8.001.57; 007.51/.52

Гавриленко О.В., канд. фіз-мат. наук, **Дідківська В.А.**

ТЕХНОЛОГІЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ СПОРТИВНИХ ЗМАГАНЬ

Анотація. В даній роботі розглядається метод прогнозування результатів тенісних турнірів шляхом використання ланцюгів Маркова. У ході роботи було розглянуто стандартну реалізацію ланцюга Маркова за умови подавання гравцем і запропоновано модифікацію методу, у якій обрахунок ймовірності виграшу враховує ймовірність виграшу очка гравцем при прийомі м'яча.

Об'єкт дослідження – прогнозування результатів тенісних турнірів за допомогою ланцюгів Маркова.

Мета роботи – покращення способу перевірки даних та впровадження модифікації у алгоритм побудови ланцюгів Маркова.

Прогнозування результатів спортивних змагань являється актуальною дослідницькою задачею. Розробка методів та способів математичного моделювання дає змогу з достатньо високою точністю оцінити, яким буде результат змагання суперників. Одним із таких видів спорту є теніс – за протистоянням спортсменів щороку спостерігають мільйони шанувальників із усіх куточків світу. Із запалом дивляться такі змагання витривалості й вчені – комерційний та науковий інтерес зумовили сплеск досліджень у сфері прогнозування результатів тенісних турнірів. Більшість сучасних моделей для прогнозування тенісу використовують ієрархічні стохастичні вирази на основі ланцюгів Маркова. На даному етапі розвитку алгоритмів прогнозування результатів тенісних турнірів ланцюги Маркова являються менш комплексними у порівнянні з методами машинного навчання, за допомогою яких можна враховувати великий спектр параметрів матчу та історичну статистику. Однак, прогнозування на основі ланцюгів Маркова та модифікації даного методу можуть бути використані для оцінки результатів роботи методів прогнозування тенісних турнірів, заснованих на машинному навчанні. Перевірка правильності результатів новостворених методів являється важливою складовою процесу

дослідження, а, отже, повинні бути розглянуті ієрархічні стохастичні вирази на основі ланцюгів Маркова та запропоновані модифікації для оптимізації їх роботи.

Розглянуті методи прогнозування результатів тенісних турнірів допомагають оцінити результати навчання нейронних мереж алгоритмам прогнозування. Поліпшення даних алгоритмів підвищує точність прогнозування та достовірність отриманих результатів.

Ключові слова: прогнозування спортивних змагань, теніс, ланцюги маркова, теорія ймовірності, ймовірність виграшу

UDC 519.68; 681.513.7; 612.8.001.57; 007.51/.52

Havrilenko O., Cand. Phys.-Math. Sci. (Ph.D.), **Didkivska V.**

TECHNOLOGY FOR FORECASTING THE RESULTS OF SPORTS COMPETITIONS

Abstract. In this paper, the method of forecasting the results of tennis tournaments using the Markov chains is considered. In the course of the work, the standard implementation of the Markov chain was considered when the player serves and suggested a modification of the method, in which the calculation of the probability of winning takes into account the probability of winning a point by the player recepts.

The object of the study is to predict the results of tennis tournaments using Markov chains.

The goal of the work is to improve the way data is verified and to introduce a modification into the algorithm for constructing Markov chains.

Forecasting the results of sports competitions is a modern task for researchers. The development of methods and methods of mathematical modeling makes it possible to estimate with a high enough accuracy what will be the result of competition of rivals. One of these sports is tennis – for the confrontation of athletes annually observed by millions of fans from all over the world. They watch with such fervor such endurance competitions and scientists – commercial and scientific interest – caused a surge in research in the field of predicting the results of tennis tournaments. Most modern models for predicting tennis use hierarchical stochastic expressions based on Markov chains. At this stage of the development of algorithms for predicting the results of tennis tournaments, the Markov chains are less complex in comparison with the methods of machine learning, with the help of which one can take into account a large

range of match parameters and historical statistics. However, predictions based on Markov chains and modification of this method can be used to evaluate the results of the methods of forecasting tennis tournaments based on machine learning. Verification of the correctness of the results of the new methods is an important component of the research process, and therefore, hierarchical stochastic expressions based on Markov chains should be considered and modifications proposed to optimize their work.
The methods of forecasting the results of tennis tournaments are considered to help evaluate the results of training neural networks for prediction algorithms. The improvement of these algorithms increases the accuracy of forecasting and the reliability of the results obtained.
Keywords: forecasting of sports competitions, tennis, markova chain, probability theory, probability of winning

УДК 519.68; 681.513.7; 612.8.001.57; 007.51/.52

Гавриленко Е.В., канд. физ-мат. наук, **Дедковская В.А.**

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ СПОРТИВНЫХ СОРЕВНОВАНИЙ

Аннотация. В данной работе рассматривается метод прогнозирования результатов теннисных турниров путем использования цепей Маркова. В ходе работы были рассмотрены стандартную реализацию цепи Маркова при подачи игроком и предложено модификацию метода, в которой расчет вероятности выигрыша учитывает вероятность выигрыша очка игроком при приеме мяча.
Объект исследования - прогнозирование результатов теннисных турниров с помощью цепей Маркова.
Цель работы - улучшение способа проверки данных и внедрение модификации в алгоритм построения цепей Маркова.
Прогнозирование результатов спортивных соревнований является актуальной исследовательской задачей. Разработка методов и способов математического моделирования позволяет с достаточно высокой точностью оценить, каким будет результат соревнования соперников. Одним из таких видов спорта является теннис – за противостоянием спортсменов ежегодно наблюдают миллионы поклонников со всех уголков мира. С жаром смотрят такие соревнования выносливости и ученые - коммерческий и научный интерес обусловили всплеск исследований в области прогнозирования результатов теннисных турниров.

Большинство современных моделей для прогнозирования тенниса используют иерархические стохастические выражения на основе цепей Маркова. На данном этапе развития алгоритмов прогнозирования результатов теннисных турниров цепи Маркова являются менее комплексными по сравнению с методами машинного обучения, с помощью которых можно учитывать большой спектр параметров матча и историческую статистику. Однако, прогнозирования на основе цепей Маркова и модификации данного метода могут быть использованы для оценки результатов работы методов прогнозирования теннисных турниров, основанных на машинном обучении. Проверка правильности результатов вновь методов является важной составляющей процесса исследования, а, следовательно, должны быть рассмотрены иерархические стохастические выражения на основе цепей Маркова и предложены модификации для оптимизации их работы.

Рассмотрены методы прогнозирования результатов теннисных турниров помогают оценить результаты обучения нейронных сетей алгоритмам прогнозирования. Улучшение данных алгоритмов повышает точность прогнозирования и достоверность полученных результатов.

Ключевые слова: прогнозирование спортивных соревнований, теннис, цепи маркова, теория вероятности, вероятность выигрыша.

Вступ

Прогнозування результатів спортивних змагань являється актуальною дослідницькою задачею. Розробка методів та способів математичного моделювання дає змогу з достатньо високою точністю оцінити, яким буде результат змагання суперників. Одним із таких видів спорту є теніс. За протистоянням спортсменів щороку спостерігають мільйони шанувальників із усіх куточків світу. Із запалом дивляться такі змагання витривалості й вчені. Комерційний та науковий інтерес зумовили сплеск досліджень у сфері прогнозування результатів тенісних матчів зокрема і турнірів взагалі. Більшість сучасних моделей для прогнозування тенісу використовують ієрархічні стохастичні вирази на основі ланцюгів Маркова. На даному етапі розвитку алгоритмів прогнозування результатів тенісних турнірів ланцюги Маркова являються менш комплексними у порівнянні з методами машинного навчання, за допомогою яких можна враховувати великий спектр параметрів матчу та історичну статистику. Однак, прогнозування на основі ланцюгів Маркова та модифікації даного методу можуть бути використані для оцінки результатів

роботи методів прогнозування тенісних турнірів, заснованих на машинному навчанні. Перевірка правильності результатів новостворених методів являється важливою складовою процесу дослідження, а, отже, повинні бути розглянуті ієрархічні стохастичні вирази на основі ланцюгів Маркова та запропоновані модифікації для оптимізації їх роботи.

Постановка задачі

Є тенісний матч проти одного суперника (сингл) – одиночний тенісний матч. Необхідно показати спосіб моделювання гейму даного матчу за допомогою ланцюгів Маркова, запропонувати покращення з точки зору підвищення точності прогнозу результатів.

Ланцюги Маркова у прогнозуванні тенісного турніру

Ланцюг Маркова – це випадковий процес, що задовольняє властивість Маркова і який приймає скінченну чи зліченну кількість значень (станів). Випадкова послідовність подій називається ланцюгом Маркова, якщо кожен перехід з одного стану в інший не залежить від того, коли і як система прийшла у поточний стан. Початковий стан може бути заданим заздалегідь або бути випадковим. Необхідно звернути увагу на те, що наступний стан залежить лише від поточного стану системи, усі попередні стани не враховуються – основуючись на цьому твердженні, можна побудувати ланцюг Маркова для тенісного матчу.

Імовірність виграшу очка у професійному тенісі являється ключовою у більшості способів прогнозування. Дана величина забезпечує обчислювальну базу, на якій засновується розрахунок ймовірності виграшу матчу. До наукової роботи, яка була написана Ф. Клаассеном та Й. Магнусом [1] вважалося, що очки матчу є незалежними й однаково розподіленими, тобто ймовірність виграшу очка константна протягом матчу. Вони ж, в свою чергу, перевірили дане припущення та спростували його, довівши, що очки в тенісі розподіляються незалежно та не однаково. Однак, відхилення від незалежних й однаково розподілених величин настільки незначне, що їх можна використовувати на практиці, так як незалежні й однаково розподілені величини дають зручні усереднені значення.

Сформулюємо математичну постановку задачі. Є два гравці тенісного матчу, перший гравець – А, другий гравець – В. Припустимо, що p – ймовірність того, що гравець А виграє очко, якщо подаватиме. Відповідно, припустимо, що

q – ймовірність того, що гравець В виграє очко, якщо подаватиме. Нехай ймовірність виграшу очка незалежно та однаково розподілена.

Така постановка дає нам можливість побудувати ланцюг Маркова, за допомогою якого буде описано ймовірність виграшу гравця в геймі.

У тенісі гейм — відрізок сету, в якому право подачі належить виключно одному із супротивників, який повинен чергувати її, подаючи в ліву й праву половину корту. Стандартний гейм має наступний рахунок, рахунок гравця, що подає, називається першим:

– немає очок — «нуль»;
– перше очко — «п’ятнадцять»;
– друге очко — «тридцять»;
– третє очко — «сорок»;
– четверте очко — «гейм».

За винятком випадку, коли обоє гравців (пари) виграли по три очки, тоді рахунок оголошується «Рівне». Після «Рівне» рахунок стає «Більше» убік того гравця (пари), що виграв наступне очко. Якщо той же гравець виграє і наступне очко, цей гравець виграє «Гейм», якщо ж наступне очко виграє суперник, рахунок знову стає «Рівне». Гравець (пари) повинен виграти два очка поспіль після рахунку «Рівне», щоб виграти «Гейм».

Для перемоги у сеті потрібно виграти принаймні 6 геймів і принаймні на два більше, ніж супротивник. При рахунку 6:6 за геймами у більшості турнірів грається тай-брейк.

Вважатимемо рахунок простором станів, тоді переходи між станами – це ймовірності виграшу p першого гравця А або ймовірності виграшу q другого гравця В. Усі переходи, які означають очко, вигране гравцем А, мають ту ж ймовірність p, а всі переходи, які означають програне очко, мають ймовірність 1-p. Візуалізацію ланцюга Маркова за умови, що подає перший гравець А, наведено на рис.1 [2].

Виходячи з ідеї моделювання тенісних матчів з ланцюгами Маркова, Барнетт і Кларк [3] та О’Малі [4] розробили ієрархічні вирази для ймовівності того, що конкретний гравець виграє весь тенісний матч.

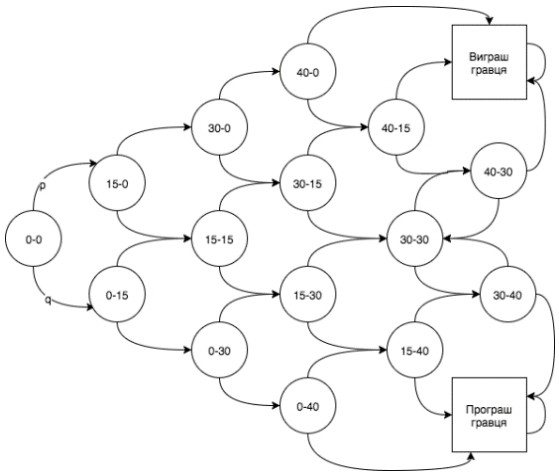


Рисунок 1 – Марківська модель гейму в матчі за умови, що подає гравець А

Барнетт і Кларк виражають ймовірність того, що гравець А виграв гру при своїй подачі $P_{гейм}$, використовуючи наступне рекурсивне визначення:

$$P_{гейм}(x,y) = p \cdot P_{гейм}(x+1,y) + (1-p)P_{гейм}(x,y+1). \quad (1)$$

Граничні значення записуються як:

$$P_{гейм}(x,y) = 1, \text{ якщо } x = 4,\ x - y \geq 2. \quad (2)$$

$$P_{гейм}(x,y) = 0, \text{ якщо } y = 4,\ y - x \geq 2. \quad (3)$$

$$P_{гейм}(x,y) = \frac{p^2}{p^2 + (1-p)^2}, \text{ якщо } x = 4,\ x - y \geq 2. \quad (4)$$

У наведеному вище, p – ймовірність того, що гравець А виграє очко при подачі, а x та y представляють кількість очок, виграних гравцями А та В, відповідно. Цей вираз явно відповідає ланцюжку Маркова.

Оцінка ймовірності виграшу при подачі

З огляду на ймовірність того, що обидва гравці виграють очко при їх подачі, ми можемо використовувати ієрархічні вирази, отримані Барнеттом і Кларком, щоб визначити переможця. Залишається питання, як оцінити ці ймовірності виграшу очка при подачі для ще не зіграних матчів. Барнетт і Кларк [3] дають ефективний метод для оцінки цих імовірностей з історичної статистики гравців:

$$f_i = a_i \cdot b_i + (1-a_i) \cdot c_i \quad (5)$$

$$g_i = a_{av} \cdot d_i + (1-a_{av}) \cdot e_i, \quad (6)$$

де f_i – відсоток очок, виграних при подачі гравцем і;

g_i – відсоток очок, виграних при прийомі м’яча гравцем і;

a_i – відсоток перших подач гравця і;

a_{av} – средний відсоток перших подач для всіх гравців;

b_i – відсоток виграшу при першій подачі гравця і;

c_i – відсоток виграшу при другій подачі гравця і;

d_i – відсоток виграшу при прийомі першої подачі гравцем і;

e_i – відсоток виграшу при прийомі другої подачі гравцем і.

Отже, для матчу між гравцями А і В ми можемо оцінити ймовірності виграшу очка при подачі гравцями А і В відповідно як f_{AB} і f_{BA}, використовуючи наступне рівняння:

$$f_{AB} = f_t + (f_i + f_{av}) - (g_i - g_{av}), \quad (7)$$

де f_t – відсоток очок, вигранних при подачі гравцем і;

f_{av} – відсоток очок, вигранних при прийомі м'яча гравцем і;

g_{av} – відсоток перших подач гравця і.

Модифікація методу ланцюга Маркова до вирішення задачі прогнозування тенісних матчів може покращити отримувані результати та підвищити точність прогнозу. Кнотттенбельт [5] уточнив моделі Барнета, використавши для обчислення ймовірності виграшу очка при подачі лише матчі зі спільними суперниками гравців, замість усіх суперників. Цей підхід дозволяє знизити похибку, що виникає через те, що гравці в минулому зустрічалися з суперниками різного рівня.

Мадурська [6] далі розширила модель загального суперника Кнотттенбельта, використавши різні ймовірності виграшу очка при подачі для різних сетів. Таким чином, автор відмовилася від допущення IID і її модель відображає накопичення фізичної втоми у гравця по ходу матчу.

Моделювання тенісного гейму враховуючи статистичні дані гравця

В даній роботі, з метою підвищення точності прогнозу, наведено ще один варіант модифікації методу ланцюга Маркова.

Враховуючи те, що на даний момент існує вільний доступ до різноманітних статистичних даних тенісистів, то на початку матчу в якості ймовірності виграшу можем обрати відповідні дані з попередніх матчів або тренувань гравця (відсоток подачі (прийому), виграшів з подачі (прийому), тощо) [7]. Згідно з цим можна побудувати 2 дерева – для подачі та прийому гравцем м’яча. Окрім того, постійне оновлення статистичних даних дає змогу у кожному наступному геймі враховувати результати попереднього. Також слід зазначити, що таким чином можна враховувати статистику ейсів, відсотки

попадання 1-ї та 2-ї подач та подвійних помилок, що робить схеми Маркова максимально докладними.

В якості прикладу проведемо модифікацію наведеного раніше способу побудови ланцюга Маркова для тенісного матчу між гравцем А та гравцем В [8].

Знайдемо умовні ймовірності отримання очок кожним із гравців та ймовірність виграшу гейму гравцем В за умови подачі та прийому, побудувавши таблиці умовних ймовірностей для обох віпадків та візуалізуємо їх марківськими моделями гейму.

Візьмемо за основу гейм і вважатимемо рахунок простором станів. Побудуємо модель для гравця В за умови, що не він подавав (прийняв) – оберемо деяке p, що означатиме ймовірність виграшу очка цим гравцем за умови, що він подає (приймає). Ймовірність виграшу очка суперником - гравцем А позначимо як q=l-p.

Для нашого прикладу, скориставшись статистичними даними матчу, встановлюємо, що ймовірність виграшу очка при подачі гравця В – це p=0,77, тоді ймовірність виграшу очка гравцем А – це q=1-p=0,23.

При прийомі гравця В – це p=0,41, тоді ймовірність виграшу очка гравця А – це q=1-p=0,59.

Побудуємо марківський процес із дискретним часом, кінцевим станом та матрицею переходів М і початковим станом I_0. Множина станів цього ланцюга являється поглинаючою (або замкненою), так як включає в себе 2 стани, з яких не може бути переходу в наступний стан – це стан виграшу гравця А та стан виграшу гравця В. Оскільки ми модифікуємо ситуацію гри гейму, то матриця М набуває вигляду:

$$M = \begin{bmatrix} m_{1,1} \ldots m_{1,17} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ m_{17,1} \ldots m_{17,17} \end{bmatrix}. \quad (8)$$

Це зумовлено тим, що при моделюванні марківського ланцюга для гейму гри може бути всього 17 станів системи. Запишемо загальний вигляд блочної структури даної матриці:

$$M = \begin{bmatrix} EO \\ RW \end{bmatrix}, \quad (9)$$

де Е – одинична підматриця, порядок якої збігається з числом поглинаючих станів;

W – квадратна підматриця ймовірностей переходів на множині неповоротних станів;

R – прямокутна підматриця переходів з неповоротних станів в поглинаючі;

O – нульова підматриця. Якщо число загальних станів – 17, з них 2 – поглинаючі стани, тоді підматриці мають наступний порядок:

$$M_{17*17}, E_{15*15}, W_{2*2}, R_{2*15}, O_{15*2}.$$

Результати обчислень умовних імовірностей отримання очка при подачі наведені у таблиці 1:

Таблиця 1 – Таблиця умовних імовірностей отримання очка при подачі

		гравець А				
		0	15	30	40	Гейм
гравець В	0	0.962890674	0.896661648	0.737136081	0.419136599	0
	15	0.98267337	0.944312142	0.832122939	0.544333246	0
	30	0.994131919	0.977823203	0.918086095	0.706926293	0
	40	0.999003354	0.995666754	0.981159802	0.918086095	
	Гейм	1	1	1		

Ці данні показують, що гравець В зможе виграти гейм при подачі з ймовірністю 98%. Що і сталося в реальному матчі.

Знайдемо умовні ймовірності отримання очок кожним із гравців та ймовірність виграшу гейма гравцем В за умови, що він приймає подачу. Для цього побудуємо таблицю умовних ймовірностей та візуалізуємо її марківською моделлю гейму.

Результати обчислень умовних імовірностей отримання очка при прийомі наведені у таблиці 2:

Таблиця 2 – Таблиця умовних імовірностей отримання очка при прийомі подачі

		гравець А				
		0	15	30	40	Гейм
гравець В	0	0.285501053	0.173073318	0.081225575	0.022444053	0
	15	0.447287306	0.30524446	0.165813619	0.054741592	0
	30	0.651690425	0.505888841	0.325648973	0.133516079	0
	40	0.86150246	0.765258408	0.602132894	0.325648973	
	Гейм	1	1	1		

Ці данні показують, що гравець В зможе виграти гейм при прийомі подачі з ймовірністю 28 %. Тобто з великою ймовірністю, що складає 72 %, він програє цей гейм. Що і сталося в реальному матчі.

Візуалізацію ланцюга за умови, що гравець В приймає подачу наведено на рис.2:

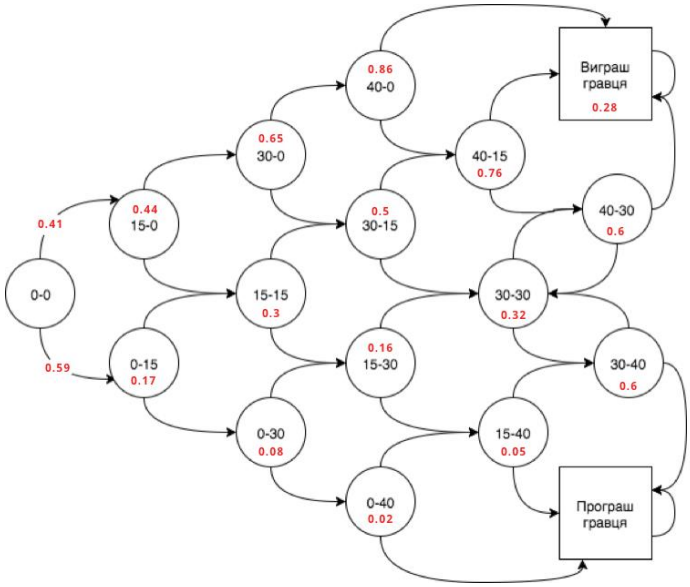


Рисунок 2 – Марківська модель гейму в матчі за умови, що гравець В приймає подачу

Візуалізацію ланцюга за умови, що гравець В подає наведено на рис.3:

Порівнявши отримані данні з даними статистики матчу можемо вважати, що даний спосіб аналізування тенісного гейму може бути використаний для практичного застосування та давати результати, що цілком узгоджуються з реальними даними. При цьому похибка є невеликою.

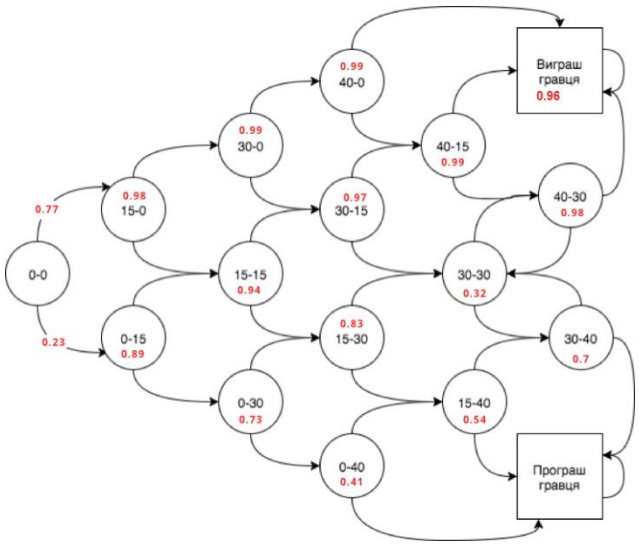


Рисунок 3 – Марківська модель гейму в матчі за умови, що гравець В подає

Висновки

У даній роботі було розглянуто використання ланцюга Маркова до задачі прогнозування тенісних турнірів. Було показано основні принципи побудови та умови, за яких побудова може бути виконана. Для покращення роботи даного методу можна застосовувати модифікації, пов'язані зі способом визначення ймовірності виграшу очка гравцем при подачі та на прийомі.

Використання марківських ланцюгів для прогнозування результатів тенісних турнірів не можна вважати досконалим методом, оскільки при цьому абсолютно ігнорується безліч факторів, що впливають на гру: самопочуття гравця, наявність нещодавніх травм, графік тренування, тип покриття корту тощо. Але урахування різноманітних статистичних даних спортсменів дає змогу ще більше наблизити до реального стану речей дану ідеалістичну модель і побудувати ланцюги Маркова, які точніше відображають сутність тенісного матчу.

Література

1. F.J.G.M. Klaassen and J.R. Magnus. Are Points in Tennis Independent and Identically Distributed? Evidence From a Dynamic Binary Panel Data Model. Journal of the American Statistical Association, 96:500–509, 2001.

2. M. Sipko. Machine Learning for the Prediction of Professional Tennis Matches. Technical report, Imperial College London, London, 2015.

3. T. Barnett and S. R. Clarke. Combining player statistics to predict outcomes of tennis matches. IMA Journal of Management Mathematics, 16:113–120, 2005.

4. J.A. O'Malley. Probability Formulas and Statistical Analysis in Tennis. Journal of Quantitative Analysis in Sports, 4(2), 2008.

5. W. J. Knottenbelt, D. Spanias, and A. M. Madurska. A common-opponent stochastic model for predicting the outcome of professional tennis matches. Computers and Mathematics with Applications, 64:3820–3827, 2012.

6. A. M. Madurska. A Set-By-Set Analysis Method for Predicting the Outcome of Professional Singles Tennis Matches. Technical report, Imperial College London, London, 2012.

7. ATP World Tour: Tennis Statistics. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.atpworldtour.com/en/players/

8. Australian Open (м) 2018. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.championat.com/tennis/_grandslam/13109/match/669971.html#text-all

Рецензенти:
Гамеляк І.П., д-р техн. наук, НТУ (Київ)
Скобелєв В.Г., д-р техн. наук, д-р фіз.-мат. наук, професор, провідний науковий співробітник Інституту кібернетики ім. В.М.Глушкова, Київ, Україна.

Reviewers:
Hameliak I.P., Dr.Tech.Sci., NTU (Kyiv)
Skobeliev V.H, Dr.Tech.Sci., Dr.Phys.Math.Sci., professor, senior researcher, Hlushkov Institute of Cybernetics (Kyiv)

Стаття надійшла до редакції: **08.09.2017 р.**

ТРАНСПОРТНІ СПОРУДИ

УДК 625.8

Гуляєв В.І., докт. техн. наук, **Гайдайчук В.В.,** докт. техн. наук,
Мозговий В.В., докт. техн. наук, **Заєць Ю.О.,** канд. техн. наук,
Шевчук Л.В., канд. техн. наук, **Куцман О.М., Баран С.А.**

МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КОНСТРУКЦІЇ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ ПІД ДІЄЮ ТРАНСПОРТНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Анотація. Поставлена задача про визначення напружено-деформованого стану шаруватого напівпростору під дією транспортних навантажень. Побудована скінченно-елементна модель пружної деформації масиву, виконаний комп'ютерний аналіз системи. Показано, що найнебезпечніші для покриття напруження розтягу локалізуються у нижній зоні шарів із монолітних матеріалів.
Ключові слова: автомобільна дорога, асфальтобетонне покриття, транспортні навантаження, поле напружень, напружено-деформований стан.

UDC 625.8

Huliaev V., Dr.Tech.Sci., **Haidaichuk V.,** Dr.Tech.Sci.,
Mozhovyi V., Dr.Tech.Sci., **Zaiets Yu.**, Cand. Eng. Sci. (Ph.D.),
Shevchuk L., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Kutsman O., Baran S.**

SIMULATION OF STRESS-STRAIN STATES OF ROAD STRUCTURES UNDER ACTION OF TRANSPORT LOADS

Abstract. The problem on analysis of stress-strain states of a layered road massif under action of transport loads is formulated. The finite element model of the elastic massif equilibrium is constructed, the computer analysis of the system is performed. It is demonstrated that the most dangerous tensile stresses are localized in the lower zones of the second layer, while the maximal values of the shear stresses take place in the

first layer in the vicinity of the external load application. The question of crack generation and layer destruction are discussed.
Keywords: automobile road, asphalt-concrete coating, transport loads, stress fields, stress-strain state.

УДК 625.8

Гуляев В.И., докт. техн. наук, **Гайдайчук В.В.,** докт. техн. наук,
Мозговый В.В., докт. техн. наук, **Заец Ю.А.,** канд. техн. наук,
Шевчук Л.В., канд. техн. наук, **Куцман А.М., Баран С.А.**

Аннотация. Поставленная задача об определении напряженно-деформированного состояния слоистого полупространства под действием транспортных нагрузок. Построена конечно-элементная модель упругой деформации массива, выполненный компьютерный анализ системы. Показано, что самые опасные для покрытия растягивающие напряжения локализуются в нижней зоне слоев с монолитных материалов.
Ключевые слова: автомобильная дорога асфальтобетонное покрытие, транспортные нагрузки, поле напряжений, напряженно-деформированное состояние.

Вступ

Розтріскування асфальтобетонного покриття автомобільних доріг, викликане низькими температурами і дією транспортних навантажень, є однією з основних причин їх передчасного руйнування. У процесі експлуатації дороги наявність тріщини призводить до несної здатності монолітних шарів, а також і до проникнення через неї вологи в конструкцію дорожнього одягу і ґрунтове полотно. Моделювання напружено-деформованого стану дозволить оцінити вірогідність утворення тріщин, сприяти їх прогнозуванню та зниженню рівня негативного впливу на міцність і довговічність системи.

Зазначені ефекти давно привертали увагу вчених і фахівців-дорожників, тому явище утворення тріщин стало предметом їхніх багаторічних досліджень. Так, починаючи ще з 50-60-х років минулого століття, тривають як теоретичні, так і експериментальні роботи, спрямовані на вивчення проблем розтріскування асфальтобетонного покриття автомобільних доріг. Тим не менш, саме фізичне явище, при виникненні якого має місце розтріскування дорожнього

асфальтобетонного покриття, до сих пір не вивчено повністю. Як зазначено в роботі [1], основними причинами, що викликають утворення тріщин, є низькотемпературний вплив і деформаційні ефекти, спричинені дією статичних і динамічних транспортних навантажень. Чисто механічні погляди на процес виникнення тріщин не дали переконливого пояснення багатьом практично важливим особливостям поведінки конструкції дорожнього одягу під час експлуатації.

Наприклад, в умовах впливу низьких температур виникають наступні питання:

1. Чому на початковому етапі формування низькотемпературні тріщини орієнтовані, як правило, в поперечному напрямку дороги?

2. Чому кількість низькотемпературних тріщин на розглядуваному покритті збільшується з року в рік?

3. Чим можна пояснити приблизно рівні відстані між ними?

4. Як пов'язані їхні кількісні характеристики з показниками погодно-кліматичних умов місцевості?

5. Чи можна знайти такий матеріал для дорожнього покриття, при використанні якого не з'являються низькотемпературні тріщини або їхня кількість буде істотно меншою в порівнянні з традиційними видами асфальтобетону?

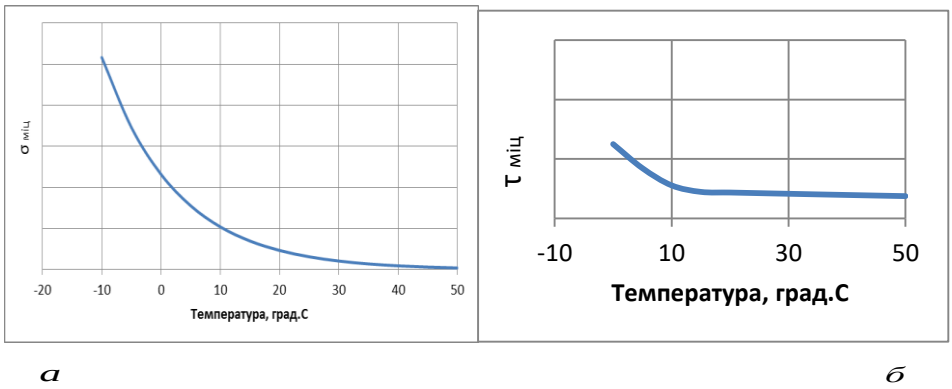
6. Які конструктивні і технологічні заходи можна вжити, щоб повністю або частково запобігти появі низькотемпературних тріщин? та ін.?

Відповіді на деякі з цих питань подані в роботах [2, 3].

Не менш складним є також питання аналізу утворення тріщин на асфальтобетонному покритті під дією транспортних навантажень. Ця складність зумовлена тим, що асфальтобетони проявляють властивості в’язкопружних матеріалів, тому аналіз їх деформування повинен здійснюватися з урахуванням досить складних реологічних процесів релаксації та повзучості, а навантаження від транспортних засобів викликають в багатошаровому масиві конструкції дороги тривимірний напружено-деформований стан з суттєвими градієнтами стискаючих, розтягуючих та зсувних напружень. Необхідно також врахувати, що асфальтобетон по-різному чинить опір цим видам напружень і особливо їх комбінації. Так, якщо його міцність при стисненні порівняно велика, то при розтягуванні та зсуві вона є значно меншою і до того ж суттєво залежить від температури. На рис.1 представлені, отримані експериментально [4], графіки

нормальних напружень розриву $\sigma_{міц}$ та зсувних напружень $\tau_{міц}$ асфальтобетону в залежності від температури.

Не менш актуальним є вивчення питання міцності асфальтобетонних шарів під дією дотичних напружень, оскільки в реальних умовах вони досить слабо чинять опір зсуву. Причому здатності чинити опір цим діям сприяють додаткові об'ємні стискаючі напруження в розглянутій зоні і зменшують напруження розтягу.



а *б*

Рисунок 1 - Значення граничних напружень розтягу $\sigma_{міц}$ (а) і зсувних напружень $\tau_{міц}$ (б) для асфальтобетонних матеріалів

З огляду на ці обставини, можна спробувати встановити деякі найбільш загальні особливості і тенденції настання граничних напружено-деформованих станів конструкцій дорожнього одягу, як шаруватих масивів дороги, методами тривимірної теорії пружності, визначаючи зони з найбільшими розтягуючими та зсувними напруженнями і аналізуючи умови, при яких мають місце їхні найбільш несприятливі комбінації.

Постановка задачі. Сформулюємо задачу про визначення напружено-деформованого стану конструкції дороги під дією транспортних навантажень. Дослідимо характер розподілу зон розтягуючих і зсувних напружень під колесами великовантажного автомобіля (рис.2) з метою аналізу впливу накладення полів напружень в залежності від міжосьових відстаней «a» і «b» і відстаней між колесами «c» і «d». Будемо вважати, що відповідно до загальноприйнятої методики [1] і результатів натурних спостережень пляма від контакту колеса з поверхнею дорожнього покриття (рис.3) являє собою прямокутник (рис.4), ширина «e» якого визначається конструкцією колеса і не змінюється зі зміною навантаження на колесо, а висота « f » залежить від цього

навантаження так, що рівнодіюча P контактного тиску «p» дорівнює силі, що діє на колесо, тобто

$$P = p \cdot e \cdot f \,, \tag{1}$$

де p – тиск в пневматиці.

Приймемо, що P і p відомі, тоді висота « f » плями визначається рівністю

$$f = P/(p \cdot e) \,. \tag{2}$$

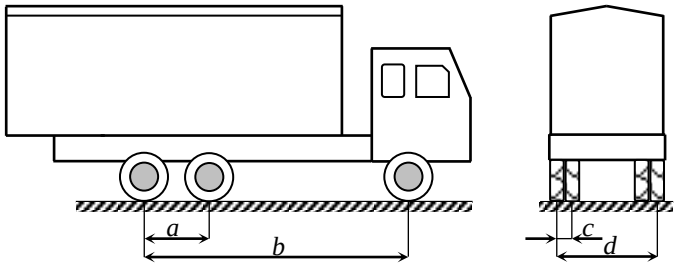


Рисунок 2 – Геометрична схема розташування коліс трьохвісного автомобіля

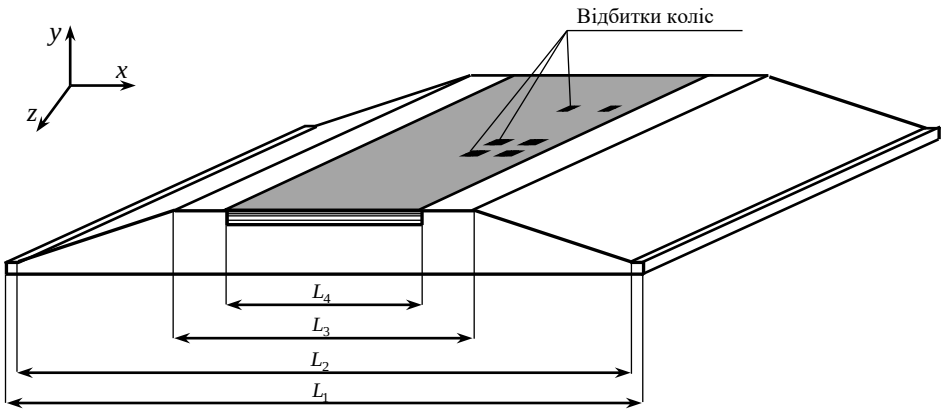


Рисунок 3 – Конструктивна схема дорожньої конструкції

Представлена задача є тривимірною. Для її розв'язання необхідно площинами $x = const$, $y = const$, $z = const$ виділити із загального неоднорідного шаруватого масиву прямокутний паралелепіпед і, задавши відповідні граничні умови на відповідних граничних площинах, розв'язати відповідні рівняння теорії пружності чисельним методом.

При побудові цих рівнянь врахуємо, що швидкості поширення хвиль пружних деформацій в масиві, що розглядається, (складові сотні метрів в секунду) набагато перевищують швидкості руху автомобілів. Тому

навантаження від сил тяжіння рухомого транспортного засобу можна вважати квазістатичним і задачу формулювати в статичній постановці.

Вважаємо, що конструкція дороги складається з чотирьох шарів, що лежать на ґрунтовій основі (рис.3). Надамо їм номери 1-4 в порядку слідування зверху вниз, номер 5 присвоїмо ґрунтовій основі. Тоді в межах кожного фрагменту 1-5 дороги задовольняються рівняння пружної рівноваги [4]

$$\mu\nabla^2\vec{u} + (\lambda + \mu)graddiv\vec{u} = 0. \qquad (3)$$

Тут λ і μ – параметри Ляме. Вони виражаються через модуль пружності E і коефіцієнт Пуассона за допомогою співвідношень

$$\lambda = \frac{vE}{(1+v)(1-2v)}, \qquad \mu = \frac{E}{2(1+v)}.$$

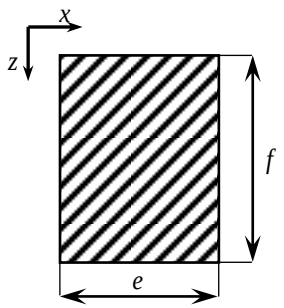


Рисунок 4 – Схема плями контакту між колісним пневматиком і поверхнею покриття

На вільних площинах шару 1 і ґрунтовому масиві задані умови рівності нулю нормальних і дотичних напружень

$$\sigma_y = 0, \quad \tau_{yx} = \tau_{yz} = 0. \qquad (4)$$

У межах плями контактної взаємодії напруження σ_y дорівнює тиску p в пневматиці, тому

$$\sigma_y = -p. \qquad (5)$$

На площинах зчленування суміжних шарів, а також четвертого шару з ґрунтовою основою задавалися умови неперервності переміщень

$$u_{i-1} = u_i, \qquad v_{i-1} = v_i, \qquad w_{i-1} = w_i \ (i = 2,3,...5). \qquad (6)$$

Для розв’язання задачі був використаний метод скінченних елементів. При цьому виділений для розрахунків шаруватий масив розбивався на тривимірні скінченні елементи (рис.5) і система диференціальних рівнянь замінювалася системою алгебраїчних скінченно-елементних рівнянь

$$[K_u]\{u\} = \{q\}, \qquad (7)$$

сформованих з урахуванням граничних рівнянь (4) – (6). Тут $[K_u]$ – матриця жорсткості для скінченно-елементної моделі всього пружного масиву, $\{u\}$ – вектор вузлових переміщень, $\{q\}$ – вектор навантаження.

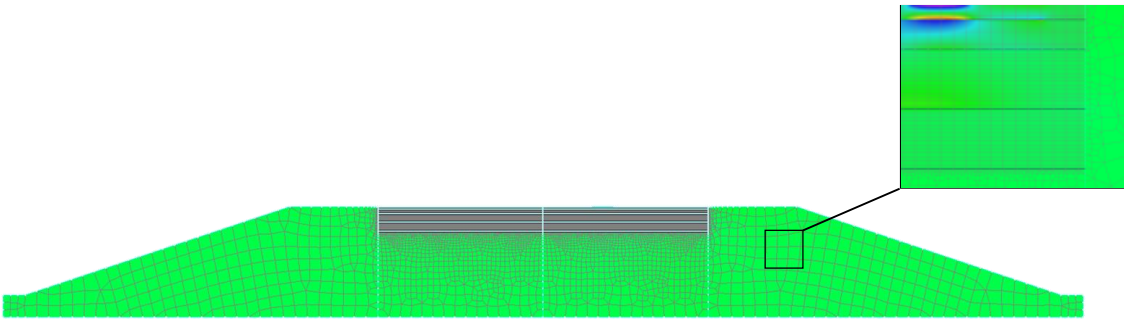


Рисунок 5 – Скінченно-елементна модель перерізу дорожнього масиву

В результаті розв'язання цієї системи обчислювалися деформації у всіх вузлах скінченно-елементної моделі і будувалися поля напружень. Обробка результатів обчислень проводилася із застосуванням спеціально розробленого постпроцесора, що дозволяє кожному знайденому значенню шуканої функції ставити у відповідність кольоровий мазок на виділеному полі і за допомогою кольорової шкали ідентифікувати їх величини.

Результати чисельного аналізу. Для аналізу обрано чотиришарова конструкція дорожнього покриття з габаритними розмірами $L_1 = 24{,}5$ м, $L_2 = 23{,}5$ м, $L_3 = 11{,}5$ м, $L_4 = 7{,}5$ м. Матеріали шарів, їх товщини і механічні властивості обрані наступними: шар 1 – асфальтобетон дрібнозернистий, $h = 0{,}05$ м, $E = 5 \cdot 10^9$ Па, $\nu = 0{,}2$; шар 2 – асфальтобетон пористий крупнозернистий, $h = 0{,}1$ м, $E = 1{,}4 \cdot 10^9$ Па, $\nu = 0{,}25$; шар 3 – щебінь, $h = 0{,}2$ м, $E = 0{,}4 \cdot 10^9$ Па, $\nu = 0{,}3$; шар 4 – пісок, $h = 0{,}2$ м, $E = 0{,}1 \cdot 10^9$ Па, $\nu = 0{,}3$; ґрунт – $h = 2{,}5$ м, $E = 0{,}1 \cdot 10^9$ Па, $\nu = 0{,}35$.

Для розрахунку виділений масив дороги довжиною $l = 1{,}8$ м. Скінченно-елементна схема перетину конструкції дороги представлена на рис. 5. Загальна кількість скінченних елементів для неї склало 331104, число вузлів – 236475, число шуканих невідомих – 687633.

В роботі [1] методами експериментального і комп'ютерного моделювання встановлено, що взаємний вплив полів напружень від коліс, які закріплені на двох найближчих сусідніх осях автомобіля (рис. 2), не перевищує 10%. Тому на початковому етапі вважалося, що на верхній шар діє вертикальне навантаження

від одного колеса, яке розташоване на одній осі, і дія навантажень від інших коліс не враховувалась. У зв'язку з тим, що задача розв’язувалася в тривимірній постановці, а шари покриття мають малу товщину, верхній шар був апроксимований всього лише двома елементами по вертикалі.

З урахуванням того, що розглянута система має симетрію відносно площини $z=0$, яка проходить через осьову лінію коліс, для розрахунку виділений масив дороги, обмежений площинами $z=0$ і $z=1{,}8$ м. У математичній моделі на цих площинах задавалися граничні умови симетрії.

На рис. 6 у кольоровому зображенні показано поля розподілу вертикальних переміщень в перерізі дорожнього масиву. Справа подана шкала значень кольорової палітри, яка відповідає значенням переміщень $u_z(x,y)$. Як видно, максимальне переміщення склало $3\cdot10^{-4}$ м. При цьому максимальні значення функцій напружень локалізуються у прилеглій до колеса зоні. В зв'язку з цим, тут доречно звернути увагу на висновки, які зроблені американськими вченими в роботі [1]. Вони відзначили, що оскільки, конструкція дороги складається з тонких шарів покриття, доводиться їх апроксимувати скінченними малих розмірів і для досягнення необхідної точності приходиться будувати скінченно-елементні моделі з великим числом ступенів вільності. В результаті розв’язання, сформульованих таким чином систем рівнянь, вимагає великого обсягу розрахункового часу на сучасних швидкодіючих комп'ютерах. Тому для якісного аналізу полів напружень у фрагментах конструкції і встановлення найбільш загальних закономірностей їх розподілу в роботі [1] запропоновано розв’язати двовимірну задачу в площині Oxy, яка проходить через вісь автомобіля перпендикулярно напрямку Oz дороги.

У нашому випадку відстань між серединними площинами коліс $c=0{,}365$ м, центр крайнього колеса віддалений від краю покриття дороги на величину $0{,}5$ м, ширина контактної плями $e=0{,}2$ м, інтенсивність рівномірно розподіленого тиску колеса на поверхню дороги дорівнює тиску в пневматиці $p=0{,}8$ МПа.

Завдяки моделюванню задачі в двовимірній постановці, вдалося істотно згустити скінченно-елементну сітку в площині XoY і апроксимувати верхній шар десятьма рядами скінченних елементів у висоту. При такій апроксимації число скінченних елементів у всій моделі виявилося рівним 195028, число вузлів – 294777, число шуканих переміщень – 687600.

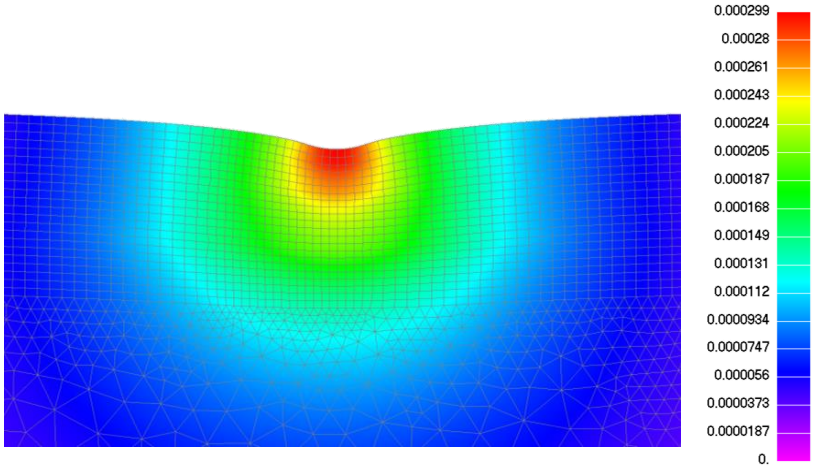


Рисунок 6 – Поле переміщень в шаруватому масиві під дією навантаження від одного колесо

На рис. 7 показано перетин конструкції дороги під колесами в деформованому стані. Максимальне переміщення u_y під колесами склало $3{,}23 \cdot 10^{-3}$ м.

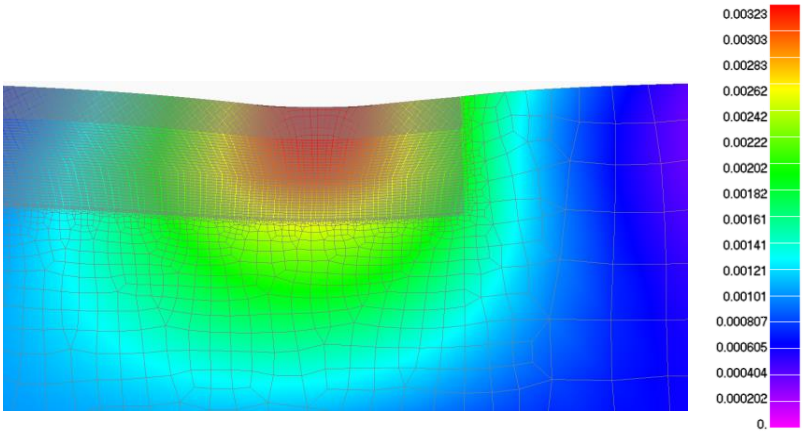


Рисунок 7 – Поле переміщень в шаруватому масиві під дією навантаження коліс від двох

Поле розподілу нормальних напружень σ_y на горизонтальних площадках пружного масиву представлено на рис. 8. Вони всюди від'ємні, тобто є стискаючими і швидко зменшуються по вертикалі.

Більш істотний інтерес представляє характер розподілу в перерізі функції нормальних напружень σ_x, оскільки вони є знакозмінними. На рис. 9 ділянки максимальних по модулю від'ємних і додатних напружень виділені окремо. Вони мають місце у верхній і нижній зонах першого і другого шарів асфальтобетонного покриття, причому стискаючі напруження істотно перевищують значення напружень розтягу. Такий характер розподілу напружень σ_x можна пояснити тим, що значення модулів пружності E_1, E_2 двох верхніх

шарів набагато більші модулів пружності нижніх шарів, тому два верхніх шара можна вважати плитою, яка лежить на пружній основі, утворену двома шарами, які нижче лежать, і ґрунтовим масивом, а конструкцію покриття для обраного навантаження можна моделювати як згин плити на пружній основі.

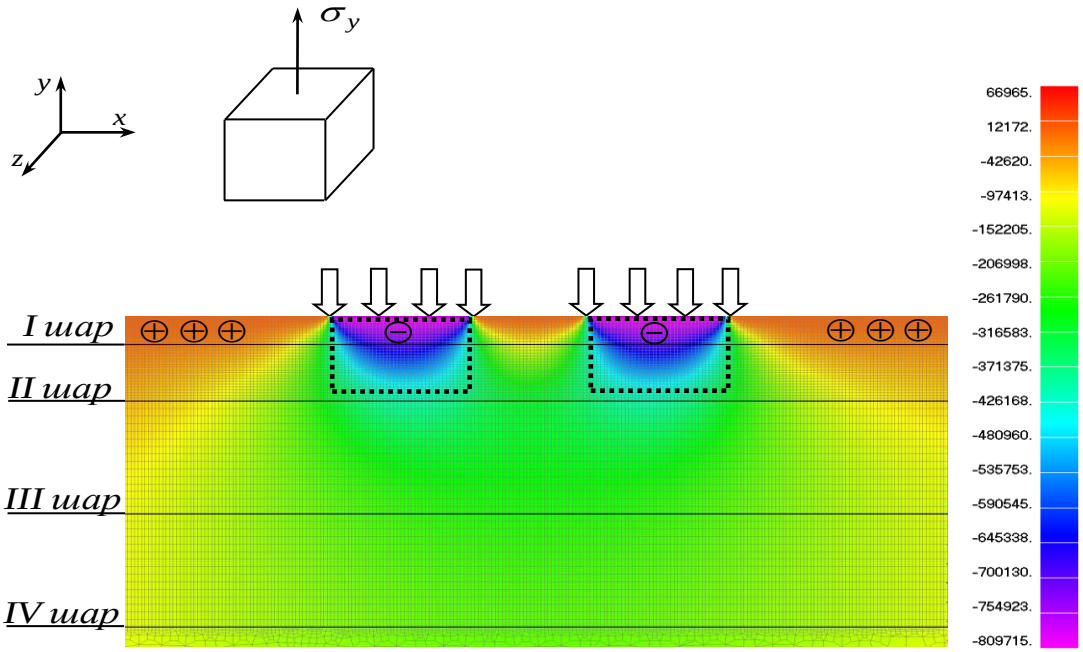


Рисунок 8 – Поле напружень σ_y у перерізі дорожного покриття

У цьому випадку верхні елементи шару 1 стиснуті, а нижні елементи нижнього шару 2 – розтягнуті. Природно очікувати, що утворення тріщин і руйнування цієї конструкції має починатися з нижніх елементів другого шару, якщо причиною руйнування є розтягнення.

Звернемося тепер до поля розподілу дотичних напружень τ_{xy}, що діють на площадках $x = cont$ в напрямку осі Oy, (рис. 10). Зони їх максимальних величин виділені в прямокутники і їх числові значення подані праворуч на кольоровій шкалі. Як і вище, кожен колірний відтінок цієї палітри відповідає певному значенню даної величині.

Співставляючи результати обчислень на рис. 9 і 10, випишемо максимальні значення цих величин: $\sigma_x^{max} = 0{,}813$ МПа, $\tau_x^{max} = 0{,}512$ МПа.

Необхідно підкреслити, що максимальні значення зсувних напружень τ_x^{max} реалізуються в зонах, де нормальні напруження σ_x, σ_y, σ_z є стискаючими, тому в ній елементи покриття можуть чинити опір зсувним навантаженням. Однак для встановлення конкретного рівня небезпеки тих і інших напружень необхідно на

основі діаграм, представлених на рис. 1, досліджувати окремо вплив кожного з цих видів напружень.

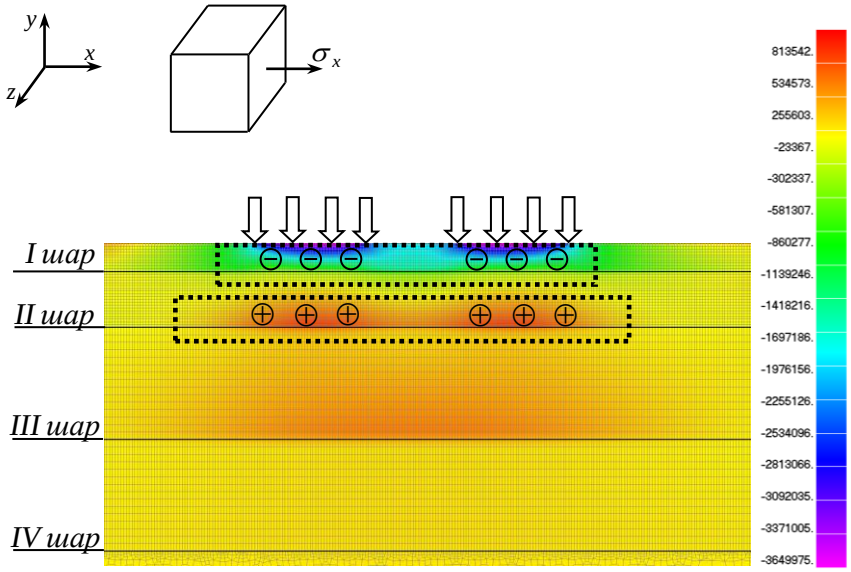


Рисунок 9 – Поле напружень σ_x у перерізі дорожнього покриття

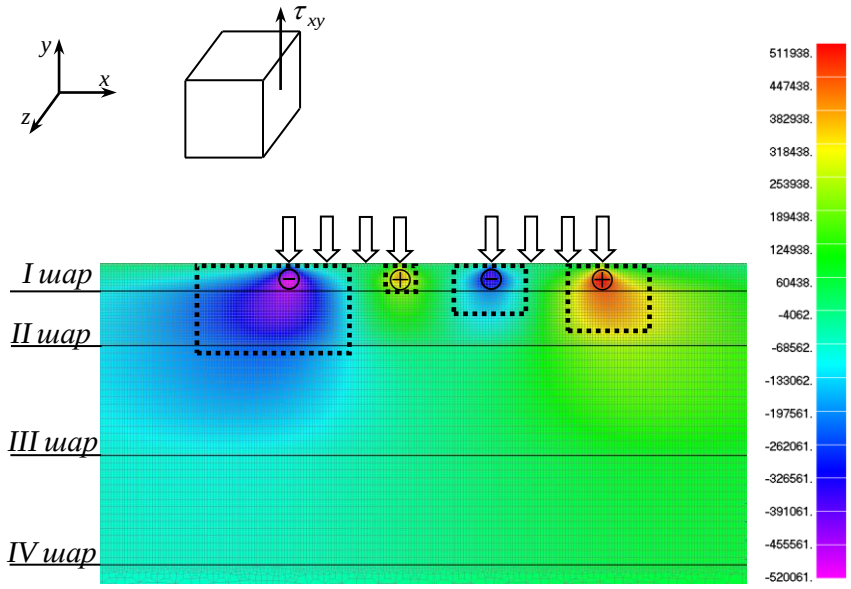


Рисунок 10 – Поле розподілу дотичних напружень τ_{xy}

Однією з причин прогресуючого руйнування дорожнього покриття є порушення зв'язків між його шарами. Для аналізу впливу розшарування на поля напружень в його конструкції приймемо, що на деякій ділянці дороги сталося відшарування першого шару від другого і шари можуть вільно ковзати відносно один одного. При цьому в напрямку вертикальної осі між ними реалізуються нормальні стискаючі напруження і контакт між ними зберігається.

Для такої постановки задачі виконано комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану покриття транспортного навантаження. Вважалося, що розшарування одягу сталося на ділянці, яка розташована на відстані на 2,34 м зліва і праворуч 0,54 м від центру колісної пари.

Розрахунки показали, що конструкція в цьому випадку стала більш піддатливою і її максимальний прогин склав $u_x^{\max} = 3{,}51 \cdot 10^{-3}$ м. Відбулася також деяка перебудова полів напружень.

Література

1. Litton R.L., Tsai F.L., Lee S.I., Luo R., Hu S., Zhou F. «Models for Predicting Reflection Cracking of Hot-Mix Asphalt Overlays» Research Report 669, Texas Transportation Institute, Texas A&M University, College Station, Texas, 2010. P.61.

2. Radovsky B. Ways to reduce low-temperature cracking of asphalt pavements / B. Radovsky,V. Mozgovoj // 4-th Eurobitum Symposium. Summaries and papers. Madrid, 4-9 Oct. 1989. Vol. 1. – P. 571-575.

3. Мозговой В.В. Повышение гидроизоляционной способности асфальтобетонного покрытия / В.В. Мозговой // Проблемы механики и строительства транспортных сооружений: Труды II Международной научно-практической конференции. - Алматы. – 2015. – С. 54-60.

4. Страгис В. И. Зависимость параметров сдвига асфальтобетона от температуры / В.И. Страгис, С.Ю. Рокас // Санитарная техника. Дороги. Гидротехническое строительство. Инженерная геодезия. Основания и фундаменты. Материалы Республиканской XIX научно-технической конференции. – Каунас. – 1969. – С. 51-54.

5. Гуляєв В.І. Дослідження термонапруженого стану конструкцій дорожнього одягу / В.І. Гуляєв, В.В. Гайдайчук, В.В. Мозговий, Ю.О. Заєць, Л.В. Шевчук // Промислове будівництво та інженерні споруди. – 2017. – №1. – С. 6-12.

6. Гайдайчук В.В. Чисельне моделювання термонапруженого стану шаруватого покриття автомобільної дороги / В.В. Гайдайчук, В.В. Мозговий, Ю.О. Заєць, Л.В. Шевчук // Опір матеріалів і теорія споруд. – 2017. – Вип. 100 – С. 6-12

Рецензенти:
Савенко В.Я., д-р тех. наук, Національний транспортний університет.
Марчук О.В., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:
Savenko V.Ya., Dr. Tech. Sci., National Transport University
Marchuk O.V., Dr. Tech. Sci., National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **15.08.2017 р.**

УДК 625.7/.8

Палій В.Я., Точона Л.В, Шаргородський І.Л., Рублик В.В.

НОВИЙ АВТОДОРОЖНІЙ МІСТ «ТУРКМЕНАБАТ – ФАРАП» ЧЕРЕЗ р. АМУ-ДАР`Я В ТУРКМЕНІСТАНІ

Анотація. У кінці 2016 року українська компанія ТОВ «Дорожнє будівництво «Альтком» завершила будівництво великого автодорожнього моста через р. Аму-Дар'я у м Туркменабат. Для перекриття отвору моста завдовжки 1600 м були використані дві нерозрізні балкові системи довжиною 800 м кожна з поділом на прогони по схемі: 40 + 100 + 6х110 + 6х110 + 100 + 40 м. Габарит мосту прийнятий Г-17,0 і включає чотири смуги руху шириною 3,75 м кожна (по дві в кожному напрямку), а також смуги безпеки завширшки 1,0 м по зовнішнім кромкам проїжджої частини. По обидва боки мосту передбачено влаштування тротуарів шириною 1,5 м кожен. Загальна ширина мосту 21,23 м. Прогонова будова сталева, в поперечному перерізі складається з трьох коробчастих головних балок, об'єднаних між собою в рівні верхнього поясу ортотропною плитою. Повна ширина прогонової будови по верху – 21,23 м.

Ключові слова: міст, прогонова будова, ортотропна плита

UDC 625.7/.8

Palii V., Tochona L., Sharhorodskyi I., Rublyk V.

NEW AIRCRAFT CITY "TURKMENABAT – FARAP" THROUGH r. AMU-DARIYA IN TURKMENISTAN

Abstract. At the end of 2016, the Ukrainian company Road Construction LLC Altcom completed construction of a large road bridge over the Amu Darya River in Turkmenabat. To overlap the opening of a bridge of 1600 m in length, two inertia beam systems of 800 m in length each with a division into runways according to the scheme: 40 + 100 + 6x110 + 6x110 + 100 + 40 m were used. The dimension of the bridge is adopted by the G-17.0 and includes four lanes The width is 3.75 m each (two in each direction), as well as safety strips with a width of 1.0 m along the outer edges of the

carriageway. On both sides of the bridge there is an arrangement of sidewalks in width of 1,5 m each. The total width of the bridge is 21.23 m. The runway structure is steel, in the cross section consists of three box-shaped main beams, which are joined together in the level of the upper belt by an orthotropic plate. The total width of the runway structure is 21.23 m.

Keywords: bridge, runway structure, orthotropic plate

УДК 625.7/.8

Палій В.Я., Точона Л.В, Шаргородський І.Л., Рублик В.В.

НОВЫЙ АВТОДОРОЖНЫЙ МОСТ «ТУРКМЕНАБАТ – ФАРАП» ЧЕРЕЗ р. АМУ-ДАРЬЯ В ТУРКМЕНИСТАНЕ

Аннотация. В конце 2016 года украинская компания ООО «Дорожное строительство «Альтком»завершила строительство большого автодорожного моста через р. Аму-Дарья в г. Туркменабат. Для перекрытия отверстия моста длиной 1600 м были использованы две неразрезные балочные системы длиной 800 м каждая с разделением на прогоны по схеме: 40 + 100 + 6х110 + 6х110 + 100 + 40 м. Габарит моста принят Г -17,0 и включает четыре полосы движения шириной 3,75 м каждая (по две в каждом направлении), а также полосы безопасности шириной 1,0 м по внешним кромкам проезжей части. По обе стороны моста предусмотрено устройство тротуаров шириной 1,5 м каждый. Общая ширина моста 21,23 м. Пролетного строения стальная, в поперечном сечении состоит из трех коробчатых главных балок, объединенных между собой в уровне верхнего пояса ортотропной плите. Полная ширина пролетного строения ро верху – 21,23 м.

Ключевые слова: мост, пролетное строение, ортотропная плита

У кінці 2016 року українська компанія ТОВ «Дорожнє будівництво «Альтком» завершила будівництво великого автодорожнього моста через р. Аму-Дар'я у м Туркменабат. Проектну документацію розробила компанія ТОВ «Союзтранспроект», яка раніше виконала проект автодорожнього моста «Атамурат-Керкічі» через р. Аму-Дар'я.

Міст розташований на сході країни в Лебапському велаяті між м. Туркменабат і сел. Фарап. Загальна довжина ділянки будівництва (включаючи підходи) становить 7, 521 км.

Район будівництва характеризується складними геологічними, гідрологічними і кліматичними умовами. Розрахункова сейсмічність території розташування мостового переходу становить 8 балів. Русло р. Аму-Дар'я складають піщано-мулисті легко розмивні ґрунти, що сприяє його значному загальному деформуванню і виникненню великих місцевих розмивів в період потужних весняно-літніх паводків. Район будівництва відноситься до IVA кліматичної зони, де переважає сухий і спекотний клімат з частими сильними вітрами і піщаними бурями.

Для перекриття отвору моста завдовжки 1600 м були використані дві нерозрізні балкові системи довжиною 800 м кожна з поділом на прогони по схемі: 40 + 100 + 6х110 + 6х110 + 100 + 40 м.

Габарит мосту прийнятий Г -17,0 і включає чотири смуги руху шириною 3,75 м кожна (по дві в кожному напрямку), а також смуги безпеки завширшки 1,0 м по зовнішнім кромкам проїжджої частини. По обидва боки мосту передбачено влаштування тротуарів шириною 1,5 м кожен. Загальна ширина мосту 21,23 м.

Прогонова будова сталева, в поперечному перерізі складається з трьох коробчастих головних балок, об'єднаних між собою в рівні верхнього поясу ортотропною плитою. Повна ширина прогонової будови поверху – 21,23 м. Відстані між осями коробок – 6,971 м, а їх ширина однакова і становить 2,32 м. Для забезпечення двосхилого поперечного профілю проїзної частини головні балки мають різну висоту стінок в напрямку поперек мосту. Найбільша висота стінки – 3,16 м, найменша – 3,021м. Уздовж моста висота стінок постійна, а товщина змінюється від 12 до 20 мм. Ортотропна плита складається з сталевого листа, товщиною на ділянці проїзної частини 16 мм, а на тротуарах – 12 мм і поздовжніх ребер висотою 180 мм і товщиною від 12 до 20 мм. Нижні пояси коробок - листи товщиною від 12 до 40 мм, причому в деяких місцях ці листи посилюються двома листами шириною від 500 до 900 мм і товщиною 32 і 40 мм. Монтажні стики блоків прогонової будови комбіновані - болтозварні на високоміцних болтах М22. Для несучих конструкцій прогонової будови застосована сталь 10ХСНД-2, а для інших елементів - Ст3сп5, Ст3пс6. Загальна вага сталі прогонових будов склав 17635 т.

Для антикорозійного захисту сталевих елементів прогонової будови були застосовані високоефективні системи покриття компанії WELESGARD (Україна). Вони забезпечують не тільки довгостроковий (більше 25 років) захист від корозії, але і на тривалий термін зберігають свої декоративні властивості в умовах високої сонячної активності.



Рисунок 1 – Загальний вигляд моста

Обпирання прогонових будов на всіх проміжних опорах шарнірно-рухоме в поздовжньому напрямку з використанням сейсмостійких опорних частин фірми MAURER SÖHNE (Німеччина).



Рисунок 2 – Антисейсмічний прилад на проміжній опорі

Для сприйняття поперечних сейсмічних зусиль, їх амортизації, а також запобігання скиданню прогонової будови, на опорах встановлені антисейсмічні пристрої, розроблені фахівцями ТОВ «Союзтранспроект».



Рисунок 3 – Спорудження устою

Устої моста виконані у вигляді залізобетонної монолітної рамної конструкції, що складається з стіни укріпленої контрфорсами і об'єднаної з довгою і масивною зубчастої плитою, яка є одночасно фундаментом на природній основі і антисейсмічним анкером в тілі насипу. Устої сприймають все подовжнє сейсмічне навантаження від прогонової будови, для чого торці прогонової будови шарнірно об'єднані зі стінами устоїв. Шарнірний вузол являє собою шість циліндричних елементів - «пальців» з високоміцної сталі, що проходять через отвори в посилених торцях стінок головних балок і відповідних отворах в сталевих анкерних елементах, що забетоновані в тілі устоїв.

Проміжні опори - монолітні залізобетонні масивної конструкції на буронабивних палях діаметром 1500 мм довжиною 42-45 м. В межах руслової частини річки палі захищені від пошкоджень наносами склополіефірними трубами.

Загальний об'єм залізобетону опор склав 44600 м^3

Мостове полотно виконано з поперечним ухилом 20 ‰ в обидві сторони від осі моста. Два тротуари шириною 1,5 м кожен відокремлені від проїжджої частини оцинкованим металевим напівжорстким бар'єрним огородженням висотою 1,1 м і утримуючою здатністю 460 кДж. Із зовнішньої сторони тротуарів встановлено металеве поручневе огородження висотою 1,2 м над пішохідною частиною з декоративними елементами висотою 1,8 м нижче пішохідної частини.



Рисунок 4 – Шарнірний вузол об'єднання прогонової будови та устою

На мосту встановлені опори освітлення та влаштоване декоративне підсвічування прогонової будови.

Для забезпечення поздовжніх переміщень, викликаних коливаннями температури і впливом тимчасового навантаження, між секціями прогонової будови посередині моста і на крайніх опорах встановлені деформаційні прилади. Деформаційний прилад XLS2600, розташований посередині моста, виготовлений фірмою MAURER SÖHNE (Німеччина) і є одним з найбільших в світі. Він сприймає сумарне подовжнє переміщення до 2,6 м і обладнаний спеціальними елементами для поліпшення комфортності проїзду.

Вперше в Азії для влаштування дорожнього покриття мосту зі сталевою ортотропною плитою застосована система BRIDGEMASTER, розроблена компанією Stirling Lloyd (Великобританія). Сумарна товщина покриття проїжджій частині – 11 мм, тротуарів – 5,4 мм.

Переваги покриття:

- водостійкість;

- високі механічні властивості, зносостійкість, стійкість до утворення колійності та як наслідок - висока довговічність з терміном експлуатації системи більше 25 років;

- легкість і швидкість нанесення на бетонні або сталеві підстави, що дозволило виконати покриття в найкоротші терміни;

- система BRIDGEMASTER, завдяки своїм високим механічним властивостям внесла помітний внесок в загальну жорсткість і несучу здатність сталевого листа ортотропной плити;

- зниження власної ваги прогонової будови і зменшення, більш ніж на 35% сейсмічних впливів від нього на опори моста з відповідним зменшенням матеріалоємності конструкцій.

- будь-яке пошкодження покриття можна легко відремонтувати протягом всього терміну служби конструкції без застосування громіздкого обладнання, що перекриває рух транспорту на мосту.

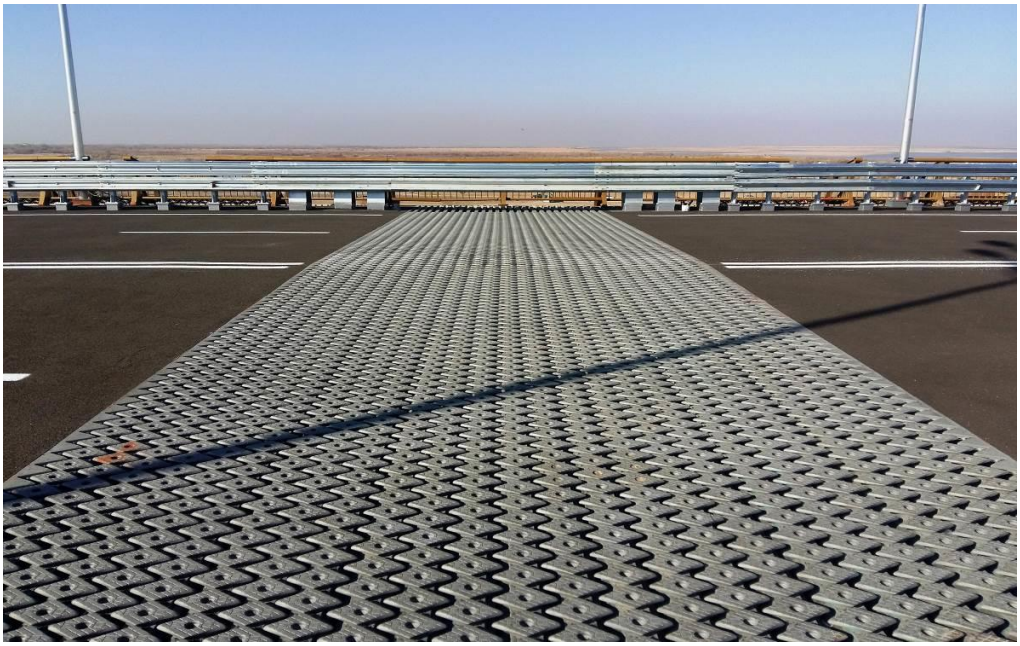


Рисунок 5 – Деформаційний прилад XLS 2600

Для обслуговування мостових конструкцій і можливості влаштування інженерних мереж, уздовж головних балок прогонової будови, а також на опорах влаштовані оглядові проходи.

Передбачена можливість судноплавства в трьох прогонах при забезпеченні судноплавного габариту висотою 10 м і шириною 100 м. Для забезпечення безпеки судноплавства в зазначених прольотах встановлена суднова сигналізація.

Для захисту конструкцій моста від розмиву і запобігання розмивів берегів споруджені струменеспрямовуючі і берегозахисні ґрунтові дамби загальною довжиною 3,4 км.



Рисунок 6 – Влаштування покриття BRIDGEMASTER

В основі ґрунтової дамби, для запобігання її підмиву, виконана металева шпунтова стінка. Шпунт об'єднаний поверху залізобетонною шапковою балкою і заанкерений в грунт берега за допомогою залізобетонної анкерної балки і металевих анкерів. Висота шпунта визначена за результатами інженерних вишукувань і гідравлічних розрахунків. З урахуванням ситуаційних особливостей і характеру річки в районі будівництва (наявність широкої заплави на лівому березі) лівобережна секція прогонової будови збиралася на тимчасових опорах. Для запобігання пересипанню руслової частини річки, притиснутою до правого берега, будівництво правобережної секції прогонової будови здійснювалося методом поздовжнього насування. Укрупнювальне збирання із заводських блоків проводилося на стапелі, а потім за допомогою системи тягнучих домкратів прогонова будова переміщувалася в проектне положення. До головної частини балки кріпився аванбек довжиною 55 м, який сприяв зменшенню монтажних зусиль і плавній вибірці прогинів консолі при наїзді на опору, де встановлювалися пристрої ковзання. Збірка і насування 750-метрової секції прогонової будови вагою більш 8000 т була здійснена в рекордно короткий термін, що склав трохи більше двох місяців.



Рисунок 7 – Насування прогонової будови

Проектування і будівництво мостового переходу через р. Аму-Дар'я у м. Туркменабат представляло собою складне технічне завдання, яке було успішно виконане українськими компаніями ТОВ «Дорожнє будівництво «Альтком» і ТОВ «Союзтранспроект», із залученням фахівців та технологій більш, ніж з п'ятнадцяти країн. Багато проектних рішень були застосовані вперше в практиці світового мостобудування і дозволили ефективніше і швидше реалізувати поставлене завдання.

Введення в дію автодорожнього моста «Туркменабат – Фарап» відкриває нові логістичні можливості для Туркменістану, значно посиливши його транзитний потенціал. З введенням в експлуатацію даного мосту відновлюється історичний Шовковий Шлях, який буде відігравати велике значення в подальшому економічному розвитку країни.

Рецензенти:
Гамеляк І.П., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.
Снитко В.П. канд. нехн. наук. Національний транспортний університет.

Reviewers:
Gameliak I.P., Dr. Tech. Sci., National Transport University.
Snytko V. P., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **03.05.2017 р**.

ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА БЕЗПЕКА РУХУ

УДК 656.13

Вакарчук І.М., канд. техн. наук, **Корітчук С.О.**

УДОСКОНАЛЕННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ

Анотація. В статті запропоновано вирішення проблеми забезпечення ефективності функціонування регіональних транспортних систем при взаємодії видів транспорту. Використані сучасні положення концепції логістики пасажирських перевезень. При цьому, транспортний комплекс слід розглядати як структуровану систему, а процес надання транспортних послуг - як логістичний ланцюжок операторів та об'єктів інфраструктури, що взаємодіють через логістичні зв'язки.

Ключові слова: взаємодія видів транспорту, логістичний підхід, пасажирські перевезення, регіональні транспортні системи.

UDC 656.13

Vakarchuk I., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Koritchuk S.**

THE IMPROVEMENT OF PASSENGER TRAFFIC INVOLVING THE INTERACTION OF DIFFERENT MODES OF TRANSPORT

Abstract. The article suggests solving the problem of ensuring the efficiency of regional transport systems in the interaction of transport modes. The current concept of passenger traffic logistics has been used. Thus, the transport system should be viewed as a structured system. The provision of transport services should be viewed as both logistics chain of operators and infrastructure objects that interact through logistics connections.

Keywords: interaction between modes of transport, logistics approach, passenger traffic, regional transport systems.

УДК 656.13

Вакарчук И. Н.. канд. техн. наук**, Коритчук С.А.**

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ВИДОВ ТРАНСПОРТА

Аннотация. В статье предложено решение проблемы обеспечения эффективности функционирования региональных транспортных систем при взаимодействии видов транспорта. Использованы современные положения концепции логистики пассажирских перевозок. При этом, транспортный комплекс следует рассматривать как структурированную систему, а процесс предоставления транспортных услуг - как логистическую цепочку операторов и объектов инфраструктуры, которые взаимодействуют через логистические связи.

Ключевые слова: взаимодействие видов транспорта, логистический подход, пассажирские перевозки, региональные транспортные системы.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Сучасні місце і роль транспортної системи в суспільному виробництві визначені пріоритетним розвитком транспорту загального користування з відповідною розгалуженою інфраструктурою. Для України стала актуальною тріада визначень «виклик - потреба - вимога». Категорія «виклик» визначена необхідністю вирішення проблем впровадження нових технологій пасажирських перевезень за рахунок узгоджених дій різних видів транспорту для розширення міжнародних транспортних зв'язків, ефективного використання транзитного потенціалу та інтеграції транспортної системи країни у світову.

Категорія «потреба» визначена необхідністю вивчення закономірностей формування попиту на перевезення для обґрунтування нових технологій пасажирських перевезень у зв'язку з форс-мажорними обставинами на Сході країни, що призвели до істотного зсуву питомих величин пасажиропотоків в регіональних транспортних системах.

Категорія «вимога» визначена створенням ефективної системи управління, яка включає організацію та координацію роботи різних видів транспорту для

приведення рівня транспортного обслуговування населення до вимог міжнародних соціальних стандартів та скорочення сумарних витрат часу на пересування за обмежуючих умов впровадження нових технологій пасажирських перевезень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Здійснений аналіз засвідчив багато проблем, що заважають стратегічному розвитку транспортної системи й розширенню масштабів надання галузям економіки і населенню високоякісних транспортних послуг. На цьому втрачає не лише сам транспорт, а й гальмується зростання багатьох галузей економіки. Важливо відмітити, що транспорт – це той складник, який забезпечує міжрегіональну інтеграцію та співпрацю, це елемент, який формує зовнішні зв'язки країни, напрями транскордонної співпраці і більш далеких соціальних, економічних і культурних зв'язків країн. Транспорт є важливим складником у формуванні собівартості української продукції відповідної конкурентоспроможності. Крім того, він створює потужний соціальний ефект і спроможний надавати, чи навпаки, позбавляти стимулів розвитку регіонів.

До таких проблем по-перше, належить відсутність балансу між попитом і пропозицією на ринку транспортних послуг. По-друге, вагомим чинником на сьогодні є недостатня увага з боку уряду країни до проблем впровадження логістичних принципів транспортного обслуговування, насамперед пасажирських автомобільних перевезень. По-третє, відсутність нормативної бази з основних принципів логістики унеможливлює вирішення стратегічних питань у програмі реформ і основних напрямів державної економічної політики, а саме розвитку транспортної системи України.

Огляд довгострокових державних цільових економічних програм України, а саме: Програми економічних реформ на 2010-2014рр. «Заможне суспільство, конкурентоспроможна економіка, ефективна влада» (п.9: розвиток логістичної інфраструктури щодо створення спеціальних режимів для залучення інвестицій; ІІІ етап: підвищення рейтингу логістичної ефективності України зі 102-го до 60-го місця до 2014р.); Транспортної стратегії України на період до 2020р. (в основних напрямах реалізації вказано на створення мережі логістичних центрів; в пріоритетах розвитку – про логістичні операції); Державної цільової економічної програми розвитку автомобільного транспорту на період до 2015 року (нічого немає про логістику); Стратегії розвитку Києва до 2025р. (у

потенційних конкурентних кластерах Києва: центр авіаційної логістики України, Співдружності Незалежних Держав, Центрально-Східної Европи - ефект на зайнятість 40-50тис., ефект на валовий регіональний продукт 4-6%; у розвитку міської агломерації: будівництво логістичних центрів і терміналів для розвантаження Києва від вантажівок; у основних потенційних кластерах використання переваг Києва: пасажирський і вантажний транспорт і логістика (насамперед авіакомпанії, за умови розвитку інфраструктури); інших діючих нормативно-правових актів та розробок і впроваджень нових документів перспективного розвитку країни довів неналежне ставлення до використання чи запровадження логістичних технологій або взагалі їх відсутність.

В той же час, для здійснення ефективних транспортних процесів чинним законодавством України визначені головні завдання управління в галузі транспорту, які повинні забезпечити своєчасне, повне і якісне задоволення потреб населення і суспільного виробництва в пасажирських перевезеннях. Для досягнення цієї мети мають здійснитися синергетичні дії відносно трьох основних процесів - це адекватне планування, ефективні обмін знаннями та оперативною інформацією між різними видами транспорту загального користування і поточна координація їх роботи [1].

За економічними та адміністративно-територіальними логістичними ознаками пасажирський транспорт являє собою макросистему з основними рисами: складність, ієрархічність, цілісність, структурність. В системі існує взаємозв'язок між основними завданнями та напрямками її функціонування, що забезпечують права громадян на гарантоване транспортне обслуговування, а саме: законодавство, заходи організації та управління, технічне забезпечення, інфраструктура, фінансування і безпека.

Положення чинного законодавства України [2] встановлює повноваження виконавчих органів міських рад щодо «забезпечення необхідного рівня та якості транспортних послуг», «затвердження маршрутів і графіків руху», «залучення на договірних засадах підприємств різних форм власності до участі в транспортному обслуговуванні населення»; інший законодавчий акт [3] зобов'язує «вирішення питань транспорту» та «забезпечення організації транспортного обслуговування підприємствами незалежно від форм власності».

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Сучасне використання положень концепції

логістики пасажирських перевезень, яка має на меті інтеграцію процесів дотранспортного, транспортного та післятранспортного обслуговування, вимагає проведення глибоких досліджень щодо вирішення проблеми забезпечення ефективності функціонування регіональних транспортних систем при взаємодії видів транспорту.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). У зв'язку з вищенаведеним, мета дослідження передбачає вирішити наступні задачі з використанням логістичного підходу:

1. Визначення потреби в транспортному обслуговуванні на поточний період;
2. Розробка варіантів проектних маршрутів транспортного обслуговування;
3. Розробка заходів щодо реалізації варіантів проектних маршрутів;
4. Визначення навантаження діючої та проектної маршрутних систем;
5. Визначення необхідного модельного ряду транспортних засобів на маршрутах;
6. Розрахунок витрат на організацію проектних маршрутів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Слід зазначити, що вирішення поставлених задач вимагає системного підходу, як одного з логістичних принципів. При цьому транспортний комплекс слід розглядати як структуровану систему, а процес надання транспортних послуг - як логістичний ланцюжок операторів та об'єктів інфраструктури, що взаємодіють через логістичні зв'язки [4].

Метою запропонованого логістичного підходу при організації маршрутів в системі пасажирських перевезень та взаємодії видів транспорту є: забезпечення гарантованої і безпересадочної поїздки; забезпечення високого рівня безпеки та якості надання транспортних послуг; ефективність управління інформаційними потоками; забезпечення мінімальних витрат всіх учасників транспортного процесу (організатора, перевізника, пасажира).

Організація проектних маршрутів при взаємодії видів транспорту передбачає виконання наступного алгоритму [5]:

Етап 1. Підготовка сукупності вихідних даних та інформації;

Етап 2. Прогнозування і розрахунок даних для проектування маршрутної системи;

Етап 3. Коригування діючої маршрутної системи та розробка варіантів проектних маршрутів;

Етап 4. Розробка проекту організації руху на транспортній мережі;

Етап 5. Розробка проекту інформаційного забезпечення у зв'язку з організацією проектних маршрутів;

Етап 6. Узгодження і затвердження проекту переліку заходів з організації проектних маршрутів;

Етап 7. Впровадження заходів з організації проектних маршрутів.

Даний підхід спрямований на збереження єдиної інфраструктури та створення інтегрованої системи пасажирських перевезень за умови одночасного зниження ресурсної складової міста як організатора та залучення перевізників різних форм власності до обслуговування проектних маршрутів. Особливістю використання даного підходу організації перевезень при взаємодії видів транспорту є різноманітність характеру послуг та їх форм організації, що дозволяє уникнути протиріччя між цілями державних адміністрацій, транспортних операторів різних форм власності, що діють на суміщених сегментах ринку транспортних послуг і пасажирів, як споживачів цих послуг.

Аналіз стану організації транспортного обслуговування при взаємодії видів транспорту за відсутності логістичного підходу виявив такі проблеми: планування перевезень засноване на звітних даних і обліку часу без відповідного економічного обґрунтування; відсутність певних факторів, що обґрунтовують обсяги і структуру перевезень; наявність невідповідності при плануванні роботи транспорту та обслуговуючого персоналу, експлуатаційних витрат і собівартості перевезень; тарифна система пасажирських перевезень містить соціальне навантаження та деформує реальне ціноутворення; недостатньо використовуються можливості пасажирського транспорту для підвищення експлуатаційної швидкості, зростання продуктивності праці, зниження собівартості, підвищення рентабельності та культури обслуговування пасажирів; відсутнє єдине правове забезпечення, що регулює діяльність різних транспортних операторів. Належить розробити і прийняти нормативно-правові акти (НПА) відповідно до національного законодавства (НЗ) і гармонізацію раніше прийнятих міських НПА з НЗ.

Таким чином, розробка та використання даного підходу, заснованого на використанні елементів логістики пасажирських перевезень [6, 7] актуальні при вирішенні задач транспортного обслуговування та взаємодії видів транспорту.

Далі розглянемо можливість застосування системного аналізу та логістичного підходу для забезпечення процесу транспортного обслуговування при взаємодії видів транспорту. Системний аналіз, започаткований на комплексному підході до вирішення задач координації, є єдиною гарантією прийняття рішення близького до оптимального і дійовим та ефективним засобом вирішення складних проблем в різних галузях економічної діяльності. Для дослідження використані основні положення і принципи системного аналізу, які повинні враховувати особливості складної системи пасажирських перевезень.

Пасажирські перевезення у нашому випадку можна представити як координовану систему, виходячи з системного аналізу транспортного комплексу, розглянутої системи принципів удосконалення транспортного обслуговування; задачі координації пасажирських перевезень різними видами транспорту та методики організації та управління пасажирськими перевезеннями під час транспортного обслуговування при взаємодії видів транспорту.

Технологія системного аналізу пасажирських перевезень при взаємодії різних видів транспорту має включати вибір структури системи, основних її елементів і функцій управління, організацію взаємодії між елементами, оцінку відповідності обраного варіанту вимогам системи.

При цьому проводиться: аналіз діючих систем організації за видами транспорту; аналіз функціонального складу систем, їх інформаційного, математичного, технічного, організаційного, правового і кадрового забезпечення; аналіз форм взаємодії всіх видів транспорту і транспортної системи з суміжними галузями народного господарства; визначення функцій і конкретних задач координованої системи; обґрунтування критеріїв оптимальності вирішення загальнотранспортних задач.

Важливим елементом комплексної системи при цьому стає система диспетчерського управління. Відмітимо, що система диспетчерського управління – це сукупність технічних засобів і технологій перевезень пасажирів, що забезпечують регулярний рух на маршруті. Так, як диспетчерське управління рухом транспорту передбачає задачу якісного обслуговування пасажирів, ефективного використання транспортних засобів (ТЗ) і зниження собівартості перевезень, до функцій диспетчерської служби з управління рухом транспортом

входять: контроль за випуском ТЗ на лінію; дотримання розкладу руху; забезпечення регулярності руху ТЗ на лінії; вивчення розміру і характеру пасажиропотоку; регулювання руху ТЗ при відхилені від розкладу або при зміненні умов експлуатації та обсягу перевезень; прийняття заходів щодо забезпечення своєчасної технічної допомоги для ТЗ на лінії; забезпечення швидкою медичною допомогою постраждалих внаслідок дорожньо-транспортних пригод; оформлення шляхової та звітної диспетчерської документації та своєчасна передача інформації про рух ТЗ на лінії; аналіз роботи диспетчерського управління; підготовка пропозицій щодо удосконалення організації руху.

При організації пасажирських перевезень варіанти схем маршрутів накладаються на існуючу транспортну мережу, тому організацію диспетчерського управління та розташування диспетчерських пунктів пропонується здійснити з використанням існуючих диспетчерських служб, а саме: диспетчерська служба аеропортів, вокзалів, автостанцій тощо. Таким чином виникає необхідність вирішення проблем впровадження нових технологій пасажирських перевезень за рахунок узгоджених дій та взаємодії видів транспорту для покращання рівня транспортного обслуговування і скорочення витрат часу на пересування.

Важливим засобом впровадження зазначених технологій є створення ефективної системи управління, яка включає організацію і координацію роботи всіх видів транспорту. Нами використані ідеї щодо розробки та впровадження автоматизованої системи організації і управління, що дозволяє приведення роботи систем окремих видів транспорту у відповідність до вимог сучасного ринку транспортних послуг та розвитку і підтримки нових підходів щодо їх впровадження.

Важливим засобом удосконалення транспортного процесу є ефективний метод організації та координації пасажирських перевезень різними видами транспорту. Їх технологічна взаємодія повинна розповсюджуватись на весь шлях слідування пасажирів від пункту відправлення до пункту призначення, на основі здійснення координованого регулювання пасажиропотоків, формування транспортної мережі, раціонального розподілу транспорту на визначених маршрутах та ефективну побудову розкладів руху. Особливого значення ці питання набувають у ланцюжку подорожі з використанням авіаційного та подальшого обслуговування наземними видами транспорту.

Для України є актуальною концепція «єдиного неба» та інтеграції до європейського повітряного простору. Організація повітряного руху України відповідає стратегічним напрямам розвитку системи АТМ відповідно до Глобального плану впровадження систем зв'язку, навігації, спостереження/організації повітряного руху CNS/ATM. До того ж, елементи системи організації повітряного простору, обслуговування повітряного руху та організації потоків повітряного руху України та ЄС є функціонально сумісними. Основним інструментом планування заходів, яких вжито для реалізації цього плану та впровадження елементів системи CNS/ATM, План конвергенції та імплементації LCIP для України, в якому було передбачено, серед інших, низка заходів, скоординованих на регіональному рівні.

Нами розглянуті вимоги до інтероперабельності між існуючими системами, складовими та пов'язаними з ними процедурами регіональної мережі управління та взаємодії окремих видів пасажирського транспорту. Враховуючи узагальнену схему управління процесом пасажирських перевезень в умовах взаємодії різних транспортних систем, що покладено в основу побудови системи управління (СУ), розглянуті основні вимоги до підсистем та елементів, що дозволяють ефективне функціонування СУ різних видів транспорту (табл. 1).

Вимоги до інтероперабельності між системами, складовими та пов'язаними процедурами регіональної мережі управління і взаємодії окремих видів пасажирського транспорту, враховують необхідні міжнародні та вітчизняні норми щодо технологічних процесів пасажирських перевезень, їх організації та управління.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку

Розглянемо умови управління при взаємодії різних видів транспорту. Враховуючи вимоги до узгоджених організації і управління процесом пасажирських перевезень, базою динамічної моделі пасажирських перевезень є дані про пасажиропотоки та кореспонденції. При формалізації процесу перевезень різними видами транспорту, застосовуються елементи теорії граф та розкладів, що дозволяють дослідити закономірності формування пасажиропотоків на транспортній мережі і в часі [8]. До особливостей формування пасажиропотоків слід віднести специфічність у відмінностях

структурної побудови граф та матриць транспортних зв'язків на пасажирських терміналах (аеропорт, автовокзал, залізнична станція тощо).

Таблиця 1 – Вимоги до систем регіональної мережі управління

Найменування системи	Зміст спеціальних вимог	Врахування національних вимог
Управління транспортом	Доступність транспортного простору	Вимоги щодо техніки безпеки
Управління транспортними потоками	Обмін інформацією щодо транспортного процесу	Вимоги щодо оптимального використання транспортного простору
Служби організації руху видів транспорту	Обробка даних транспортної роботи, нагляду та наявність інтерфейсу «користувач-машина»	Вимоги щодо тактичної корди-нації, інтероперабельності, покращання якості послуги
Диспетчерські служби видів транспорту	Тривалість, цілісність, доступність та безперервність обробки повідомлень	Вимоги щодо якості послуги, покриття та резервування
Системи та технології перевезень	Правильність та функціональні можливості для заданого середовища	Вимоги щодо узгодженого та затвердженого принципу експлуатації
Системи та процедури нагляду	Досягнення потрібних експлуатаційних параметрів у заданому середовищі	Вимоги щодо визначеності, покриття, радіусу дії та якості послуги
Служби довідкової інформації	Чітка та послідовна довідкова інформація для оперативного розпорядження	Вимоги щодо послідовного вдосконалення ефективності використання транспортного простору та транспортних вузлів
Служби метеорологічної інформації	Послідовність, швидкість надання та якість подання інформації	Вимоги щодо отримання даних в розпорядження та оперативного використання

Прогнозований обсяг пасажирів змушує приділяти більше уваги розподілу пасажиропотоків в часі та формуванню розкладів руху, що підтверджує доцільність застосування елементів теорії логістики пасажирських перевезень при взаємодії видів транспорту. Застосування логістичного підходу при взаємодії різних видів транспорту дозволяє визначити подальші напрями вдосконалення процесу транспортного обслуговування, особливо на завершальному етапі подорожі з пасажирських терміналів до місця призначення.

Література

1. Марунич В.С. Синергія технологій пасажирських перевезень в інтегрованих транспортних системах/ В.С. Марунич, І.М. Вакарчук, М.Г. Іщенко, В.С. Харута // Проблеми транспорту: Збірник наукових праць: Вип. 9. – К.: НТУ, 2012. – С. 43-47.

2. Про місцеве самоврядування. Закон України від 21.05.1997р. № 280/97-ВР. Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%D1%80. – Назва з екрану.

3. Про місцеві державні адміністрації. Закон України від 09.04.1999р. № 586-XIV. Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/586-14. – Назва з екрану.

4. Дмитрієв М.М. Концепція сітілогістики і пасажирські перевезення / М.М. Дмитрієв, Т.А. Воркут, І.Ф. Шпильовий, В.С. Марунич та інші // Вісник НТУ: Ч. 2. – К.: НТУ, 2012. Випуск 26. – С. 72-78.

5. Марунич В.С. Щодо логістичних технологій реалізації транспортного обслуговування ЄВРО-2012 / В.С. Марунич, І.М. Вакарчук // Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики: Збірник доповідей 11 Міжнародної науково-практичної конференції. – К.: МТЗУ, 2009. – С. 33-36.

6. Смоловик О.М. Застосування на пасажирському автомобільному транспорті логістичних технологій / О.М. Смоловик // Автошляховик України №3 (209), 2009. – С. 17-19.

7. Марунич В.С. Системний аналіз і логістика: [навч. посібник] / В.С. Марунич, О.І. Мельниченко, О.М. Смоловик, І.М. Вакарчук. – К: Арістей, 2008. – 254 с.

8. Левковець П.Р. Теорія граф і пасажирські перевезення / П.Р. Левковець, В.С. Марунич, О.М. Смоловик, І.М. Вакарчук // Автошляховик України. Окремий Випуск. – 2002. – №5. – С. 10-12.

Рецензенти:
Денисенко М.П., доктор економічних наук, Київський національний університет технологій та дизайну.
Левківський О.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет

Reviewers:
Denisenko M.P., Doctor of Economic Science, Kiev national university of technologies and design
Levkivskiy O.P., Doctor of Technical Sciences, National Transport University

Стаття надійшла до редакції: **18.05.2017 р.**

УДК 656.022.8

Король В.Ю.

ОБОСНОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ГРУЗОВЫХ ПАРТИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ LCL (LESS THAN CONTAINER LOAD) ПЕРЕВОЗОК

Аннотация. В статье исследуется вопрос обоснования количественного состава грузовых партий при формировании сборных отправок в контейнерах, разработаны и сформулированы соответствующие теоретические и методические положения, а также математические модели.
Ключевые слова: контейнер, LCL (less than container load) перевозка, транспортно-экспедиторская деятельность, загрузка контейнера.

UDC 656.022.8

Korol V.

JUSTIFICATION OF THE QUANTITATIVE COMPOSITION OF CARGO PARTIES AT THE ORGANIZATION OF LCL (LESS THAN CONTAINER LOAD) TRANSPORTATIONS

Abstract. The article examines the question of justifying the quantitative composition of cargo parties in the formation of consolidated shipments in containers, developed and formulated the corresponding theoretical and methodological provisions, as well as mathematical models.
Keywords: container, LCL (less than container load) transportation, freight forwarding activities, container loading.

УДК 656.022.8

Король В.Ю.

ОБҐРУНТУВАННЯ КІЛЬКІСНОГО СКЛАДУ ВАНТАЖНИХ ПАРТІЙ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ LCL (LESS THAN CONTAINER LOAD) ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Анотація. У статті досліджується питання обґрунтування кількісного складу вантажних партій при формуванні збірних відправок в контейнерах, розроблені

та сформульовані відповідні теоретичні і методичні положення, а також математичні моделі.

Ключові слова: контейнер, LCL (Less than Container Load) перевезення, транспортно-експедиторська діяльність, завантаження контейнера.

Постановка проблемы в общем виде. Экономический рост любой страны невозможно сегодня представить без международной торговли. В ее транспортном обеспечении важную роль играют контейнерные перевозки. Организация таких перевозок практически не обходится без участия компаний, занимающихся транспортно-экспедиторской деятельностью (ТЭД). Одной из широко распространенных услуг, предоставляемых такими компаниями, является организация LCL (less than container load) перевозок. В процессе реализации LCL перевозок осуществляется доставка сборных грузов в составе консолидированного контейнера, в котором размещается небольшая партия груза одного клиента совместно с небольшими партиями грузов других отправителей. При этом оплата осуществляется не за контейнер в целом, а только за то место, которое занимает соответствующий груз. LCL перевозка является хорошим решением для небольших компаний, которые не нуждаются в аренде целого контейнера, а также выгодным направлением транспортного бизнеса для компаний, занимающихся ТЭД.

Одной из основных и весьма актуальных проблем экспедитора при организации LCL доставки является обоснование количественного состава грузовых партий при формировании загрузки контейнера сборными грузами различных клиентов транспортно-экспедиторской компании (ТЭК).

Анализ исследований и публикаций, в которых начато решение данной проблемы. Различным аспектам контейнерных перевозок и интермодальных технологий посвящены работы многих ученых. Состояние и использование технических средств перевозок грузов в контейнерах по железным дорогам Украины рассмотрены в работах [1, 2]. В этих публикациях с помощью теории массового обслуживания формализована технология следования контейнерных поездов. Разработан комплекс математических моделей следования контейнерных поездов с выполнением грузовых операций без отцепки вагонов. Предложен метод определения технического оснащения контейнерного терминала, который учитывает время нахождения контейнера и производительность соответствующих технических средств, обеспечивая тем

самым ускорение оборота контейнера. Проблемы, связанные с техническими и технологическими аспектами функционирования контейнерных терминалов, исследованы в публикациях [3, 4]. В одной из них [3] предложена методика оптимизации процессов управления перегрузочными средствами на контейнерных терминалах. В другой [4] – разработана система усовершенствования работы контейнерного терминала. Описанная технология обеспечивает упрощение работы для технического персонала терминала, сокращает время обработки контейнера и время его нахождения на терминале, ускоряет погрузочно-разгрузочные операции и процесс переоформления документов. Процессы организации и управления работой судов в контейнерных и паромных транспортно-технологических системах исследованы в трудах [5–7]. В публикации [5] разработана модель линейного целочисленного программирования, реализация которой позволяет обосновывать решения по оптимальному распределению контейнеропотоков между магистральными и фидерными линиями. Модель минимизирует расходы судовладельца, а ограничения учитывают специфику регулярной формы судоходства, структуру судоходной линии, технико-эксплуатационные особенности судов-контейнеровозов и транспортные характеристики грузов. В [6] сформулированы положения по обоснованию такой загрузки парома, которая обеспечивает его коммерчески целесообразную работу, а также учитывает возможность одновременного размещения на борту судна грузов различной номенклатуры и пассажиров. В [7] предложена математическая модель, которая позволяет оптимизировать композитную загрузку парома, учитывает его технико-эксплуатационные характеристики, целостность партии одного отправителя, возможность одновременного перемещения грузов вместе с сопровождающими пассажирами. При этом в вышеуказанных работах, к сожалению, не освещают вопросы сборных отправок контейнеризированных грузов, не уточняются, а, следовательно, не учитываются варианты использования средств транспортного оборудования (full container load, FCL или less than conteiner load, LCL) и вопросы формирования их загрузок.

Общим теоретическим и практическим вопросам транспортно-экспедиторского обслуживания предприятий и организаций, независимо от специфики экспедируемых грузов, посвящены работы [8–10]. В работе [8] изложены основные этапы развития транспортно-экспедиторского обслуживания (ТЭО) на Украине и за рубежом. Проведен анализ различных

форм ТЭО, рассмотрены тенденции развития, принципы создания, структура и функции ТЭК. Представлены методики выбора рациональной формы организации ТЭО и определения целесообразности использования железнодорожного и автомобильного видов транспорта. В публикации [9] разработана система для определения оптимального варианта ТЭО, в работе [10] предложена многоцелевая модель этой системы. Однако, к сожалению, в [9-10] не рассматривается перевозка грузов морским транспортом, а также не освещается специфика ТЭО грузов в контейнерах.

Обзор указанных выше информационных ресурсов показывает следующее: вопросы организации LCL перевозок также, как и вопросы обоснования рационального состава грузовых партий в загрузке каждого контейнера при формировании сборных отправок, не находят отражения в работах современных авторов и остаются за пределами внимания ученых; ТЭО контейнерных грузопотоков в целом, а также организации сборных отправок грузов вовсе не уделяется внимания в научных публикациях; в практике компаний, занимающихся организацией LCL перевозок, все задачи, связанные с обоснованием рационального состава грузовых партий в контейнере, решаются на основе опыта и интуиции экспедиторов, поскольку формализованные методы их решения отсутствуют. Таким образом, сравнительный анализ существующих научных работ и прикладных аспектов контейнерных перевозок, позволяет выявить и сформулировать противоречие между теорией и практикой. С одной стороны, LCL перевозки являются перспективными и конкурентоспособными. С другой, – полностью отсутствует соответствующее методическое обеспечение, позволяющее экспедиторам обосновывать решения, связанные с формированием загрузки консолидированных контейнеров. В связи с этим, актуальным является решение вопроса обоснования количественного состава грузовых партий при формировании загрузки контейнера сборными грузами при организации LCL доставки.

Цель и задачи исследования. Целью статьи является разработка технологий обоснования количественного состава грузовых партий в загрузке консолидированного контейнера при организации LCL (less than container load) перевозок. Для достижения цели в работе поставлены следующие задачи:

– сформулировать общую постановку задачи обоснования количественного состава грузовых партий в загрузке консолидированного контейнера;

– сформулировать частные варианты интерпретации этой задачи, отражающие производственные ситуации, чаще всего возникающие на практике между экспедитором и грузовладельцем;

– для каждой из локальных производственных задач разработать технологию решения, которая учитывает особенности ситуации и исходной информации о планируемой отправке.

Результаты и пояснения. Количество однородного груза при формировании загрузки контейнера целесообразно осуществлять по методике, традиционно используемой в практике эксплуатации флота и портов [11]. Суть методики применительно к формированию моно загрузки контейнера заключается в следующем:

– определение удельной грузовместимости контейнера типоразмера i (w^i):

$$w^i = \frac{W^i}{D^i} = \frac{W^i}{D^i_{брутто} - D^i_o}, \text{ м}^3/\text{т}, \quad (1)$$

где W^i – грузовместимость контейнера типоразмера i, м^3; D^i – грузоподъемность контейнера типоразмера i, т; $D^i_{брутто}$ – максимально допустимая (брутто) грузоподъемность контейнера типоразмера i, т; D^i_o – масса порожнем контейнера типоразмера i, т;

– определение удельного объема грузового места: $u_r = (l_r \cdot b_r \cdot h_r) : m_r$, м^3/т, где l_r, b_r, h_r, m_r – линейные размеры (длина, ширина, высота) грузового места, подлежащего консолидации, а также его масса;

– определение удельно-погрузочного объема (УПО) груза: $\overline{u_r} = u \cdot k^{укл}$, м^3/т, где $k^{укл}$ – коэффициент укладки, который учитывает особенности размещения грузовых мест в контейнере, образовавшиеся технологические пустоты между ними, сепарацию и т. п.;

– установление категории груза на основании сравнения его УПО и удельной грузовместимости контейнера:

а) для любого груза r, если его УПО ($\overline{u_r}$) меньше либо равен удельной грузовместимости контейнера (w^i), т. е. $\overline{u_r} \le w^i$, то груз является для данного средства транспортного оборудования «тяжелым» ($r \in R^m$). При данном условии ($\overline{u_r} \le w^i$) загрузку контейнера лимитирует его грузоподъемность (D^i). Таким образом, при формирования FCL (Full Container Load) отправки, количество

«тяжелого» груза (Q_r^m) в контейнере (с учетом массы самого груза (Q_r), массы тары (Q_r^{mapa}) и сепарационных материалов (Q^{cen})) соответствует его чистой грузоподъемности (D^i):

$$\forall r \in R((\overline{u_r} \le w^i \to r \in R^m) \Rightarrow (Q_r^m = Q_r + Q_r^{mapa} + Q^{cen} = D^i)), \quad (2)$$

где R – множество грузов, которое включает подмножества «тяжелых» (R^m) и «легких» ($R^л$) грузов, соответственно: $R = R^m \bigcup R^л$;

б) для любого груза r, если его УПО ($\overline{u_r}$) больше удельной грузовместимости контейнера (w^i), т.е. $\overline{u_r} > w^i$, то груз принадлежит к множеству «лёгких» грузов ($r \in R^л$). В этом случае полностью может быть использована только грузовместимость контейнера (W^i). Таким образом, при формирования FCL отправки количество «легкого» груза ($Q_r^л$) в загрузке контейнера определяется по формуле:

$$\forall r \in R((\overline{u_r} > w^i \to r \in R^л) \Rightarrow Q_r^л = \frac{W^i}{\overline{u_r}} \le D^i, \quad (3)$$

В случае организации LCL доставки в состав контейнера входят небольшие партии грузов, принадлежащие различным грузовладельцам – клиентам ТЭК. При этом процесс принятия решений по формированию загрузки контейнера значительно усложняется. Это актуализирует разработку технологии обоснования такого количественного состава грузовых партий в загрузке консолидированного контейнера, при котором максимально используются его технико-эксплуатационные характеристик (ТЭХ). Причем, это является актуальным не только для ТЭК, но и для клиентов. Поскольку от качества использования ТЭХ контейнера зависит величина расходов каждого клиента (R_r^K), «участвующего» своим грузом r в данной LCL отправке. Предлагается следующая постановка данной задачи в общем виде.

В ТЭК поступил предварительный запрос $k = \overline{1,K}$ от грузовладельца на предоставление соответствующих услуг по экспедиторскому обслуживанию груза r. Его УПО составляет $\overline{u_r}$, $м^3/т$. Предварительный запрос $k = \overline{1,K}$ грузовладельца содержит либо нефиксированную (свободную), либо фиксированную (твердую) информацию о количестве Q_r планируемого к перевозке груза $r \in \overline{1,R}$. В связи с этим на этапе обработки оферт, поступающих от разных грузовладельцев, до заключения с ними договора, экспедитор:

– может обсуждать с грузовладельцем возможное количество Q_r груза $r \in \overline{1,R}$ в партии, планируемой к отправке, для последующей фиксации данной информации в основной заявке и договоре на транспортное экспедирование;

– не может обсуждать с грузовладельцем размер грузовой партии Q_r, планируемой к отправке.

При рассмотрении запросов экспедитор планирует формирование сборной отправки грузовых партий в контейнере типоразмера i со следующими основными ТЭХ: D^i – грузоподъемность контейнера типоразмера i, m; W^i – грузовместимость контейнера типоразмера i, $м^3$.

Экспедитору необходимо обосновать количественный состав грузовых партий различных клиентов в загрузке консолидированного контейнера, при котором максимально будет использована его грузоподъемность ($D^i \rightarrow max$) и/или грузовместимость ($W^i \rightarrow max$).

В производственной деятельности компаний, предоставляющих транспортно-экспедиторские услуги (ТЭУ) по организации LCL перевозок, наиболее частыми являются следующие типовые практические ситуации, отражающие конкретные условия относительно планируемой отправки:

Вариант 1 характеризуется тем, что совокупность предварительных запросов ($k = \overline{1,\mathrm{K}} = \overline{1,2}$), поступивших экспедитору от различных грузовладельцев, содержит информацию о двух грузовых партиях ($r = \overline{1,R} = \overline{1,2}$, $R = R^m \bigcup R^л$). Причем размеры партий не зафиксированы, а, следовательно, подлежат обсуждению.

Вариант 2 характеризуется тем, что совокупность предварительных запросов ($k = \overline{1,\mathrm{K}} = \overline{1,2}$), поступивших экспедитору от различных грузовладельцев, также содержит информацию о двух грузовых партиях ($r = \overline{1,R} = \overline{1,2}$). Однако, при этом размер одной партии строго зафиксирован, а второй – подлежит обсуждению.

Вариант 3 характеризуется тем, что совокупность предварительных запросов ($k = \overline{1,K}$, $K > 2$), поступивших от различных грузовладельцев, содержит информацию о более, чем двух партиях ($r = \overline{1,R}$; $R > 2$). Причем, размеры всех партий ($r = \overline{1,R}$; $R > 2$) в рассматриваемой совокупности запросов ($k = \overline{1,K}$, $K > 2$) не зафиксированы и могут согласовываться с грузовладельцами.

Вариант 4 также характеризуется тем, что совокупность предварительных запросов ($k = \overline{1,K}$, $K > 2$) содержит информацию о более, чем двух грузовых

партиях ($r = \overline{1,R}$; $R > 2$). Однако, при этом размеры всех грузовых партий ($r = \overline{1,R}$; $R > 2$) в рассматриваемой совокупности запросов ($k = \overline{1,K}$, $K > 2$) строго зафиксированы и не подлежат обсуждению с грузовладельцем.

Предлагается конкретизировать общую постановку задачи для каждой из приведенных производственных ситуаций и предложить конкретную технологию решения для каждой из них.

Для **варианта 1** сформулированная выше постановка задачи конкретизируется следующим образом. В ТЭК поступило два предварительных запроса ($k = \overline{1,K} = \overline{1,2}$) от различных грузовладельцев на ТЭО грузов r ($r = \overline{1,R} = \overline{1,2}$, $R = R^m \cup R^n$): груз 1 ($r = 1$) является «тяжелым» ($r \in R^m$), его УПО ($\overline{u_r}$) составляет $\overline{u_r} = \overline{u_1^m}$, *м*^{3}/*т*; груз 2 ($r = 2$) является «легким» ($r \in R^n$), его УПО ($\overline{u_r}$) составляет $\overline{u_r} = \overline{u_2^n}$, *м*^{3}/*т*.

По предварительной информации грузовладельцев, оба запроса содержат нефиксированную информацию о количестве Q_r планируемого к перевозке груза $r = \overline{1,R} = \overline{1,2}$, т.е. в процессе переговоров размер партии Q_r может согласовываться и уточняться. Экспедитору необходимо определить количественный состав сборной отправки грузов по рассматриваемым запросам. Полученные результаты решения задачи являются ориентиром для проведения последующих переговоров с грузовладельцами о размерах грузовых партий.

В рассмотренном случае для максимального использования ТЭХ консолидированного контейнера целесообразно воспользоваться подходом, который применяется в практике эксплуатации флота при формировании композитной загрузки судна [11]. На основании данного подхода предлагается решать следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} Q_r^m + Q_r^n = D^i; \\ Q_r^m \cdot \overline{u_r^m} + Q_r^n \cdot \overline{u_r^n} = W^i. \end{cases} \quad (4)$$

Данная систем уравнений (4) базируются на следующих условиях:

– суммарная масса всех грузов, предъявленных к перевозке клиентами ТЭК, должна быть равна грузоподъемности контейнера:

$$\sum_{r=1}^{R=R^m \cup R^n} Q_r = Q_1 + Q_2 = D^i; \quad (5)$$

– суммарный объем всех грузов должен быть равен грузовместимости контейнера:

$$\sum_{r=1}^{R=R^m \cup R^л} (Q_r \cdot \overline{u_r}) = Q_1 \cdot \overline{u_1} + Q_2 \cdot \overline{u_2} = W^i . \quad (6)$$

Таким образом, в рассматриваемом варианте 1 количество грузов ($Q_r^m = X_1^m - ?$, $Q_r^л = X_2^л - ?$) целесообразно определять в результате решения системы уравнений (4), которая содержит две неизвестные переменные:

$$\begin{cases} X_1^m + X_2^л = D^i ; \\ X_1^m \cdot \overline{u_1^m} + X_2^л \cdot \overline{u_2^л} = W^i ; \end{cases} \quad (7)$$

$$X_2^л = D^i - X_1^m ; \quad (8)$$

$$X_1^m \cdot \overline{u_1^m} + (D^i - X_1^m) \cdot \overline{u_2^л} = W^i ; \; X_1^m \cdot (\overline{u_1^m} - \overline{u_2^л}) + D^i \cdot \overline{u_2^л} = W^i ; \; X_1^m = \frac{W^i - D^i \cdot \overline{u_2^л}}{(\overline{u_1^m} - \overline{u_2^л})} . \quad (9)$$

В результате решения системы уравнений (7), определяем искомый размер партии «тяжелого» груза $X_1^m = Q_1^m$ (9), подставляем его значение в (8) и устанавливает размер партии «легкого» груза $X_2^л = Q_2^л$.

Сформулированная выше постановка задачи для **варианта 2** конкретизируется следующим образом. Аналогично рассмотренному выше варианту 1, в ТЭК поступило два предварительных запроса ($k = \overline{1,K} = \overline{1,2}$) от различных грузовладельцев на ТЭО грузов r ($r = \overline{1,R} = \overline{1,2}$, $R = R^m \cup R^л$). Один из грузов является «тяжелым» ($r = 1, r \in R^m, \overline{u_r} = \overline{u_1^m}$), другой – «легким» ($r = 2, r \in R^л$, $\overline{u_r} = \overline{u_2^л}$). При этом, один из запросов содержит фиксированную информацию относительно размера грузовой партии (Q_r), планируемой к перевозке, а другой – ориентировочную ($\approx Q_r = X_r - ?$) и подлежит согласованию. Экспедитору необходимо определить количество не зафиксированного в запросе груза ($\approx Q_r = X_r - ?$), при котором максимально будет использована грузоподъемность и/или грузовместимость контейнера. Таким образом, в процессе последующих переговоров может согласовываться размер только одной из партий. Ее величину предлагается устанавливать, исходя из упомянутого выше подхода [11]. При этом, если в запросе грузовладельца фиксируется количество «тяжелого» груза ($Q_r^m = Q_1^m$), а количество «легкого» ($Q_r^л = X_2^л - ?$) подлежит определению, то рассмотренная система уравнений (4) для данной производственной ситуации приобретает следующий вид:

$$\begin{cases} Q_1^m + X_2^л = D^i ; \\ Q_1^m \cdot \overline{u_1^m} + X_2^л \cdot \overline{u_2^л} = W^i . \end{cases} \quad (10)$$

Количество же «легкого» груза ($Q_r^л = X_2^л - ?$) при этом следует определять, исходя из второго уравнения, представленной системы (10):

$$X_2^л = \frac{W^i - Q_1^m \cdot \overline{u_1^m}}{\overline{u_2^л}}. \quad (11)$$

В свою очередь, первое уравнение системы (10) следует использовать для проверки качества использования грузоподъемности контейнера:

$$\alpha^i = \frac{Q_1^m + X_2^л}{D^i}, \quad (12)$$

где α^i - коэффициент использования грузоподъемности контейнера.

Наряду с этим, следует проверять и качество использования грузовместимости контейнера. В данном случае грузовместимость должна быть использована полностью, а значение соответствующего показателя (k_W^i) должно быть равным 1, т.е. составлять 100 %:

$$k_W^i = \frac{Q_1^m \cdot \overline{u_1^m} + X_2^л \cdot \overline{u_2^л}}{W^i} = 1 \ \ (100\%), \quad (13)$$

где k_W^i – коэффициента использования грузовместимости контейнера.

В свою очередь, если в запросе грузовладельца фиксируется количество «легкого» груза ($Q_r^л = Q_2^л$), а количество «тяжелого» ($Q_r^m = X_1^m - ?$) подлежит определению, то рассмотренная система уравнений (4) для данной производственной ситуации приобретает следующий вид:

$$\begin{cases} X_1^m + Q_2^л = D^i; \\ X_1^m \cdot \overline{u_1^m} + Q_2^л \cdot \overline{u_2^л} = W^i. \end{cases} \quad (14)$$

Количество «тяжелого» груза ($Q_r^m = X_1^m - ?$), в свою очередь, следует определять, исходя из первого уравнения, представленной системы (14):

$$X_1^m = D^i - Q_2^л. \quad (15)$$

Второе уравнение системы (14) при этом следует использовать для проверки качества использования грузовместимости контейнера:

$$k_W^i = \frac{X_1^m \cdot \overline{u_1^m} + Q_2^л \cdot \overline{u_2^л}}{W^i} = 1 \ \ (100\%). \quad (16)$$

Также рекомендуется проверять и качество использования грузоподъемности контейнера, которая в этом случае должна быть использована полностью, а величина соответствующего показателя (α^i) должна быть равной 1, т.е. составлять 100 %:

$$\alpha^i = \frac{X_1^m + Q_2^л}{D^i} = 1\ (100\%) \quad . \tag{17}$$

Сформулированная выше постановка задачи для **варианта 3** конкретизируется следующим образом. В ТЭК поступило более двух запросов ($k = \overline{1,K}$, $K > 2$) от различных грузовладельцев на предоставление услуг по ТЭО грузов r ($r = \overline{1,R}, R = R^m \cup R^л$, $R > 2$): некоторые грузы являются «тяжелым» ($r = \overline{1,(r-1)}, r \in R^m$), УПО этих грузов составляют: $\overline{u_1^m}$, $\overline{u_2^m}$, …, $\overline{u_{r-1}^m}$, $м^3/т$; некоторые грузы являются «легким» ($r = \overline{r,R}$, $r \in R^л$), УПО этих грузов составляют: $\overline{u_r^л}$, …, $\overline{u_{R^л}^л}$, $м^3/т$.

Все запросы содержат незафиксированную информацию о количестве планируемого к перевозке груза, т.е. в процессе переговоров, размеры всех партий могут согласовываться и уточняться. Экспедитору необходимо определить количественный состав сборной отправки грузов по полученным предварительным запросам.

Для реализации сформулированной задачи предлагается следующая математическая модель с последовательно формализованными целевой функцией и ограничениями. Целевая функция (18) максимизирует количество всех грузов по массе в загрузке консолидированного контейнера:

$$Z = \sum_{r=1}^{R=R^m \cup R^л} X_r = \sum_{r=1}^{R=R^m} X_r^m + \sum_{r=1}^{R=R^л} X_r^л \to max \quad (r = \overline{1,R}; R = R^m \cup R^л). \tag{18}$$

На усмотрение лица, принимающего решение (ЛПР), качество выполнения задачи по планированию сборной отправки может характеризовать и целевая функция, находящая экстремум суммарного количества грузов по объему:

$$Z = \sum_{r=1}^{R=R^m \cup R^л} (X_r \cdot \overline{u_r}) = \sum_{r=1}^{R=R^m} (X_r^m \cdot \overline{u_r^m}) + \sum_{r=1}^{R=R^л} (X_r^л \cdot \overline{u_r^л}) \to max \quad (r = \overline{1,R}; R = R^m \cup R^л). \tag{19}$$

Система ограничений задачи представлена следующими уравнениями и неравенствами:

– ограничение (20) обеспечивает полное использование грузоподъемности контейнера при формировании сборной отправки. Запись данного ограничения в виде уравнения имеет смысл только при условии, что размеры всех грузовых партий в предварительных запросах грузовладельцев строго не зафиксированы, а, следовательно, могут согласовываться с ними:

$$\sum_{r=1}^{R=R^m} X_r^m + \sum_{r=1}^{R=R^л} X_r^л = D^i \quad (i=\overline{1,I}); \tag{20}$$

- ограничение (21) обеспечивает полное использование грузовместимости контейнера при планировании сборной отправки. Запись данного ограничения в виде уравнения также имеет смысл только при условии, которое конкретизировано в постановке задачи для варианта 3:

$$\sum_{r=1}^{R=R^m} (X_r^m \cdot \overline{u_r^m}) + \sum_{r=1}^{R=R^л} (X_r^л \cdot \overline{u_r^л}) = W^i \quad (i=\overline{1,I}); \tag{21}$$

- ограничения (22) отражают тот факт, что переменные задачи не могут принимать отрицательные значения вследствие физической сути:

$$X_r^m \geq 0;\ X_r^л \geq 0 \ (r=\overline{1,R};\ R=R^m \cup R^л), \tag{22}$$

где X_r – параметр управления, подлежащий оптимизации, Он отражает рекомендуемое грузовладельцам количество грузов в парии, с разбивкой на «тяжелые» (X_r^m) и «легкие» ($X_r^л$) грузы.

Задача, сформулированная выше в общей постановке, для **варианта 4** конкретизируется следующим образом. Аналогично предыдущему варианту 3, в ТЭК поступило более двух предварительных запросов ($k=\overline{1,K}$, $K > 2$) от различных грузовладельцев на предоставление услуг по экспедиторскому обслуживанию грузов r ($(i=\overline{1,I})$, $R=R^m \cup R^л$, $R > 2$):

Некоторые партии характеризуются «тяжелыми» грузами ($r=\overline{1,(r-1)}$, $r \in R^m$, $\overline{u_r}=\overline{u_1^m}$), некоторые – «легкими» ($r=\overline{r,R}$, $r \in R^л$, $\overline{u_r}=\overline{u_2^л}$). Причем, ряд запросов содержат фиксированную информацию относительно размера партии Q_r, планируемой к перевозке. Другая же часть запросов включает ориентировочные данные относительно количества груза ($\approx Q_r$).

Экспедитору необходимо определить размеры не зафиксированных в запросах грузовых партий ($\approx Q_r = X_r$ - ?), при максимальном использовании грузоподъемности ($D^i \rightarrow max$) и/или грузовместимости ($W^i \rightarrow max$) контейнера типоразмера i.

Таким образом, размеры грузовых партий, которые могут согласовываться в процессе последующих переговоров с грузовладельцем, определяются в результате реализации предложенной ниже математической модели (23)–(27). Модель представлена следующей совокупностью математических соотношений, описывающих суть решаемой задачи.

Целевая функция (23) максимизирует загрузку контейнера по его грузоподъемности с учетом тех грузов, количество которых строго зафиксировано в предварительных запросах клиентов.

$$Z = \sum_{r=1}^{R=R^m \cup R^л} Q_r + \sum_{r=1}^{R=R^m \cup R^л} X_r = \left[\sum_{r=1}^{R=R^m} Q_r^m + \sum_{r=1}^{R=R^л} Q_r^л \right] + \left[\sum_{r=1}^{R=R^m} X_r^m + \sum_{r=1}^{R=R^л} X_r^л \right] \to \max \quad (23)$$

$$(r = \overline{1,R}; R = R^m \cup R^л).$$

На усмотрение ЛПР, в качестве критерия оптимальности может быть также принята загрузка контейнера по его грузовместимости, которую необходимо максимизировать. При этом также следует учитывать грузы, количество которых зафиксировано в предварительных запросах грузовладельцев (первое слагаемое (24)).

$$Z = \sum_{r=1}^{R=R^m \cup R^л} Q_r \cdot \overline{u_r} + \sum_{r=1}^{R=R^m \cup R^л} X_r \cdot \overline{u_r} =$$

$$= \left[\sum_{r=1}^{R=R^m} Q_r^m \cdot \overline{u_r^m} + \sum_{r=1}^{R=R^л} Q_r^л \cdot \overline{u_r^л} \right] + \left[\sum_{r=1}^{R=R^m} X_r^m \cdot \overline{u_r^m} + \sum_{r=1}^{R=R^л} X_r^л \cdot \overline{u_r^л} \right] \to \max \quad (24)$$

$$(r = \overline{1,R}; R = R^m \cup R^л).$$

Система ограничений представлена следующими неравенствами:

– ограничение по грузоподъемности контейнера (25) обеспечивает такие размеры не зафиксированных партий, которые не превышают грузоподъемность контейнера с учетом грузов, количество которых строго оговорено в запросах:

$$\sum_{r=1}^{R=R^m} X_r^m + \sum_{r=1}^{R=R^л} X_r^л \le D^i - \left[\sum_{r=1}^{R=R^m} Q_r^m + \sum_{r=1}^{R=R^л} Q_r^л \right] (i = \overline{1,I}; R = R^m \cup R^л); \quad (25)$$

– ограничение по грузовместимости контейнера (26) обеспечивает формирование сборной отправки, при которой размеры не зафиксированных в запросах партий, не превышают грузовместимость контейнера за вычетом количества грузов, не подлежащих согласованию:

$$\sum_{r=1}^{R=R^m} (X_r^m \cdot \overline{u_r^m}) + \sum_{r=1}^{R=R^л} (X_r^л \cdot \overline{u_r^л}) \le W^i - \left[\sum_{r=1}^{R=R^m} (Q_r^m \cdot \overline{u_r^m}) + \sum_{r=1}^{R=R^л} (Q_r^л \cdot \overline{u_r^л}) \right] (i = \overline{1,I}; R = R^m \cup R^л); \quad (26)$$

– ограничения (27) – условия неотрицательности переменных:

$$X_r^m \ge 0; \; X_r^л \ge 0 \; (r = \overline{1,R}; R = R^m \cup R^л). \quad (27)$$

Выводы

Разработанные теоретические и методические положения, а также математические модели, с одной стороны, представляют научный интерес и

способствуют развитию теории транспортных процессов и систем. С другой - имеют прикладную направленность и представляют практический интерес для транспортных компаний (автотранспортных, судоходных, стивидорных, экспедиторских и т.п.), оказывающих транспортно-экспедиторские услуги в соответствии с законодательством Украины. Внедрение сформулированных положений обеспечит повышение эффективности производственной деятельности этих компаний и позволит осуществлять рациональное транспортно-экспедиторское обслуживания систем доставки контейнеризированных грузов в региональном, межрегиональном и международном сообщениях.

Література

1. Котенко А. М., Шевченко В. І. Математичні моделі та удосконалення технологій перевезення вантажів в універсальних контейнерах // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2007. №4/5(28). С. 31-35.

2. Шевченко В. І., Шилаєв П. С., Котенко А. М. Удосконалення технології перевезення вантажів в універсальних контейнерах // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2007. №6/5(30). С. 12-17.

3. Данько М. І., Крячко В. І., Крячко К. В. Оптимізація управління перевантажувальними засобами на контейнерних терміналах // Зб. наук. пр. – Харків: УкрДАЗТ. 2004. Вип. 62. С. 37-45.

4. Лаврухін О. В., Немировський Б. М. Удосконалення технології роботи контейнерних терміналів на основі впровадження інтелектуальних передових технологій // Транспортні системи та технології перевезень: зб. наук. праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. – Харків: ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. 2017. № 13. С. 46-51. DOI: https://doi.org/10.15802/tstt2017/110768.

5. Кириллова Е.В. До питання обґрунтування розподілу контейнеропотоків між суднами, обслуговуючими магістрально-фідерні лінії // Науковий вісник Херсонської державної морської академії: науковий журнал. – Херсон: Херсонська державна морська академія. 2014. № 2 (11). С. 55-68. - ISSN 2313-4763.

6. Kirillova Ye. V., Meleshenko Ye. S. Justification of Financial Safety Analysis Approach in Cargo-and-Passenger Ferry Operations Management // Transport and Telecommunication Journal. Riga : Transport and telecommunication institute (TSI). 2014. Vol. 15, Issue 2. pp. 111-119. DOI : 10.2478/ttj-2014-0010.

7. Kirillova Ye., Meleshenko Ye. Development of an economic and mathematical model of loading a freight and passenger ferry // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2016. № 3(4). С. 28-37. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.71215.

8. Нагорний Є. В., Черниш Н. Ю. Транспортно-експедиційне обслуговування підприємств та організацій в умовах ринку. – Харків: ХНАДУ. 2002. 358 с.

9. Павленко О.В. Розробка системи для визначення оптимального варіанту транспортно-експедиційного обслуговування // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Харьков. 2007. № 6 (30). С. 25-28.

10. Павленко О.В. Аналіз ефективності багатоцільової моделі системи транспортно-експедиційного обслуговування // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков. 2008. № 5/5 (35). С. 30-32.

11. Бакаев В.Г. Эксплуатация морского флота / В.Г. Бакаев. – М.: Транспорт. 1965. 560 с.

Рецензенти:
Мішутін А.В., д-р техн. наук, ОДАБА (Одеса)
Безуглий А.О, канд. економ. наук, заступник директора ДП “ДерждорНДІ” (Київ)

Reviewers:
Mishutin A.V., Dr.Tech.Sci., OSACEA (Odesa)
Bezuglyi A.M., Ph.D., Deputy Director of “DerzhdorNDI” (Kyiv)

Стаття надійшла до редакції: **01.09.2017 р**.

УДК 656.073

Мельниченко О.І., канд. техн. наук, **Чечет А.М., Магомаєв Ю.М.**

ПЕРЕДУМОВИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМИ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ МІСТ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТРАНСПОРТОМ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ

Аннотация. В статті розглянуті основні проблеми пасажирських перевезень транспортом загального користування в контексті розроблення структури проектів регіональної програми розвитку раціональної роботи транспортної системи міст щодо покращення надання якості транспортних послуг.

Об’єкт дослідження – пасажирські перевезення транспортом загального користування.

Мета роботи – виокремити основні фактори проблемної ситуації транспортних систем міст та сформувати структуру проектів регіональної програми розвитку транспорту загального користування.

Аналіз проведених досліджень дозволив побудувати «дерево проблем» при організації транспортних систем міст. Головною проблемою, яку необхідно вирішити, є неефективне функціонування пасажирського автомобільного транспорту по задоволенню потреб населення у перевезеннях транспортної системи міст, що викликано як постійним збільшенням пасажиропотоків, так і не задоволення потреб населення якістю транспортних послуг.

Одним з найважливіших напрямків процесу організації пасажирських перевезень є підвищення якості надання транспортних послуг, яке на сьогоднішній день здійснюється за допомогою управління проектами.

Управління проектами в пасажирських перевезеннях для покращення якості перевезень можуть бути розроблені проекти, програми розвитку міського пасажирського транспорту, програми розвитку транспортного комплексу міст, інфраструктурні проекти в галузях автомобільного та міського транспорту, а саме проект «Міський громадський транспорт в Україні» над яким Міністерство інфраструктури продовжує плідну роботу із міжнародними фінансовими організаціями стосовно залучення коштів для фінансування проектів із розвитку міського пасажирського транспорту. Метою даних програм та проектів є

впровадження конкурентних умов пасажирських перевезень у містах, які безпосередньо впливають на якість обслуговування.
Спеціалісти у сфері проектного менеджменту вважають, що якість розробки проектів та програм і неухильне проведення контролю за їхнім виконанням безперечно запобігають неналежному задоволенню потреб споживачів транспортних послуг.
Тому доцільним розробити та виокремити проекти, які забезпечать раціональну роботу транспортної системи міст транспортом загального користування.
Результати статті можуть бути використані в подальших наукових дослідженнях.
Ключевые слова: проект, програма, пасажирські перевезення, надання транспортних послуг, транспортна система.

UDC 656.073

Melnychenko O., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Chechet A., Magomaev Yu.**

PRECAUTIONS FOR IMPLEMENTATION OF THE PROGRAM OF DEVELOPMENT OF TRANSPORT SYSTEMS OF THE CITY OF PASSENGER TRANSPORTATION BY GENERAL USE

Abstract. The article deals with the main problems of passenger transportation by public transport in the context of developing the structure of projects of a regional program for the rational operation of the transport system of cities in order to improve the quality of transport services.
The object of research – passenger transportation by public transport.
The purpose of the work is to identify the main factors of the problem situation of the transport systems of cities and to form the structure of projects of the regional program of development of public transport.
The analysis of the conducted research allowed to construct a tree of problems in the organization of transport systems of cities. The main problem to be solved is the inefficient functioning of passenger motor transport to meet the needs of the population in the transportation of the urban transport system, which is due to the continuous increase in passenger traffic and the lack of satisfaction of the needs of the population by the quality of transport services.

One of the most important trends in the organization of passenger transportation is the improvement of the quality of transport services, which is currently being implemented through project management.

Project management in passenger transport to improve the quality of transportation may be developed projects, programs for the development of urban passenger transport, programs for the development of the transport complex of cities, infrastructure projects in the areas of automobile and urban transport, namely the project "Urban Public Transport in Ukraine" over which the Ministry of Infrastructure continues fruitful work with international financial institutions in attracting funds to finance urban passenger development projects of transport. The purpose of these programs and projects is to introduce competitive conditions for passenger transportation in cities that have a direct impact on the quality of service.

Specialists in the field of project management believe that the quality of project and program development and the steady control over their implementation undoubtedly prevent improper satisfaction of the needs of transport services users.

Therefore, it is expedient to develop and design projects that will ensure the rational operation of the transport system of cities by public transport.

The results of the article can be used in further research.

Keywords: draft, program, passenger transportation, transport services, transportation system.

УДК 656.073

Мельниченко А. И., канд. техн. наук, **Чечет А.М., Магомаев Ю.М.**

ПРЕДПОСЫЛКИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ГОРОДОВ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК ТРАНСПОРТОМ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Анотація. В статье рассмотрены основные проблемы пассажирских перевозок транспортом общего пользования в контексте разработки структуры проектов региональной программы развития рациональной работы транспортной системы городов по улучшению предоставления качества транспортных услуг.

Объект исследования – пассажирские перевозки транспортом общего пользования.

Цель работы – выделить основные факторы проблемной ситуации транспортных систем городов и сформировать структуру проектов региональной программы развития транспорта общего пользования.

Анализ проведенных исследований позволил построить «дерево проблем» при организации транспортных систем городов. Главной проблемой, которую необходимо решить, является неэффективное функционирование пассажирского автомобильного транспорта по удовлетворению потребностей населения в перевозках транспортной системы городов, вызвано как постоянным увеличением пассажиропотоков, так и не удовлетворение потребностей населения качеством транспортных услуг.

Одним из важнейших направлений процесса организации пассажирских перевозок является повышение качества предоставления транспортных услуг, которое на сегодняшний день осуществляется с помощью управления проектами.

Управление проектами в пассажирских перевозках для улучшения качества перевозок могут быть разработаны проекты, программы развития городского пассажирского транспорта, программы развития транспортного комплекса городов, инфраструктурные проекты в области автомобильного транспорта, а именно проект «Городской общественный транспорт в Украине» над которым Министерство инфраструктуры продолжает плодотворную работу с международными финансовыми организациями по привлечению средств для финансирование проектов по развитию городского пассажирского в транспорта. Целью данных программ и проектов является внедрение конкурентных условий пассажирских перевозок в городах, которые непосредственно влияют на качество обслуживания.

Специалисты в сфере проектного менеджмента считают, что качество разработки проектов и программ и неуклонное проведение контроля за их выполнением бесспорно предотвращают ненадлежащем удовлетворению потребностей потребителей транспортных услуг.

Поэтому целесообразно разработать и выделить проекты, которые обеспечат рациональное работу транспортной системы городов транспортом общего пользования.

Результаты статьи могут быть использованы в дальнейших научных исследованиях.

Ключові слова: проект, программа, пассажирские перевозки, предоставление транспортных услуг, транспортная система.

Постановка проблеми. Автомобільний транспорт є складовою частиною єдиної транспортної системи України, і його успішне функціонування багато в чому залежить від координації роботи. Саме цей вид транспорту в України є основним транспортом для поїздок на короткі та середні відстані. Він являє собою одну з найбільших галузей народного господарства зі складною та різноманітною технікою, технологією, а також специфічною організацією і системою управління. Пасажирський транспорт є найважливішою складовою соціальної інфраструктури великого міста. Стійка і ефективна робота транспорту є необхідною умовою стабілізації та підйому економіки, поліпшення умов і рівня життя населення [1].

З проблемами міського пасажирського транспорту на сьогодні стикаються як у великих, так і в малих містах України, зокрема формування проектів з організації пасажирських перевезень здійснюється органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, а також перевізниками. Організація пасажирських перевезень в кожному місті вирішується по-різному.

Система міського пасажирського транспорту займає особливе місце в загальній структурі пасажирського транспорту, що пояснюється підвищенням ролі міст у житті суспільства, обумовленого розподілом праці та концентрацією виробництва. Зміни в житті України призвели до значної модифікації структури потреб населення в перевезеннях і перебудові маршрутних систем більшості міст України. У той же час прийняття рішень про зміну маршрутних систем являє собою складну науково-практичну задачу та має величезне соціальне й економічне значення.

Метою міської політики в сфері міських пасажирських перевезень є стійке і ефективне функціонування пасажирського автомобільного транспорту по задоволенню потреб населення у безпечних та якісних транспортних послугах.

Транспортний процес пасажирських перевезень залежить від побудови, досконалості маршрутної системи міста, а також стану організації та управління безпосереднім переміщенням нею задіяного рухомого складу.

Значну роль у вирішенні питань щодо розробки та побудови в галузі підвищення ефективності функціонування міського пасажирського транспорту ведуться як в Україні, так і за кордоном. У цьому напрямку мають розробки такі

вчені як: Л.Л. Афанасьєва, М.О. Брайловський, Т.В. Бутко, А.І. Воркут, Е.В. Гаврилов, М.Я. Говорущенко, Б.І. Грановський, В.К. Доля, Г.А. Заблоцькій, О.С. Ігнатенко, В.М. Кобозев, О.Я. Коцюк, О.П. Лопатин, Л.Б. Міротіна, Г.І. Нечаєв, Д.С. Самойлов, Є.А. Сафронов, М.С. Фішельсон, В.Ф. Штанов, D. Hasselstroem, C. Mandl, H. Nebelung, H. Sonntag та ін.

Питанням вибору місткості та технічній компоновці автобусів для роботи на міських маршруті присвячено [2].

Автори О.С. Ігнатенко та В.К. Доля, [3, 4] у своїх роботах розглянули проблемам технології та організації автобусних перевезень пасажирів у містах. Вони наводять методи й технології міських пасажирських перевезень, а також методики удосконалення рівня транспортного обслуговування населення враховуючи управління технологічними процесами.

Підвищенню ефективності якості транспортних послуг в умовах планової економіки присвячено роботи А.І. Воркута та Л.Б. Міротіна. Зокрема ці та інші дослідники запропонували основні показники якості транспортного обслуговування пасажирів міського пасажирського транспорту, а саме: комфортабельність транспортного пересування, доступні тарифи, безпека поїздки, наповненість транспортних засобів пасажирами, зменшення затрат часу на перевезення, тощо. Нажаль, але не всі розробки були втілені у реальне життя міст, адже це пояснюється складністю задачі, відсутністю ресурсів транспортних засобів та відповідного контролю.

Значна увага приділялась вдосконаленню автобусних маршрутних систем та дослідженням формування пасажиропотоків дане питання розглядали та удосконалювали такі науковців, як О.Я. Коцюк та Д.С. Самойлов, це питання є важливим, оскільки на їх основі вирішують задачі організації перевезень у практичній діяльності [5]. Підвищення рівня якості пасажирських перевезень приділяється таким основним напрямкам, як удосконалення маршрутизації, який включає в себе проектуванню нових та коригуванню існуючих мереж.

Науковці [6, 7] оцінюють організацію роботи транспорту декількома основними категоріями, такими як: безпека руху, витрати часу на пересування, комфорт поза транспортними потребами в часі та просторі та у транспортних засобах.

Віддаючи належне науковим досягненням у галузі розвитку транспортних систем міст, слід вказати, що питання щодо задоволення потреб населення

якістю транспортних послуг в межах міської транспортної мережі у сучасних ринкових умовах потребують подальших наукових досліджень.

Аналіз проведених досліджень дозволив побудувати «дерево проблем» при організації транспортних систем міст. Головною проблемою, яку необхідно вирішити, є неефективне функціонування пасажирського автомобільного транспорту по задоволенню потреб населення у перевезеннях транспортної системи міст, що викликано як постійним збільшенням пасажиропотоків, так і не задоволення потреб населення якістю транспортних послуг.

Основні фактори проблемної ситуації транспортних систем міст представлені в «дереві проблем» на рис. 1.

У науковій роботі Васильєва В.В. [8] проаналізовано та розглянуто основні проблеми конкурентоспроможності пасажирського транспорту. Вчений відзначає, що одним із найважливіших напрямів забезпечення стійкості автотранспортних підприємств і конкурентоспроможності надання пасажирських послуг – підвищення комфортності для пасажирів та привабливості вибору транспорту.

В сучасних умовах і найближчому майбутньому показником соціальної ефективності функціонування підприємств міського пасажирського транспорту повинна виступати якість послуг, що надаються, на основі прийнятних для споживачів тарифів [9]. Стратегія розвитку міського громадського транспорту повинна бути спрямована на досягнення високої економічної ефективності роботи вітчизняних транспортних підприємств, зростання якості перевезень та забезпечення екологічної безпеки міст.

Сучасний стан міського пасажирського транспорту є кризовим, що негативно позначається на якості транспортних послуг. З кожним роком якість транспортного обслуговування населення міст погіршується. Високий рівень фізичного і морального зносу основних фондів міського транспорту, зокрема рухомого складу, суттєво знижують рівень якості перевезень. Збитковість, низька інвестиційна привабливість, невизначеність джерел фінансування інноваційного оновлення технічної бази громадського транспорту не дозволяють повною мірою задовольнити транспортні потреби населення міст та призводять до зниження рівня безпеки перевезення пасажирів. Якісний рівень транспортного обслуговування відстає від вимог населення.

Однією з головних стратегічних цілей транспортних підприємств міського пасажирського транспорту на сучасному етапі є забезпечення населення високоякісними транспортними послугами.

До основних проблем, з якими стикнулися транспортні підприємства при роботі в ринкових умовах є: 1) нерегульована конкуренція; 2) сильне податкове навантаження; 3) недосконала система державного замовлення; 4) недостатність стабільного фінансування.

Головною проблемою транспортних підприємств малих міст є те, що в продовж багатьох років не поводять обстеження пасажиропотоків, фактично сьогодні неможливо науково обґрунтовано розрахувати кількість маршрутів, кількість рухомого складу на маршрутах та ін. Проте вирішення цієї проблеми вимагає значних фінансових витрат, оскільки почати доведеться з обстеження пасажиропотоків, а це процедура дорога та складна.

Автотранспортні підприємства мають ряд негативних факторів, через які вони не можуть конкурувати на ринку транспортних послуг: застарілий рухомий склад, низька якість наданих послуг, високий рівень витрат при наданні послуг, відсутність системи управління просуванням послуг на ринок.

Для підвищення якості перевезень міським громадським транспортом необхідно забезпечити впровадження та функціонування на підприємствах систем управління якістю послуг як ефективного інструменту досягнення рівня якості, який відповідатиме світовим стандартам. Соціально-економічний ефект від впровадження систем управління якістю на міському транспорті виявляється у підвищенні комфортності та безпеки перевезень пасажирів, покращенні умов праці працівників, більш ефективному використанні рухомого складу, в економії матеріальних та трудових ресурсів при проведенні ремонтів рухомого складу. Ефективне функціонування систем управління якістю на підприємствах міського пасажирського транспорту є запорукою створення дієвих економічних механізмів регулювання соціально-економічного розвитку громадського транспорту в містах України.

Нажаль розглянуті проблеми щодо нерентабельність пасажирських перевезень транспортної системи міст та автотранспортних підприємств не можуть бути вирішені на локальному рівні.

Відмітимо, що на протязі останніх років, досить велика увага приділяється саме впровадженню проектного управління в організаціях.

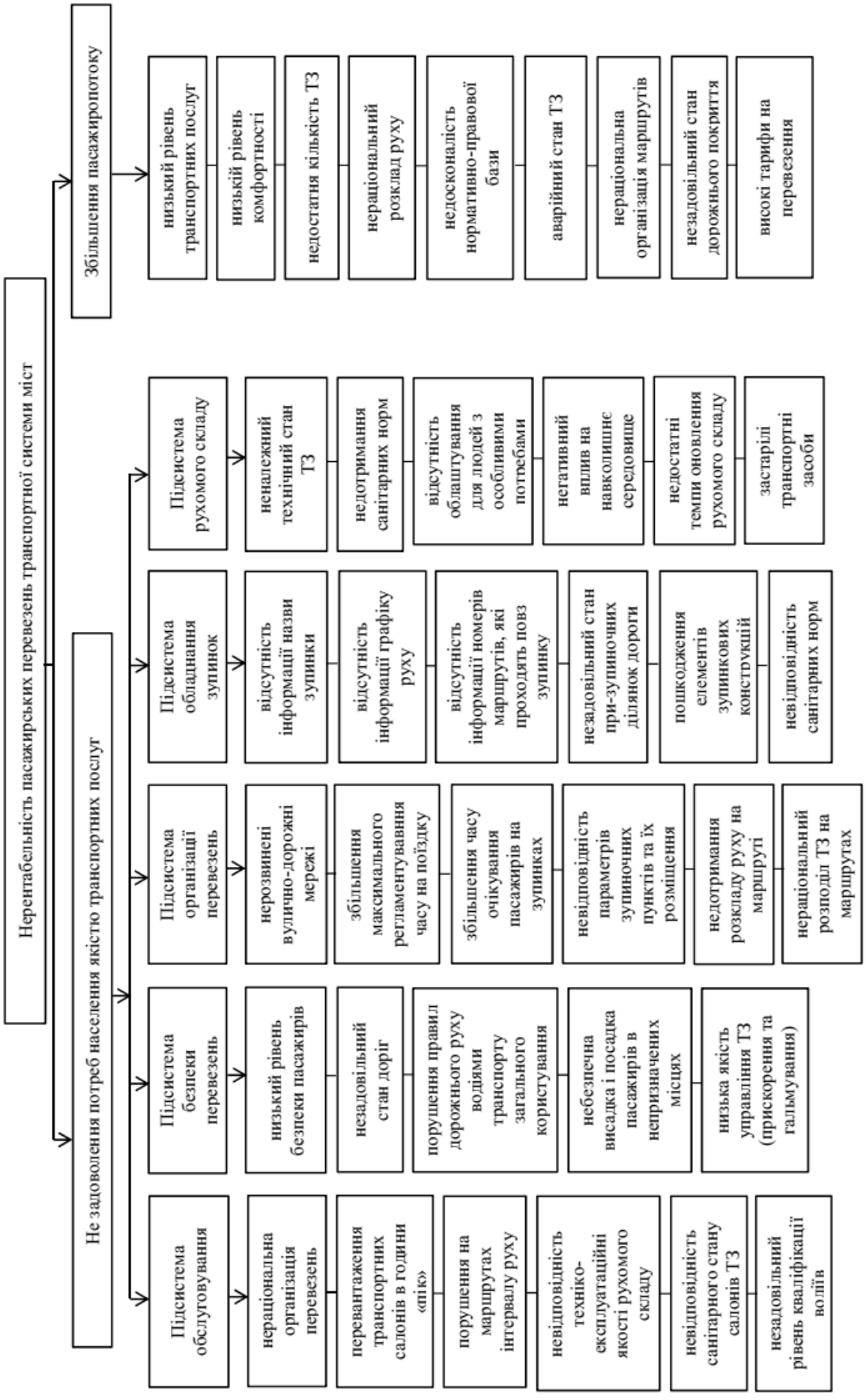


Рисунок 1 – Дерево проблем транспортної системи міст

В роботах [10,11] зазначено, що практичні результати проектів значно відрізняється від їх цілей, заплановані терміни і бюджет порушуються, а особливо цінні ресурси розподіляються на незначні для організації завдання.

На сьогоднішній день, необхідною умовою успішної діяльності підприємств є розуміння стратегічних цілей і ефективних способів їх досягнення. До досягнення названих цілей може привести кілька шляхів, і вибір залежить від наявності ресурсів і зовнішніх чинників підприємств. Отже, керівництво більшості підприємств спрямоване на професійний підхід до управління проектами. Будь-яке проектно-орієнтоване підприємство прагне реалізувати свою діяльність стійко і з випереджаючими темпами. Необхідність вирішення цього завдання є джерелом впровадження методів професійного управління, які направлені у всі напрямок її діяльності, в тому числі і в управлінні проектами.

Досвід країн з ринковою економікою демонструє, що саме якість, ефективне управління проектами та програмами пасажирських перевезень – головний інструмент, який при проектуванні транспортних систем дає змогу: задовольняти потребу населення та виробництва пасажирськими перевезеннями; удосконалювати технології перевезень та управління ними; раціонально використовувати всі види ресурсів; знижувати витрати виробництва і підвищувати продуктивність праці персоналу транспорту, сприяючи успішній діяльності перевізника; виконувати вимоги до транспортних послуг , згідно зі стандартами європейського рівня.

Спеціалісти у сфері проектного менеджменту вважають, що якість розробки проектів та програм і неухильне проведення контролю за їхнім виконанням безперечно запобігають неналежному задоволенню потреб споживачів транспортних послуг.

Одним з найважливіших напрямків процесу організації пасажирських перевезень є підвищення якості надання транспортних послуг, яке на сьогоднішній день здійснюється за допомогою управління проектами.

Управління проектами представляє собою сукупність методології, методики моделей, технічних і програмних засобів, застосованих при розробці і/або реалізації проектів, тобто, унікальних процесів, обмеження в часі та потребують витрат ресурсів [12]. Проаналізувавши дані визначення можемо дійти до висновку, що управління проектами дозволяє розглядати проекти як окрему діяльність. Тому в дослідженні актуально розглянути управління проектами щодо пасажирських перевезеннях.

Управління проектами в пасажирських перевезеннях для покращення якості перевезень можуть бути розроблені проекти, програми розвитку міського пасажирського транспорту, програми розвитку транспортного комплексу міст, інфраструктурні проекти в галузях автомобільного та міського транспорту, а саме проект «Міський громадський транспорт в Україні» над яким Міністерство інфраструктури продовжує плідну роботу із міжнародними фінансовими організаціями стосовно залучення коштів для фінансування проектів із розвитку міського пасажирського транспорту. Метою даних програм та проектів є впровадження конкурентних умов пасажирських перевезень у містах, які безпосередньо впливають на якість обслуговування.

Доцільним є розглянути та виокремити проекти, які забезпечують раціональну роботу транспортної системи міст транспортом загального користування (рис. 2).



Рисунок 2 – Структура проектів регіональної програми розвитку транспортної системи міст транспорту загального користування

Регіональна програма розвитку транспортних систем міст сприятиме створенню умов для транспортного забезпечення подальшого економічного та

соціального розвитку міст та зростанню рівня забезпеченості населення своєчасними, повними та якісними пасажирськими транспортними послугами. А також забезпечить безпечне функціонування транспорту та захист економічних інтересів підприємств і організацій в сфері дорожнього господарства, пасажирського автотранспорту та споживачів транспортних послуг, створення рівних умов для розвитку господарської діяльності підприємств і організацій пасажирського автотранспорту та дорожнього господарства.

Висновок

Таким чином, було встановлено, що стан міського пасажирського транспорту є кризовим, що негативно позначається на якості транспортних послуг та з кожним роком якість транспортного обслуговування населення міст погіршується. Високий рівень фізичного і морального зносу основних фондів міського транспорту, зокрема рухомого складу, який суттєво знижують рівень якості та комфортність пасажирських перевезень транспортом загального користування. Тому на основі «дерева проблем» розроблено та запропоновано регіональну програму розвитку транспортних систем міст, які забезпечать раціональну роботу транспортом загального користування та допоможе розв’язувати найскладніші завдання розвитку в умовах жорсткої конкуренції, обмежених ресурсів та часу.

Література

1. Лігум Ю.С. Економічна модель якості обслуговування пасажирів на маршрутах міської пасажирської транспортної системи / Ю.С. Лігум, Є.Г. Логачов // Науковий економічний журнал: актуальні проблеми економіки. – 2004. – №1. – С. 124-139.

2. Афанасьев Л.Л. Единая транспортная система и автомобильные перевозки: учебник для вузов / Л.Л. Афанасьев, Н.Б. Островский, С.М. Цукерберг. – М.: Транспорт, 1984. – 333 с.

3. Ігнатенко О.С. Теоретичні та практичні аспекти вдосконалення пасажирських перевезень в містах / О.С. Ігнатенко, В.С.Марунич // Автошляховик України. – 1994. – Вип. 1. – С. 6-9.

4. Доля В.К. Методы организации перевозок пассажиров в городах/ В.К. Доля. – Х.: Основа, 1992. – 144 с.

5. Коцюк А.Я. Совершенствование автобусных маршрутных систем в крупных и крупнейших городах: автореф. дис. на соискание уч. степени канд.

техн. наук: спец. 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» /А.Я. Коцюк. – Киев, 1990. – 19 с.

6. Ігнатенко О.С. Основи методології побудови пасажирської транспортної системи / О.С. Ігнатенко, В.С. Марунич // Автошляховик України. – 1995. – Вип.3. – С. 5- 7.

7. Цибулка Я. Качество пассажирских перевозок в городах / Я. Цибулка. – М.: Транспорт, 1987. – 239 с.

8. Васильєва В.В. Назенмый общественный пассажирский транспорт – на новый уровень / В.В. Васильев // Автомобильный транспорт. – 2004. – №14. – С. 37-39.

9. Костецький В.В. Особливості організації фінансового забезпечення функціонування і розвитку підприємств міського електротранспорту // Формування ринкових відносин в Україні. - №2 (57). – 2006. – С.39-42.

10. Матвеев А.А. Модели и методы управления портфелями проектов / А.А. Матвеев, Д.А. Новиков, А.В. Цветков. – М.: ПМСОФТ, 2005 – 206 с.

11. Мариненко О.С. Планирование портфеля научно-технических проектов с учетом инновационной готовности организации: дис. канд. техн. наук: 05.13.10: Тверь, 2004. – 203 с.

12. Баркалов С.А. Минимизация упущенной выгоды в задачах управления проектами / Баркалов С.А., Бурков В.Н. – М.: ИПУ РАН, 2001. – 56 с.

Рецензенти:
Поліщук В.П., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.
Павлюк Д.О., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:
Polischuk V.P., Dr. Tech. Sci., National Transport University.
Pavliuk D.O., Dr. Tech. Sci., National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **28.07.2017 р.**

УДК 625.7/.8

Смирнова Н.В., д-р техн. наук

ОБГРУНТУВАННЯ МІНІМАЛЬНО БЕЗПЕЧНОЇ ДИСТАНЦІЇ ВІД ШВИДКОСТІ РУХУ ТА ДОРОЖНІХ УМОВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ

Анотація. У статті наведено основні положення щодо аналізу дистанцій та інтервалів між автомобілями. Виконано моделювання руху транспортних потоків та дослідження його пропускної здатності. Реалізовано уточнення моделі розподілу інтервалів для оцінки можливості виконання обгонів, що необхідно для моделювання транспортних потоків на ділянках доріг з різними дорожніми умовами на двохсмугових дорогах. Приведені результати моделювання.
Ключові слова: Автомобільна дорога, дистанція, інтервал між автомобілями, пропускна здатність, транспортні диаграми.

UDC 625.7/.8

Smirnova N., Dr. Tech. Sci.

JUSTIFICATION OF MINIMALLY SAFE DISTANCE FROM THE SPEED OF MOTION AND ROAD CONDITIONS FOR SOLVING THE PROBLEM PASSAGE TASKS

Abstract. The analysis of distances and intervals between cars was performed. Modeling of traffic flow and the research of its capacity was done. The number of intervals sufficient to perform a variety of overtaking maneuvers, integration into transit traffic at crossroads or at merge of the bands and so on, defines speed modes of individual vehicles and traffic in general, determines the capacity of individual road sections including ability to perform such maneuvers. The purpose of this article is to refine the model of intervals distribution to assess the possibility of the overtaking, that is necessary to simulate the traffic flow on the road sections with different road conditions on two-lane roads. Normalization of minimal visibility of the road, to substantiate the minimal radius of vertical convex curves to justify design decisions

when designing roads was performed. In practice these driving distances are considered as an optimal ones, following the criteria of efficiency and safety: large distance reduces the capacity of roads and causing drivers behind you, the desire to go to overtake, making it difficult to move, and less distance leads to the danger of collision with vehicles in their sudden stop. To solve these problems, one usually uses the laws of probability distribution of intervals between cars in the flow. Intervals distribution model refinement implemented to assess the possibility of the overtaking, which is necessary for the simulation of traffic flow on the road sections with different road conditions on two-lane roads. The results of simulation were represented.
Keywords: road, distance, interval, capacity, traffic diagrams.

УДК 625.7/.8

Смирнова Н.В., д-р техн. наук

ОБОСНОВАНИЕ МИНИМАЛЬНО БЕЗОПАСНОЙ ДИСТАНЦИИ ОТ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ И ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ

Аннотация. В статье приведены основные положения анализа дистанций и интервалов между автомобилями. Выполнено моделирование движения транспортных потоков и исследования пропускной способности. Реализовано уточнение модели распределения интервалов для оценки возможности выполнения обгонов, что необходимо для моделирования транспортных потоков на участках дорог с разными дорожными условиями на двухполосных дорогах. Приведены результаты моделирования.
Ключевые слова: Автомобильная дорога, дистанция, интервал между автомобилями, пропускная способность, транспортные диаграми.

Актуальность исследований моделирования транспортных потоков на двухполосных дорогах общего пользования, подтверждена анализом их протяженности: в дорожной сети Украины протяженность двухполосных дорог составляет чуть менее 90 % от общего количества, а многополосних всего 1,6 %; однополосных дорог V категории около 9 %. Моделирование движения транспортных потоков и исследования его пропускной способности невозможно

без анализа дистанций и интервалов между автомобилями. Интервалы между автомобилями в потоке неравномерные во времени и в пространстве. Количество интервалов, достаточных для выполнения разных маневров обгона, встраивания в транзитный поток на перекрестках или при слиянии полос и тому подобное, определяет скоростные режимы отдельных автомобилей и транспортных потоков в целом, определяет величину пропускной способности отдельных участков дорог с учетом возможностей выполнения отмеченных маневров. В решении этих задач используются закономерности распределения вероятностей интервалов между автомобилями в потоке.

В любой точке дороги и в любой момент времени интервалы между автомобилями распределены стохастически. Проще было бы моделировать движение потока при постоянных интервалах. Именно такой традиционный подход известен при расчетах пропускной способности при проектировании дорог. При этом считают, что все автомобили потока двигаются с постоянной скоростью и с постоянными дистанциями и интервалами [4, 7].

Такая «колонная» модель потока абсолютно не соответствует структуре потока при интенсивностях меньше пропускной способности. Реальный поток при таких интенсивностях неоднородный по скоростным характеристикам и неравномерный во времени и в пространстве. Кроме того, при постоянных интервалах лишь в отдельные редкие дни организованного движения улучшается регулярность потока, однако полной синхронности движения автомобилей не отмечается.

Для анализа дистанций необходимо в плане дороги мгновенно зафиксировать поток автомобилей (например, на аэроснимке); для анализа интервалов достаточно фиксировать секундомером моменты пересечения автомобилями контрольного створа, перпендикулярного осе дороги на избранном участке. При интенсивности потока Q авт/ч средний интервал между автомобилями $t_{ср}$=3600/Q с. При известном количестве автомобилей на участке 1 км - плотности потока R (авт/км) средняя дистанция $l_{ср}$ = 1000/R м.

Минимально безопасные дистанции и интервалы формируются при плотном прохождении автомобилей друг за другом.

Минимально безопасную дистанцию l_0 называют динамическим габаритом - виртуальная длина автомобиля при движении, которая включает статичный габарит и зазор безопасности $l_{бд}$.

С минимально безопасной дистанцией (БД) $l_{бд}$ связано понятие динамического габарита автомобиля l_0. Водитель должен соблюдать БД для обеспечения безопасного движения за впереди идущим автомобилем, и может её уменьшать лишь при маневрах смены полосы для выполнения обгона. Величина БД, главным образом, зависит от скорости движения, времени реакции водителя и сцепных свойств проезжей части. Если по мере приближения к впереди идущему автомобилю фактическая дистанция до него становится меньше величины БД, выбранной ранее водителем, то он вынужден снижать скорость и тем самым корректировать БД для обеспечения безопасного движения. Таким образом, БД в совокупности со статическим габаритом l_a – это как бы виртуальная длина автомобиля при движении, его динамический габарит l_0. С уменьшением скорости величина БД сокращается и достигает минимальной дистанции запаса $l_{зап}$ в заторах. Поэтому максимальную плотность потока можно определить величиной $R_{max} = 1000/(l_a + l_{зап})$ авт/км. Согласно рекомендациям [10] и практике безопасного вождения расстояние $l_{зап}$ до переднего автомобиля должно быть не менее 1-1.5 м, а между автобусом или троллейбусом и грузовым автомобилем) большой грузоподъемности — не менее 3-4 м.

Режим движения потока с дистанциями, равными динамическому габариту l_0 – это режим пропускной способности с интенсивностью Q_{max}. Очевидно, что пропускной способности соответствует плотность потока $R_m = 1000/l_0$. Так как величина l_0 зависит от скорости, то и пропускная способность Q_{max} и соответствующая ей плотность потока R_m также зависят от скорости потока.

В общем случае дистанция между автомобилями – это сумма динамического габарита l_0 и свободной дистанций $l_{св}$. При известных средних значениях l_0 и $l_{св}$ плотность потока

$$R = 1000/(l_0 + l_{св}) \text{ авт/км} \quad (1)$$

или

$$r = 1/(l_0 + l_{св}) \text{ авт/м.} \quad (2)$$

Каждой дистанции в пространстве соответствует интервал во времени по известной зависимости (принимая постоянной скорость v прохождения дистанции) $t = l/v$, с теми же индексами: минимально безопасный интервал $t_{бд}$, динамический габарит t_0, свободный интервал $t_{св}$ и т.д. В дальнейшем будем полагать, что для любого автомобиля в любой точке дороги и в любой момент

времени лишь свободный интервал $t_{св}$ является случайной величиной; все остальные присущие автомобилю интервалы (и соответствующие дистанции) функционально зависят от скорости движения и показателей дорожных условий.

Динамический габарит l_0 чаще всего [1] оценивают по расстоянию S_0, которое проходит автомобиль до полной остановки перед препятствием и такие же оценки используют для нормирования минимального расстояния видимости дороги, для обоснования минимальных радиусов вертикальных выпуклых кривых, для обоснования конструктивных решений при проектировании дорог и тому подобное. По существу, такой же подход положен в основу экспертных расчетов при расследовании ДТП [1, 6]:

$$S_0 = S_р + S_2 + S_3 + S_4, \qquad (3)$$

где S_2 – путь, пройденный за время запаздывания срабатывания тормозной системы,

S_3 – путь, пройденный за время нарастания замедления j до максимального,

S_4 – путь движения юзом с максимальным замедлением j.

При проектировании дорог тормозной путь рассчитывают из того условия, что кинетическая энергия mv^2 в начале торможения полностью расходуется на работу $S_т(P_{mк}+P_i+P_f+P_w)$ сил сопротивления движению на пути торможения, что дает $S_т=v^2/(2g(\varphi+i+f))$. При экспертизе ДТП путь движения юзом, как неуправляемого движения с заблокированными колесами, рассчитывают из условия равнозамедленного движения до остановки с замедлением j что дает $S_ю=v^2/(2j)$. Величину расчетного максимального замедления j_{max} при ДТП оценивают из равенства силы инерции mj силе сцепления колес с проезжей частью φG (m и G – масса и вес автомобиля), что дает $j_{max} = \varphi\, g$.

Практикуемые оценки динамического габарита l_0 по остановочному пути S_0 не соответствуют ситуациям движения автомобилей в потоке:

- во-первых, зависимости типа (2) определения расстояния S_0, которое проходит автомобиль к полной остановки перед препятствием основаны на полном использовании сцепных свойств проезжей части и максимальном замедлении автомобиля (случай экстренного торможения), а при движении в потоке при взаимодействии с другими автомобилями водитель практически всегда использует служебное торможение с частичным использованием сцепных свойств и замедлением j в 2-5 раз меньше максимально возможного j_{max};

- во-вторых, зависимости типа (3) предусматривают полную остановку автомобиля, а при движении в потоке полная остановка предусмотрена только за пределами транзитной полосы движения или в экстренных случаях ДТП или при плотности потока, близкой к насыщению (затору);
- в-третьих, в зависимостях типа (3) препятствие неподвижное, но при движении в потоке водитель реагирует на движущийся впереди автомобиль и на режим его движения, и если передний автомобиль тормозит, то и следующий за ним – тоже, то есть автомобили тормозят совместно.

С учетом изложенного, для оценки величины динамического габарита l_0 исследован массовый случай, когда автомобиль догнал впереди идущего и для безопасного движения водитель принял дистанцию $l_{бд}$ от бампера своего автомобиля до заднего бампера впереди идущего автомобиля. Таким образом, при скорости v (м/с) динамический габарит

$$l_0 = l_a + l_{бд} = l_a + vt_{бд}. \quad (4)$$

Величину безопасной дистанцией $l_{бд}$ (равной $vt_{бд}$) водитель принимает такой, чтобы не «прозевать» момент торможения впереди идущего автомобиля, то есть, водитель реагирует на «стоп-сигналы» так, чтобы не запоздать с необходимым торможением. Согласно такой общепринятой практике вождения время движения по отрезку динамического габарита – это минимально безопасный интервал t_o во времени между автомобилями в потоке, то есть,

$$t_0 = l_a / v + t_{бд}. \quad (5)$$

Величину безопасного интервала $t_{бд}$ и безопасной дистанции $l_{бд}$ оценим также согласно известным рекомендациям по практике безопасного вождения и одновременного (с учетом реакции на «стоп-сигналы») торможения с передним автомобилем. При сухом покрытии рекомендуется держать дистанцию в метрах, равную половине скорости в километрах, то есть принимать $l_{бд} = v \cdot 3.6/2$ и тогда $t_{бд} = l_{БД} / v \approx 2$ с; при загрязненном и мокром покрытии рекомендуется держать дистанцию в метрах, равную скорости в километрах, то есть $t_{бд} \approx 4$ с; при скользком покрытии, гололеде держать дистанцию, равную удвоенной скорости в километрах, то есть $t_{бд} \approx 8$ с. В практике вождения отмеченные дистанции считаются оптимальными по критериям эффективности и безопасности движения [7].

Изложенные особенности формирования дистанций и интервалов в потоке приняты как исходные для построения транспортных диаграмм и расчетов

пропускной способности двухполосных дорог при разных сцепных свойствах проезжей части [3].

Исходными данными примера моделирования стационарного режима служат характеристики скорости свободного движения [7].

Все транспортные диаграммы при коэффициенте сцепления от 0,1 до 0,7, приведенные на рис. 1, показывают существенное снижение пропускной способности с ухудшением сцепных свойств проезжей части дороги [7].

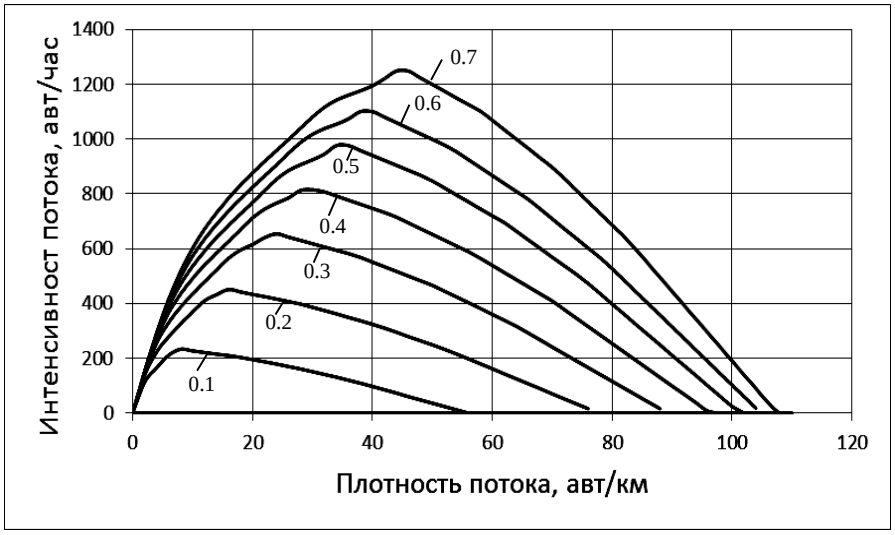
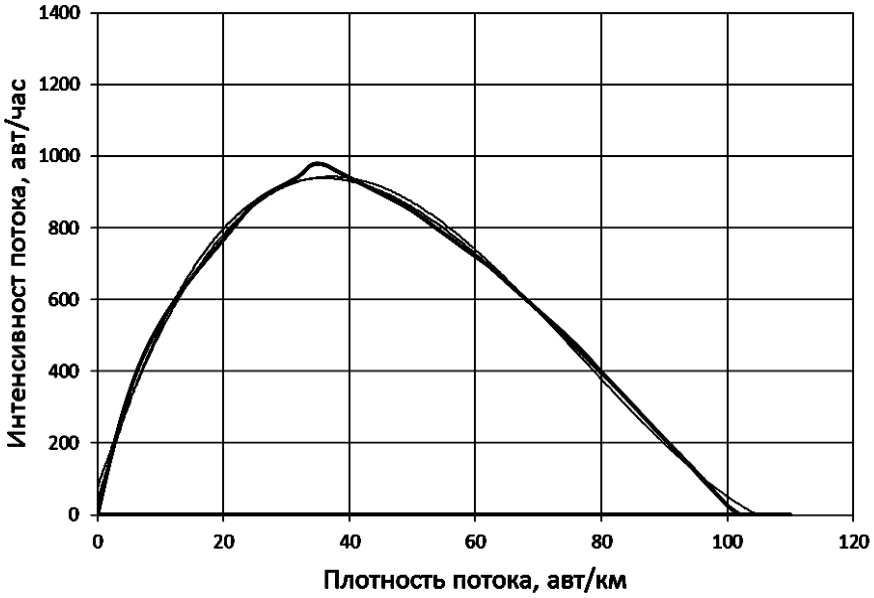


Рисунок 1 – Транспортные диаграммы при стационарном режиме потока. Цифры – коэффиициенты сцепления

Построение линии тренда, например, в данном примере для φ=0.5 на рис. 2, и её описание полиномом 6-ой степени $y = -4E\text{-}09x^6 + 1E\text{-}06x^5 - 0{,}0002x^4 + 0{,}0167x^3 - 1{,}4494x^2 + 61{,}602x + 35{,}123$ не добавляют существенной информации к закономерностям транспортных потоков, полученным по результатам моделирования.

Рисунок 2 – Диаграмма и линия тренда (тонкая линия)



Таким образом на основании результатов моделирование движения транспортных потоков и исследования пропускной способности реализовано уточнение модели распределения интервалов, что необходимо для моделирования транспортных потоков на участках дорог с различными дорожными условиями на двухполосных дорогах.

Литература

1. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения / В.Ф. Бабков. – М.: Транспорт, 1982. – 288 с.

2. Безбородова Г.Б. Моделирование движения автомобиля. / Безбородова Г.Б., Галушко В.Г. – Киев: Высшая школа, 1978. - 168 с.

3. Бельский А.Е. Расчеты скоростей движения на автомобильных дорогах / Бельский А.Е. – М.: Транспорт, 1966. – 122 с.

4. Гук В.І. Транспортні потоки: теорія та її застосування в урбаністиці / Гук В.І., Шкодовський Ю.М. – Харків, Золоті сторінки, 2009, – 202 с.

5. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими / Дрю Д. – М.: Транспорт, 1972. – 424 с.

6. Илларионов В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий / Илларионов В.А. – Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1989. – 255 с.

7. Филиппов В.В. Моделирование транспортных потоков на дорогах II – IV категорий: монография / Филиппов В.В., Смирнова Н.В. – М.: ХНАДУ, 2014. – 200 с.

8. Циганков Е.С. Золоті правила безпечного водіння / Циганков Е.С. – Вид-во « Ексмо».

Рецензенти:
Павлюк Д.О., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.
Нагайчук В.М., канд. техн. наук, ДП "ДерждорНДІ".

Reviewers:
Pavliuk D.O., Dr. Tech. Sci., National Transport University.
Nahaichuk V.M. Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), "DerzhdorNDI".

Стаття надійшла до редакції: **28.06.2017 р.**

УДК 625.7/.8

Смолянюк Р.В., канд. техн. наук

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ РОЗПІЗНАВАННЯ ДОРОЖНІХ ЗНАКІВ

Анотація. В статті розглянуті основні принципи і алгоритми розпізнавання дорожніх знаків. Визначено, що більшість алгоритмів призначено для розпізнавання типу знаку, але не дають можливості визначити стан знаку. Запропонована схема модифікації алгоритму розпізнавання і наведені попередні результати роботи вдосконаленого алгоритму, який дає можливість визначити стан дорожнього знаку.
Ключові слова: дорожні знаки, алгоритм, стан дорожнього знаку.

UDC 625.7/.8

Смолянюк Р.В., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.)

EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF ROAD MARKS ALGORITHM REPORTS

Abstract. The article considers the basic principles and algorithms for recognizing road signs. It is determined that most of the algorithms are designed to recognize the type of the sign, but do not allow to determine the state of the sign. The proposed scheme for modification of the recognition algorithm and preliminary results of the work of the improved algorithm, which allows to determine the state of the road sign.
Keywords: road signs, algorithm, road sign status.

УДК 625.7/.8

Смолянюк Р.В., канд. техн. наук

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ

Аннотация. В статье рассмотрены основные принципы и алгоритмы распознавания дорожных знаков. Определено, что большинство алгоритмов предназначено для распознавания типа знака, но не дают возможности определить состояние знака. Предложенная схема модификации алгоритма распознавания и приведены предварительные результаты работы

усовершенствованного алгоритма, который позволяет определить состояние дорожного знака.

Ключевые слова: дорожные знаки, алгоритм, состояние дорожного знака.

Вступ

Оцінка наявності та стану елементів, що відповідають за безпеку дорожнього руху повинна виконуватися декілька разів на рік. В розвинених країнах цей процес відбувається постійно, на кожний елемент (зокрема дорожній знак) існує відповідний запис в базі даних дорожньої служби, який може містити до сотні полів різної інформації, починаючи від виробника, м'ясця і дати встановлення, закінчуючи останніми даними щодо стану елемента. В нашій країні такі роботи постійно виконуються в недостатньому обсязі, з огляду на постійний брак коштів. Для підвищення безпеки руху необхідно постійно контролювати стан і наявність дорожніх знаків. Знизити обсяг коштів на ці роботи можуть автоматизовані системи з елементами штучного інтелекту, що зможуть виявляти і виконувати оцінку стану дорожніх знаків.

Основна частина

Більшість алгоритмів розпізнавання призначені лише для детектування дорожніх знаків. Безпосередньо алгоритми не можуть визначити стан знаку, відмінність отриманого зображення знаку від еталонного. Тому для обстеження автомобільних доріг повинні використовуватися значно складніші алгоритми, здатні не тільки визначати дорожні знаки, а й визначати їх стан.

Дорожні знаки можуть бути істотно пошкоджені, на них наносять сторонні написи, внаслідок різних причин знаки можуть бути нестандартними і, навіть, виготовленими з підручних матеріалів (рис. 1). Тому для дорожньої служби однаково важлива інформація про наявність і про стан дорожнього знаку.

Статичний підхід розпізнавання дорожніх знаків або статистичний алгоритм розпізнавання (Static recognition approach) складається з кількох етапів:

- перетворення колірного простору;
- видалення шумів;
- знаходження контурів і фільтрація не потрібних контурів;
- ідентифікація контуру.



Рисунок 1 – Приклади нестандартних і пошкоджених знаків

Всі дорожні знаки України мають два загальних ознаки – колір і форму знака (згідно «Правил дорожнього руху» і міжнародних договорів, до яких входить Україна). Для даних знаків основним кольором використовується червоний і синій.

Для вилучення червоного або синього кольору з вхідного зображення використовується колірний простір HLS (Hue, Luminance and Saturation). Спочатку зображення конвертується з колірного простору «rgb» в «hls».



Рисунок 2 – Перетворення кольорового простору

Після перетворення кольорів виконуємо видалення червоного і синього кольору. Це призводить до того, що зображення стає фактично монохромним (чорно-білим), при чому всі об’єкти, що мали червоний або синій колір, стають білого кольору.



Рисунок 3 – Видалення червоного і синього кольорів

Наступним кроком є видалення «шумів» і знаходження контурів дорожніх знаків.



Рисунок 4 – Знаходження контурів, де може знаходитися знак та фільтрація контурів

Подальшим етапом є фільтрація і видалення непотрібних контурів. Будь-дорожній знак можна описати прямокутником, який матиме відповідні співвідношення сторін. Для даних типів знаків співвідношення сторін, враховуючи схильність або поворот знака, лежить в діапазоні від 0,7 до 1,3. Відповідно відфільтрувавши контури ми отримаємо потрібні нам контури.

Ідентифікація контуру відбувається шляхом порівняння контурів за шаблоном (Template Matching). Для кожного знака був зроблений шаблон, з яким порівнюється контур.



Рисунок 5 – Шаблони деяких знаків

В результаті порівняння ми отримуємо коефіцієнт збігу від 0 до 1. Якщо він більше 0,5 то можна говорити про те, що даний контур відповідає порівнюваному знаку.

Загальна схема цього алгоритму наведена нижче (рис. 6). Цей алгоритм був обраний тому, що з нього також можна отримати певним чином оцінку стану дорожнього знаку. Найпростіший спосіб – разом з підсумковою інформацією про тип дорожнього знаку видавати коефіцієнт збігу. Напевно, що віз знаходиться в залежності від стану знаку. Знаки з доброю видимістю та в гарному стані матимуть коефіцієнт, наближений до 1.

Інший, більш складний спосіб – після ідентифікації знаку розраховувати співвідношення між кольорами еталонного і віднайденого знаку, виражаючи його у відсотках.

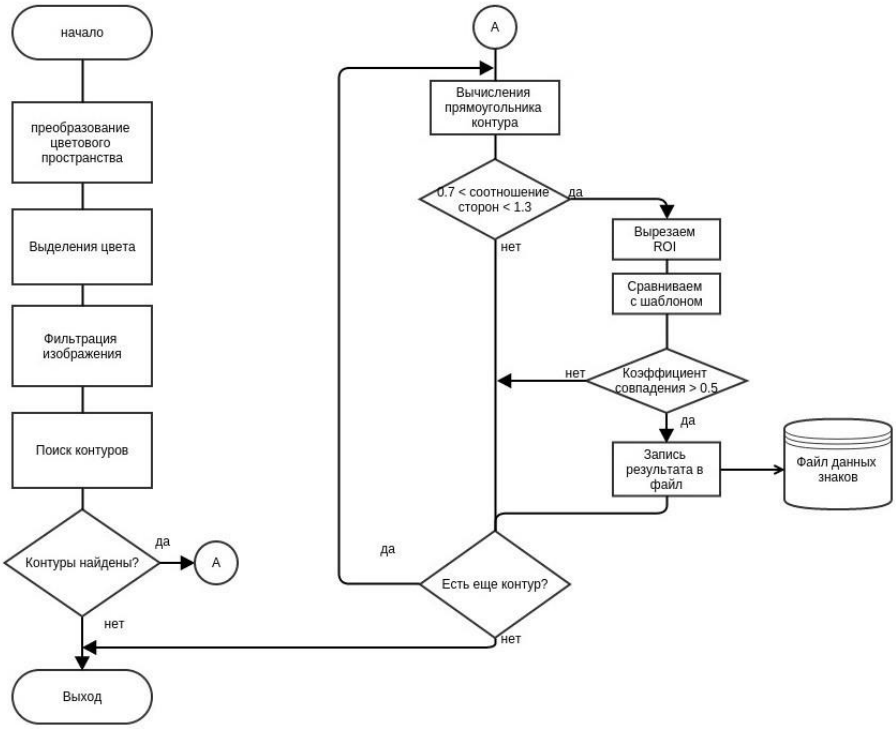


Рисунок 6 – Загальна схема алгоритму (з сайту http://sidstudio.com.ua)

Алгоритм пошуку дорожніх знаків за допомогою вейвлет перетворень Хаара та нейронних мереж. Даний алгоритм складається з наступних блоків:

- навчання каскаду для детектування;
- пошук знака;
- фільтрація отриманого результату;

На першому етапі формується навчається вибірка для виявлення дорожнього знака. Для нормального навчання необхідно близько 1000

позитивної і 2000 негативної вибірки зображень. До позитивної вибірки відносяться дорожні знаки одного типу, вибрані з реального оточення. До негативної – ділянки фотографій на яких відсутній дорожній знак.

Для навчання класифікаторів використовувалася база зображень однотипних знаків, які були розмічені вручну і вирізані з реальних фотографій дорожніх знаків. Такий підхід досить трудомісткий, але дає кращі результати. Альтернативою є синтетична вибірка – штучно створені зображення знаків, спотворені різними способами.



Рисунок 7 – Позитивна вибірка (з сайту http://sidstudio.com.ua)

Для навчання каскаду використовувалися утиліти з пакета OpenCv opencv_createsamples і opencv_traincascade. На першому етапі всі позитивні вибірки приводяться до одного загального обсягу. Для цього використовується утиліта opencv_createsamples. На виході ми отримаємо файл, в якому будуть лежати все зображення з розміром h * w.

Для отримання підсумкового каскаду використовується утиліта opencv_traincascade. На виході ми отримаємо підсумковий каскад, який використовується в подальшому для виявлення дорожнього знака.

При виявленні дорожнього знака виникають моменти коли сигнатура знака зустрічається в місцях, які не є знаком, оскільки даний метод працює з градацією сірого кольору.

Для видалення помилкового виявлення знака використовується пост обробка зображення. Для кожного типу знака перевіряється наявність контуру синього і червоного кольору.

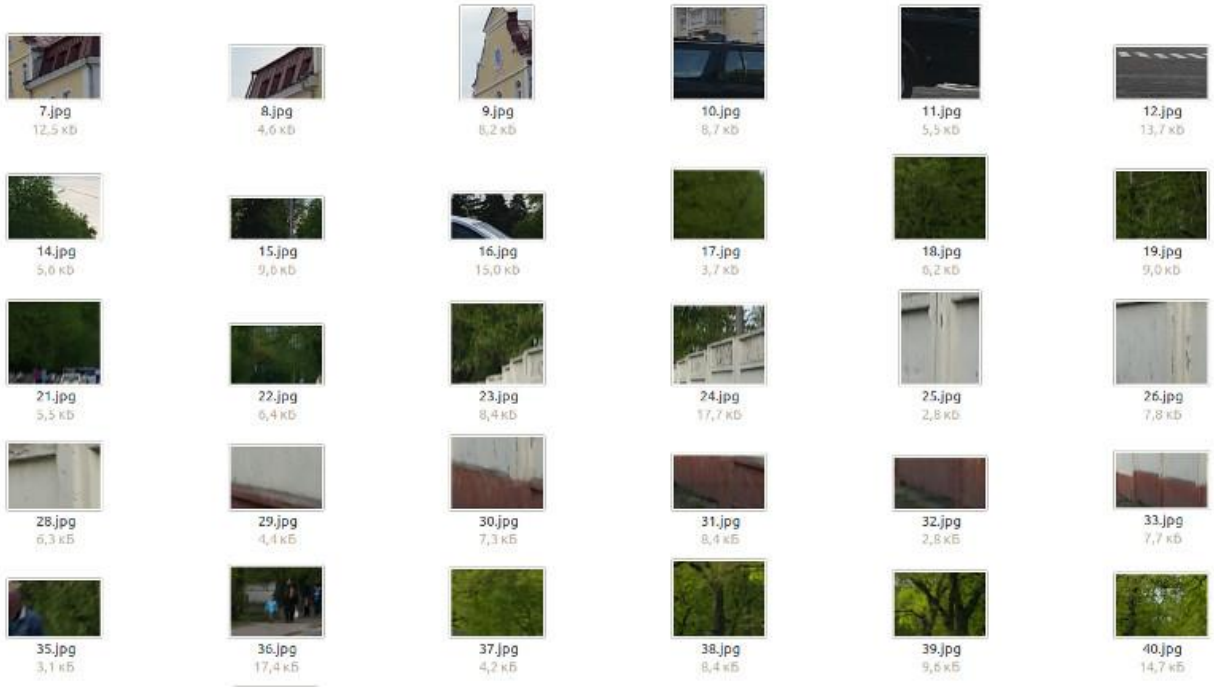


Рисунок 8 – Негативна вибірка (з сайту http://sidstudio.com.ua)



Рисунок 9 – Хибне спрацьовування алгоритму

В разі використання цього алгоритму для аналізу стану дорожніх знаків можливий лише 1 варіант: кожне зображення знаку з позитивної вибірки повинне мати експертну оцінку стану знаку. В алгоритм необхідно ввести додаткову функцію, яка б повертала ім’я чи порядковий номер зображення, по якому спрацював алгоритм. Таким чином ми відразу дізнаємося про стан знаку.

Детектування дорожніх знаків. Для реалізації алгоритму, описаного в вище, використовувалася бібліотека OpenCV відкритого типу, яка може безкоштовно використовуватися в різних програмних продуктах. Програмний код був взятий з сайту «http://sidstudio.com.ua».

Окремі етапи реалізації алгоритму контролювалися в інших програмних продуктах. Так, наприклад за рекомендаціями з сайту «http://sidstudio.com.ua» для першого етапу перетворення кольорового простору використовувався графічний редактор ACD SEE. З його допомогою згідно рекомендацій були виконані перетворення. Як можна помітити в кольоровому діапазоні існує 2 ділянки, в яких знаходиться червоний колір. Це 0 <Hue <~ 7-10 і друга ділянка ~ 165-168 <Hue <180.

Для синього кольору трохи простіше, він знаходиться в одному діапазоні від 100 до 130 (~ 100 <Hue <~ 130) (рис. 10).



Рисунок 10 – Кольоровий діапазон HSV

Після перетворення в графічному редакторі картинка виглядала наступним чином (рис. 11).



Рисунок 11 – Перетворення кольору в графічному редакторі



Рисунок 12 – Зображення з видаленим кольором

За результатами роботи алгоритму отримані зображення були такі самі, як і в графічному редакторі.

Результати детектування знаків наступні (кількість визначених знаків):

- знак «Дати дорогу», 2.1 – від 72 до 90 %;
- знак «Головна дорога» 2.3 – від 65 до до 85 %.

Інших знаків була значно менша вибірка. Результати наступні: знак «Проїзд без зупинки заборонено» 2.2 – 12 з 16; «Пішохідний перехід» – 21 з 27.

Висновки

1. В роботі виконаний аналіз існуючих способів визначення наявності і виду дорожнього знаку за його зображенням. Проаналізований досвід створення різних алгоритмів і результатів їх роботи.

2. За результатами виконаного аналізу літературних і електронних джерел виділено 2 найбільш перспективних алгоритми з детектування дорожніх знаків на зображеннях.

3. Жоден з обраних алгоритмів не передбачає оцінку стану дорожнього знаку. Запропоновано внести зміни в алгоритми для реалізації такої можливості.

4. Експериментально досліджені запропоновані алгоритми на даних, отриманих кафедрою будівництва та експлуатації автомобільних доріг та на даних, доступних з вільних джерел.

Література

1. Koschan, A. Digital Color Image Processing / A. Koschan, M. A. Abidi,//, ISBN 978-0-470-14708-5. – 2008. – 376 P.

2. Travis, D. Effective Color Displays Theory and Practice // Academic Press, ISBN 0-12-697690-2. – 1991. – 328 P.

3. Якимов, П.Ю. Предварительная обработка цифровых изображений в системах локализации и распознавания дорожных знаков // журнал Компьютерная оптика. – Самара, 2013. – Том 37 № 3. – с. 401-405.

4. Yakimov P.Y. Traffic signs detection using tracking with prediction // Communications in Computer and Information Science, Colmar; France, 20 - 22 July 2015. Colmar; France: Publisher: Springer Verlag, 2016. No.V. 585. P. 454-467.

5. Якимов П.Ю. Распознавание дорожных знаков в реальном времени с использованием мобильного ГПУ //Самара, Россия, 17-19 мая. Самара, Россия: Институт систем обработки изображений РАН, 2016. С. 977-982.

Рецензенти:
Павлюк Д.О., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.
Нагайчук В.М., канд. техн. наук, ДП "ДерждорНДІ".

Reviewers:
Pavliuk D.O., Dr. Tech. Sci., National Transport University.
Nahaichuk V.M. Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), "DerzhdorNDI".

Стаття надійшла до редакції: **10.09.2017 р.**

ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 556.531 + 681.3

Артеменко В.А., Петрович В.В., канд. техн. наук

УСУНЕННЯ ПРОПУСКІВ В ГІДРОХІМІЧНИХ ЧАСОВИХ РЯДАХ МЕТОДОМ БАГАТООБРАЗНОСТІ МАЛОЇ РОЗМІРНОСТІ

Анотація. Розроблено метод усунення пропусків в гідрохімічних часових рядах. Об'єкт дослідження: часові ряди значень концентрацій нітратних [NO_3^-] та аммонійних [NH_4^+] йонів у річній воді, *мг/л*.

Мета роботи: усунення пропусків в часових рядах гідрохімічних даних за допомогою метода багатообразності малої розмірності.

Метод дозволяє усувати різного виду пропуски не тільки в гідрохімічних, але і в інших природних часових рядах.

Ключові слова: гідрохімічні часові ряди, усунення пропусків у часових рядах, метод багатообразності малої розмірності.

UDC 556.531 + 681.3

Artemenko V., Petrovich V., Cand. Eng. Sci. (Ph.D)

ELIMINATION OF GAPS IN HYDROCHEMICAL TIME SERIES BY THE METHOD OF MANIFOLDS OF SMALL DIMENSION

Abstract. A method for eliminating omissions in hydrochemical time series has been developed.

The object of the study is the time series of concentrations of nitrate and ammonium ions in river water.

The aim of this work is to eliminate omissions in time series of hydrochemical data using the method of manifolds of small dimension.

The method allows to eliminate various kinds of omissions in any natural time series.
Key words: hydrochemical time series, elimination of gaps in time series, method of manifolds of small dimension.

УДК 556.531 + 681.3

Артёменко В.А., Петрович В.В., канд. техн. наук

УСТРАНЕНИЕ ПРОПУСКОВ В ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ВРЕМЕННЫХ РЯДАХ МЕТОДОМ МНОГООБРАЗИЙ МАЛОЙ РАЗМЕРНОСТИ

Аннотация. Разработан метод устранения пропусков в гидрохимических временных рядах.

Объект исследования: временные ряды значений концентраций нитратных [NO_3^-] и аммонийных [NH_4^+] йонов в речной воде, *мг / л.*

Цель работы: устранение пропусков во временных рядах гидрохимических данных с помощью метода многообразий малой размерности.

Метод позволяет устранять различного вида пропуски не только в гидрохимических, но и любых других природных временных рядах.

Ключевые слова: гидрохимические временные ряды, устранение пропусков во временных рядах, метод многообразий малой размерности.

Знание некоторых принципов легко возмещает незнание некоторых фактов.

К. Гельвеций

Введение

В настоящее время одна из ключевых проблем гидрохимии состоит в отсутствии исходных данных в надлежащем количестве (по разным рекам) и с хорошим качеством (проведение регулярних измерений с минимальными пропусками).

Вместе с тем, для разработки различных прогнозных моделей необходимо иметь надёжную исходную информацию. Наличие пропущенных значений во временных рядах наблюдений значительно усложняет реализацию эффективных

алгоритмов прогнозирования, поскольку такие алгоритмы в большинстве случаев требуют эквидистантных данных без пропусков.

Устранение пропусков в исходных данных и, соответственно, приведение их к эквидистантному виду представляет собой отдельную важную задачу.

В данном случае будем полагать, что все исходные данные эквидистантны, но в этих данных есть пропуски, что чаще всего встречается на практике.

В настоящее время для устранения пропусков (пробелов) во временных рядах исходных данных существует большое число различных методов [1 - 7]. При этом алгоритмы устранения пробелов разработаны преимущественно для эмпирических таблиц.

В работе [8] рассмотрены основы эффективного метода итерационного моделирования неполных данных с помощью многообразий малой размерности.

Главная идея метода достаточно проста: множество точек, которые и являются соответствующим многообразием, позволяет даже при наличии пропусков строить различные линейные и нелинейные приближения. Посредством этих приближений (то есть моделей) затем заполняют пропущенные значения в данных.

Даже при большом количестве пропусков метод позволяет получать результаты значительно лучшие, чем при использовании большинства других известных методов.

Заметим, что моделирование неполных данных многообразиями малой размерности в своей простейшей реализации через ортогональные факторизации матриц ближе всего к классической регрессии. А регрессия, как известно, всегда учитывает специфику данных и базируется на выявлении скрытых закономерностей, имеющих место в тех или иных временных рядах.

Согласно современной терминологии, такой подход можно назвать интеллектуальным алгоритмом восстановления пропусков в исходных данных.

Однако в работе [8] были изложены лишь основы метода, но нет указаний на то, как можно построить и конкретно реализовать такой алгоритм.

Данное исследование проведено с целью практического устранения пропусков в исходных гидрохимических временных рядах с помощью метода многообразий малой размерности.

В работе использована векторно-матричная нотация, принятая в системе ***MATLAB*** и её аналогах.

Общие положения метода

Решение данной проблемы базируется на идеях сингулярного разложения матриц и метода главных компонент. При таком подходе выявляются скрытые закономерности в исходных данных [9]. На основании выявленных закономерностей далее выполняется устранение собственно пробелов.

Сингулярное разложение в его классическом виде (например, как в системе ***MATLAB***) не применяется. С точки зрения практики сингулярное разложение более удобно выполнять в виде, которое приводится ниже.

На основе исходных временных рядов были сформированы соответствующие траекторные матрицы.

Поскольку в исходных временных рядах есть пропуски (пробелы), то и в образуемых траекторных матрицах также будут пропуски.

При реализации метода маркировку пропусков задавали в виде ***NAN***–значений.

Значения ***NAN(NOT A NUMBER)*** - это специально выделенные действительные числа с «плавающей» точкой, которые имеют двоичное представление, отличающее их от обычных чисел. В системах программирования для них по-особому определены основные операции (сложение, вычитание, умножение, деление и некоторые другие). При этом ***NAN***–числа могут участвовать во всех операциях наравне с обычными числами.

Цель работы – устранить пропуски (пробелы) в траекторной матрице ***M*** путём замены её другой матрицей, матрицей ***M**** без пробелов.

Матрица ***M**** – это сумма одноранговых матриц ***MM**** (матриц без пробелов) вида

$$M^*=MM_1^*+MM_2^*+MM_3^*+\ldots \quad (1)$$

При этом одноранговая матрица – это матричное произведение вектора-столбца ***X*** на вектор-строку ***Y***. Например, умножение вектора-столбца размером *5*1* на вектор-строку размером *1*3* даёт одноранговую матрицу размером *5*3*.

Таким образом, сумма одноранговых матриц может быть представлена в виде

$$M^* = (X_1^* Y_1) + (X_2 * Y_2) + (X_3 * Y_3) + \ldots \quad (2)$$

Заметим при этом, что сумма одноранговых матриц в общем случае – не одноранговая матрица.

В итоге поиск наилучшего приближения исходной матрицы ***M*** (матрицы с пробелами) сводится к задаче определения матрицы ***M**** вида (2).

Решение задачи может выполняться последовательными итерациями по явным формулам (например, на основе метода наименьших квадратов).

Следует отметить, что согласно теории сингулярного разложения для матриц, в которых нет пробелов, число полученных одноранговых матриц обычно не превышает числа ***MIN(SZ1, SZ2),*** где ***SZ1, SZ2*** - размеры матрицы (количество строк, столбцов). Но когда в исходной матрице присутствуют пробелы, число одноранговых матриц (матриц без пробелов) может превышать и ***SZ1,*** и ***SZ2*** исходной матрицы.

При этом оптимальное количество одноранговых матриц в различных рядах будет определятся как природой рядов, так и характеристикой пропусков в них (процентом пропущенных данных, взаимным расположением пропусков в матрице ***M*** и др.).

Организация процедур восстановления пропусков в рядах исходных данных

Для восстановления пропусков во временных рядах исходных данных был разработан специальный пакет, содержащий порядка десяти различных процедур. Для перевода временного ряда в траекторную матрицу была использована процедура ***NAN_ATTRACTOR_RECONSTRUCTION_01( ).***

Далее процедура *ПЕРВОГО УРОВНЯ* ***NAN_SVD_LEVEL_01( )*** реализует итерационный процесс вычислений при помощи следующих шагов:

ШАГ 1. Элементы матрицы (вектора) ***Y*** заполняем случайными значениями, а затем производим нормировку ***Y*** таким образом, чтобы эта норма была равна единице. При этом используется векторная “Норма 2” (Эвклидова норма).

ШАГ 2. Находим приближение матрицы (вектора) ***X***:

$$X(I,1) = \frac{\sum\limits_{\substack{J \\ M(I,J)\neq NAN}} (M(I,J).*Y(1,J))}{\sum\limits_{\substack{J \\ M(I,J)\neq NAN}} (Y(1,J)^2)}. \qquad (3)$$

ШАГ 3. Находим приближение матрицы (вектора) ***Y***:

$$Y(1,J)=\frac{\sum\limits_{\substack{I\\M(I,J)\neq NAN}}(M(I,J).*X(I,1))}{\sum\limits_{\substack{I\\M(I,J)\neq NAN}}(X(I,1)^2)}. \qquad (4)$$

Повторяя последовательно ШАГ 2 и ШАГ 3 достаточное число раз (в цикле), находим текущие значения $\boldsymbol{X_i}$, $\boldsymbol{Y_i}$ и $\boldsymbol{MM_i = X_i * Y_i}$.

Это и есть результат работы процедуры *ПЕРВОГО УРОВНЯ*.

Для матрицы $\boldsymbol{M}$ (с пробелами) первое наилучшее приближение – матрица $\boldsymbol{MM_1 = X_1 * Y_1}$ (матрица без пробелов).

Процедура *ПЕРВОГО УРОВНЯ* вложена в процедуру *ВТОРОГО УРОВНЯ* ***NAN_SVD_LEVEL_02( ).***

Процедура *ВТОРОГО УРОВНЯ* вызывает процедуру *ПЕРВОГО УРОВНЯ* для поиска матрицы $\boldsymbol{MM_1}$ и далее вычитает из матрицы $\boldsymbol{M}$ (с пробелами) найденную ранее матрицу $\boldsymbol{MM_1}$ (матрицу без пробелов):

$$\boldsymbol{M = M - MM_1}. \qquad (5)$$

Знак равенства в данном случае означает процедуру присваивания (в языке программирования).

Отметим, что процедуры ПЕРВОГО и ВТОРОГО УРОВНЕЙ в качестве входных аргументов принимают именно матрицы с пробелами, маркируемые ***NAN*** -значениями.

Выход процедуры ВТОРОГО УРОВНЯ представлен специфическими для языка ***MATLAB*** типами данных – массивом ячеек.

После выполнения операции (5) матрица $\boldsymbol{M}$ вновь поступает на вход процедуры *ПЕРВОГО УРОВНЯ*. Далее, на выходе процедуры *ПЕРВОГО УРОВНЯ*, получаем новые значения: $\boldsymbol{X_2}$, $\boldsymbol{Y_2}$ и $\boldsymbol{MM_2 = X_2 * Y_2}$.

Вновь работает процедура *ВТОРОГО УРОВНЯ*, реализуя операцию

$$\boldsymbol{M = M - MM_2}. \qquad (6)$$

Для полученной матрицы (6) далее повторяем те же операции, что были приведены выше.

В итоге совместная работа процедур уровней ОДИН и ДВА позволяет последовательно выделять одноранговые матрицы MM_1, MM_2, MM_3, … (матрицы без пробелов). Сумма этих одноранговых матриц образует матрицу M^*, которая должна рассматриваться как исходная матрица, в которой устранены все пробелы в данных.

Количество необходимых итераций (что будет и количеством получаемых одноранговых матриц MM_i) можно задавать как самостоятельно (что мы и делаем), либо поручить этот процесс процедуре *ВТОРОГО УРОВНЯ*.

Как оказалось, число одноранговых матриц может быть изменено лишь в небольших пределах. Только в этом случае качество восстановления пропущенных значений получается достаточно хорошим.

Что касается критерия останова итераций, то в работе [8] в качестве такого критерия использовалась “малость” относительного улучшения значения минимизируемого функционала на итерации (вид функционала см. там же), либо “малость” значения самого функционала.

Не анализируя глубоко достоинства и недостатки различных критериев остановки итераций в процедуре *ПЕРВОГО УРОВНЯ*, отметим только, что в данной работе был использован принципиально другой способ ограничения числа итераций. Так, если исходная матрица M имеет размеры $SZ1*SZ2$ (полагая, что $SZ1 > 1$, $SZ2 > 1$), то количество итераций в данной процедуре определяется как $MAX(SZ1, SZ2)$.

На практике предложенный нами критерий показал достаточно надежные результаты.

Для перевода матрицы обратно в обычный ряд (но уже после устранения всех пробелов в траекторной матрице) использована процедура ***ATTRACTOR_TO_SERIES_01( ).***

Полные листинги процедур *ПЕРВОГО* и *ВТОРОГО УРОВНЕЙ* на языке программирования ***MATLAB*** приведены ниже.

Процедура *ПЕРВОГО УРОВНЯ*:

```
function [ P , X , Y ] = NAN_SVD_LEVEL_01( A );

P = [ ];
X = [ ];
Y = [ ];

if IS_NAN_REAL_MATRIX( A ) == false
 return
end

SZ1 = size( A , 1 );
SZ2 = size( A , 2 );

X = rand( SZ1 , 1 );
Y = rand( 1 , SZ2 );

Y = Y ./ norm( Y );

MAX_ITER = max( [ SZ1 , SZ2 ] );

for NI = 1 : MAX_ITER
 for I = 1 : SZ1
  SUMMA01 = 0;
  SUMMA02 = 0;
  for J = 1 : SZ2
   if isnan( A( I , J ) ) == false
    SUMMA01 = SUMMA01 + A( I , J ) .* Y( 1 , J );
    SUMMA02 = SUMMA02 + Y( 1 , J ) .* Y( 1 , J );
   end
  end
  X( I , 1 ) = SUMMA01 ./ SUMMA02;
 end
 for J = 1 : SZ2
  SUMMA03 = 0;
  SUMMA04 = 0;
  for I = 1 : SZ1
   if isnan( A( I , J ) ) == false
    SUMMA03 = SUMMA03 + A( I , J ) .* X( I , 1 );
    SUMMA04 = SUMMA04 + X( I , 1 ) .* X( I , 1 );
   end
  end
  Y( 1 , J ) = SUMMA03 ./ SUMMA04;
 end
end

P = X( : , 1 ) * Y( 1 , : );

end
```

Процедура *ВТОРОГО УРОВНЯ*:

```
function [ P , B , A , RM ] = NAN_SVD_LEVEL_02( X , N );

P = [ ];
B = [ ];
A = [ ];
RM = [ ];

if IS_NAN_REAL_MATRIX( X ) == false
 return
end

if IS_POSITIVE_INTEGER_NUMBER( N ) == false
 return
end

A{ N , 1 } = [ ];
B{ N , 1 } = [ ];
P{ N , 1 } = [ ];

for J = 1 : N
 [ PP , BB , AA ] = NAN_SVD_LEVEL_01( X );
 P{ J , 1 } = PP;
 B{ J , 1 } = BB;
 A{ J , 1 } = AA;
 X = X - PP;
end

RM = X;

end
```

Данные процедуры могут работать также в бесплатных аналогах системы ***MATLAB*** (***FREEMAT, OCTAVE***) как в ***OC Windows***, так и ***LINUX***. Какие-либо особые функции ***MATLAB*** при этом не вызываются.

Процедуры *ПЕРВОГО* и *ВТОРОГО УРОВНЕЙ* могут быть выполнены и на других языках программирования (***DELPHI, LAZARUS*** и др.).

Очень удобным оказался язык программирования ***FREE PASCAL***. В этом случае вместо массива ячеек имеет смысл использовать трехмерные матрицы.

Как отмечено выше, реализация процедур восстановления данных стартует с выбора случайных значений (работает “Генератор псевдослучайных чисел”). При этом такой генератор инициализировался текущим временем. Таким

образом, каждый раз одни и те же исходные данные с пропусками будут восстанавливатся несколько по-другому.

При излишне больших пропусках в данных (например, более 50%) работа алгоритмов становится неустойчивой и получить какой-либо удовлетворительный результат вообще не удаётся. При этом следует заметить, что в работе использовались линейные алгоритмы в наиболее простой своей реализации. Соответственно, имея достаточное количество времени на тщательную проработку вопроса, можно получить устойчивую работу алгоритмов и высокое качество восстановления даже при большем проценте пропущенных данных.

Восстановление временных рядов гидрохимических показателей

При проведении численных экспериментов первоначально были использованы временные гидрохимические ряды без пропусков в исходных данных.

В ряды далее искусственно вводились ***NAN*** –значения, имитирующие пропуски.

В экспериментах по восстановлению пропусков в рядах общая длина ряда ***N*** составляла 100 точек, количество отсутствующих данных (***NAN*** -точек) было равно 33 (или 33%), непрерывная длина одного повреждённого участка ряда не превосходила 7 точек.

Далее временной ряд преобразовывали в траекторную матрицу.

Как известно, для превращения временного ряда в траекторную матрицу следует задавать параметры ***DIM (DIMENSION)*** и ***TAY*** [10].

В данном случае величина ***TAY*** была принята равной единице, но значение параметра ***DIM*** могло изменяться в широких пределах (параметр ***DIM*** определяет число столбцов траекторной матрицы).

В экспериментах было использовано значение ***DIM =33***.

В результате была сформирована траекторная матрица размером 68х33 элемента с соответствующим наличием ***NAN*** – значений.

Для восстановления пропусков оперировали суммой из 33 одноранговых матриц, поскольку при этом получалось наилучшее качество восстановления данных.

Для оценки качества восстановленных данных использовался критерий ***MRAE (Mean Relative Absolute Error),*** проц., часто называемый также критерием ***MAPE (Mean Absolute Persentage Error)***:

$$\boldsymbol{MRAE = MEAN\left(ABS\left(\frac{R-F}{R}\right)\right) * 100\%},$$

где $\boldsymbol{R}$ – вектор истинных значений;

$\boldsymbol{F}$ – вектор спрогнозированных (в данном случае восстановленных) значений.

При этом длина вектора $\boldsymbol{R}$ (количество элементов вектора) должна быть равна длине вектора $\boldsymbol{F}$.

Сама процедура для нахождения критерия ***MRAE*** была выполнена на языке программирования ***MATLAB*** таким образом, чтобы корректно учитывался случай отдельных нулевых значений, которые может принимать вектор $\boldsymbol{R}$.

Результат восстановления пропусков в ряду среднесуточных концентраций нитрат-йонов крупной реки Украины приведен на рис. 1.

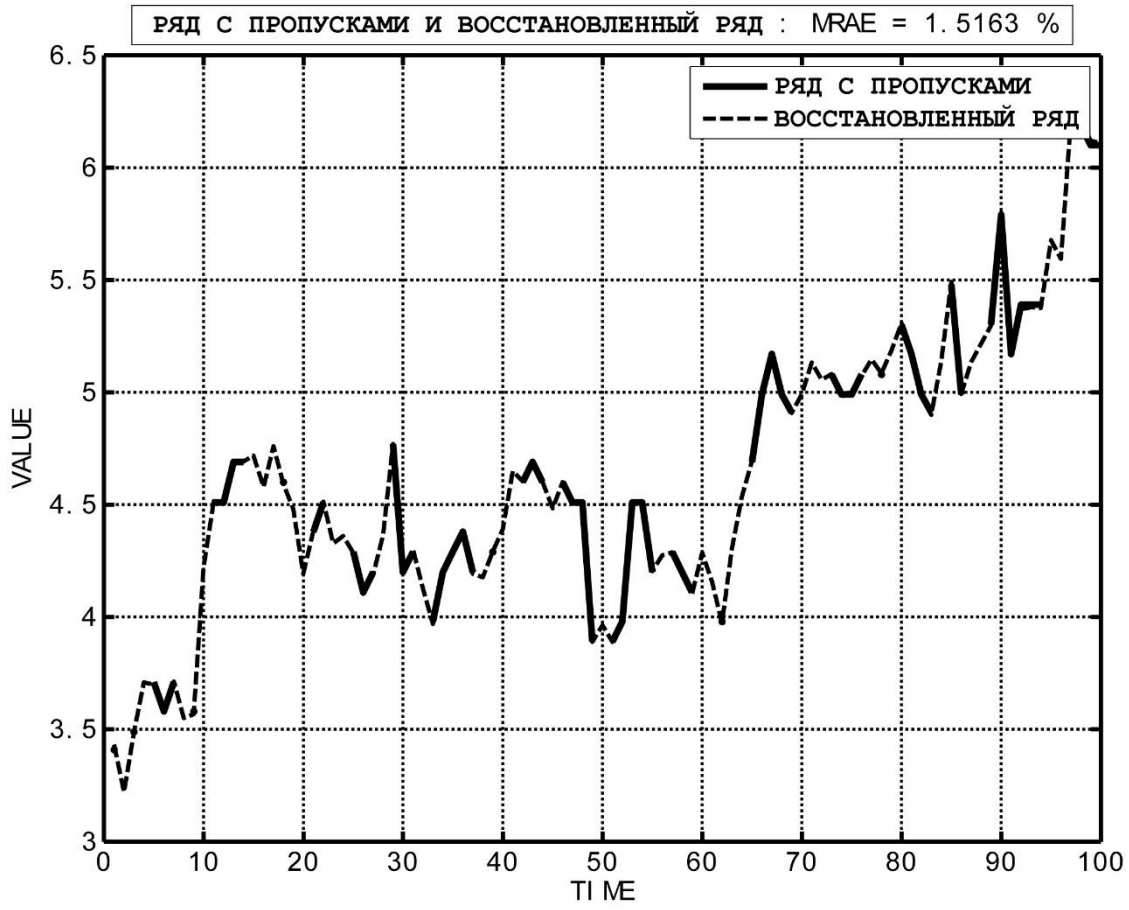


Рисунок 1 – Ряд с пропусками и восстановленный ряд среднесуточных концентраций нитрат-йонов

При восстановлении данных получено значение ***MRAE =1.5163%.***

Ряд с пропусками и восстановленный ряд среднесуточных концентраций аммонийных йонов приведен на рис. 2.

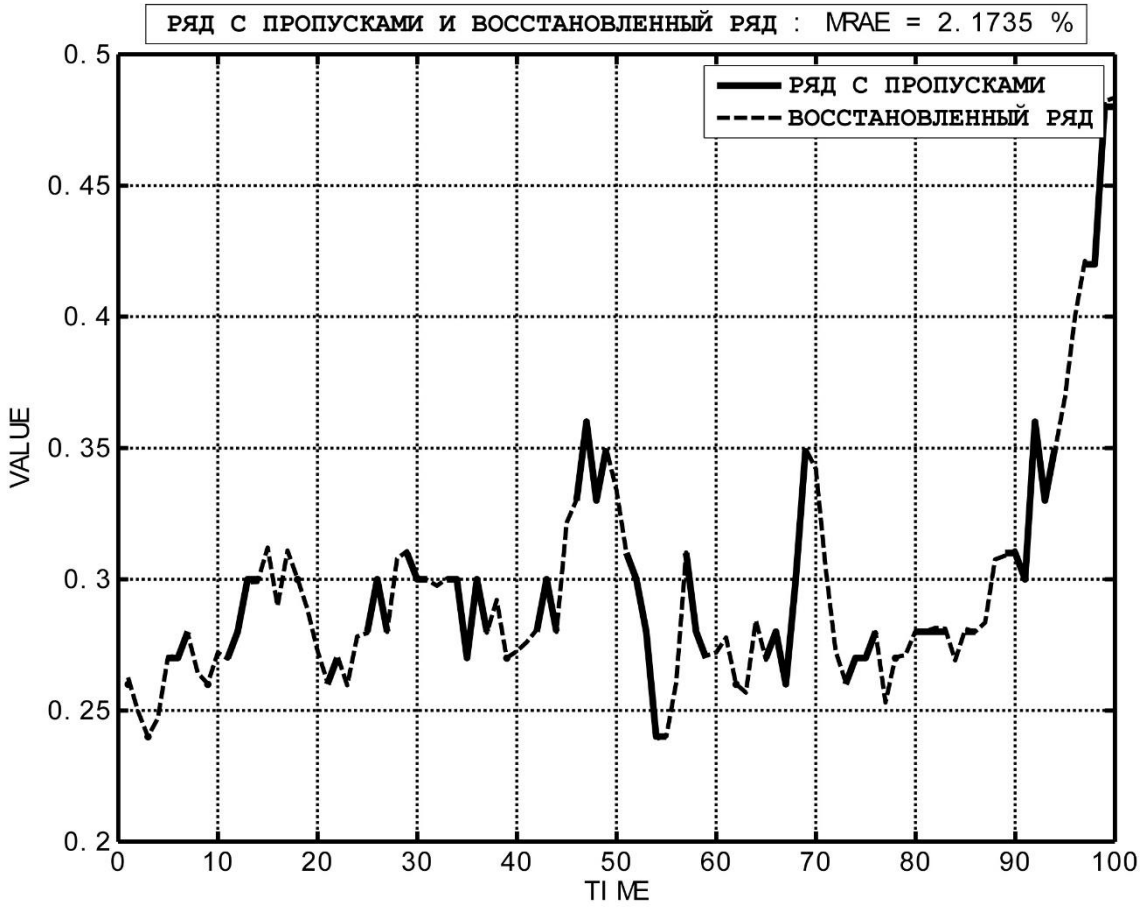


Рисунок 2 – Ряд с пропусками и восстановленный ряд среднесуточных концентраций аммонийных йонов

Величина ***MRAE*** в этом случае составила 2,1735%.

В этой связи можно говорить о том, что гидрохимические ряды обладают определённой структурой, которая хорошо “улавливается” процедурой восстановления.

Аналогичные численные эксперименты также были проведены со среднемесячными рядами гидрохимических данных.

На рис. 3. приведен восстановленный ряд среднемесячной концентрации нитрат-йонов. При этом, как показал анализ ряда, даже пик концентраций, находящийся по времени между отметками 60 и 70, был восстановлен верно.

УДК 691

Редкозубов А.А., канд. техн. наук

ВЛИЯНИЕ АКТИВАЦИИ ЗАПОЛНИТЕЛЯ НА СТРУКТУРУ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ ЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНОВ

Аннотация. Структура цементного бетона напрямую определяет многие его свойства. Управляя процессами структурообразования возможно получать цементные бетоны с повышенными показателями прочности и долговечности. В статье рассматривается влияние физико-химической активации поверхности кварцевого песка на структуру мелкозернистых цементных бетонов.
Ключевые слова: кварцевый песок, мелкозернистые цементные бетоны, структура цементного бетона, зона контакта, физико-химическая активация, оптическая и электронная микроскопия, пористость.

УДК 691

Ridkozubov O., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.)

INFLUENCE OF ACTIVATION OF THE FILLER ON THE STRUCTURE OF SHORT-GRAIN CEMENT CONCRETES

Abstract. The structure of concrete directly determines many of its properties. By managing the processes of structure formation, it is possible to obtain concretes with increased strength and durability indexes. The article considers the influence of physical and chemical activation of quartz sand surface on the structure of fine-grained concretes.
Keywords: quartz sand, fine-grained concretes, concrete structure, contact area, physical and chemical activation, optical and electronic microscopy, air voids.

УДК 691

Рідкозубов О.О., канд. техн. наук

ВПЛИВ АКТИВАЦІЇ ЗАПОВНЮВАЧА НА СТРУКТУРУ ДРІБНОЗЕРНИСТИХ ЦЕМЕНТНИХ БЕТОНІВ

Анотація. Структура цементного бетону прямо визначає багато його властивостей. Управляючи процесами структуроутворення можливо одержувати цементні бетони з підвищеними показниками міцності й довговічності. У статті

розглядається вплив фізико-хімічної активації поверхні кварцового піску на структуру дрібнозернистих цементних бетонів.

Ключові слова: кварцовий пісок, дрібнозернисті цементні бетони, структура цементного бетону, зона контакту, фізико-хімічна активація, оптична й електронна мікроскопія, пористість.

Введение

Кварцевые пески составляют основную часть объема и массы мелкозернистых цементных бетонов, следовательно, они должны оказывать огромное влияние на прочность и долговечность мелкозернистого бетона.

Влияние песков на прочность и долговечность мелкозернистых цементных бетонов, условно можно разделить на следующие составные части:

- воздействие песков на структуру бетонов;
- прочность самих зерен песка;
- сцепление поверхности зерен песка с цементным камнем;
- наличие в песке вредных примесей.

Прочность и долговечность цементных бетонов непосредственно зависит от плотности их структуры. Воздействие песков на структуру бетонов заключается в определенной раздвижке зерен песка цементным тестом. Существуют оптимальные средние величины просветов между зернами песка. При отклонении в обе стороны структура цементных бетонов ухудшается, и как следствие – прочность и долговечность бетонов снижается, т. е. при правильно подобранном составе мелкозернистых цементных бетонов возможно получить максимально плотную структуру, а следовательно, прочность и долговечность.

Прочность самих зерен песка вносит весомый вклад в общую прочность бетона. Природные кварцевые пески образовались из обломков прочных и плотных горных пород, поэтому прочность самих зерен песка (за редким исключением) практически однородна. Поэтому можно сделать вывод о том, что прочность и долговечность мелкозернистого цементного бетона зависит не столько от прочности заполнителя, сколько от плотности его структуры и прочности сцепления цементного камня с поверхностью кварцевых частиц.

В свою очередь сцепление песка с цементным камнем во многом зависит от минерального и петрографического состава зерен песка, характера их поверхности, взаимодействия поверхности зерен песка с новообразованиями гидратирующего цемента.

Основная часть

Согласно современным представлениям о структуре цементных бетонов зона контакта между заполнителем и цементным камнем зачастую является самым слабым его звеном.

Плохое контактообразование цементного камня с поверхностью кварцевых песков можно объяснить рядом причин. Во-первых, неплотным прилеганием гидратирующего вяжущего к поверхности песка еще на этапе приготовления бетонной смеси. Во-вторых, плохим смачиванием, которое вызвано наличием на поверхности песка аморфизированных пленок, пылевато-глинистых частиц, гидроксидов железа, гуминовых остатков и др. В-третьих, плохим кристаллохимическим сродством между кварцем и цементным камнем [1].

В последнее время разработаны многочисленные способы увеличения плотности структуры мелкозернистых цементных бетонов за счет целенаправленного регулирования процессов, происходящих в зоне контакта между заполнителем и цементным камнем. Одним из эффективных способов является активация поверхности заполнителей растворами электролитов поливалентных металлов [2-4]. Активация заполнителей позволяет создавать такие условия, которые приводят к направленному структурообразованию и формированию прочной, водо- и морозостойкой кристаллизационной структуры цементных бетонов.

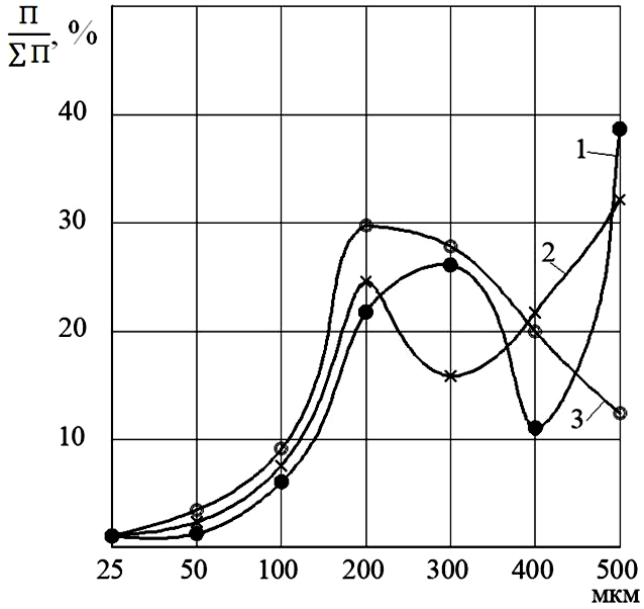
Особенности структуры мелкозернистых бетонов исследовались методами оптической и электронной микроскопии. Использование этих методов позволяет обеспечить достаточную полноту и достоверность полученных результатов.

Благодаря надежности и достоверности результатов, получаемых с помощью метода оптической микроскопии, возможна идентификация минерального состава заполнителей, наполнителей, вяжущих, продуктов гидратации и коррозии; изучение макро- и микроструктуры бетона, особенностей зоны контакта.

Физико-механические и эксплуатационные свойства цементных бетонов во многом зависят от его поровой структуры. Даже незначительные изменения характера и количества пор приводят к резкому изменению прочности и долговечности бетонов.

Дифференциальная пористость изучалась на прозрачных шлифах бетонов на 90 сутки нормального твердения. На основании полученных данных были

построены дифференциальные порограммы (рис. 1). Общая макропористость образцов мелкозернистых бетонов контрольного состава, твердевших в нормальных условиях, составила 7,10 %; образцов мелкозернистых бетонов на заполнителе, обработанном раствором хлорида алюминия – 6,88 %; образцов мелкозернистых бетонов на активированном заполнителе с добавкой пластификатора – 5,60 %.



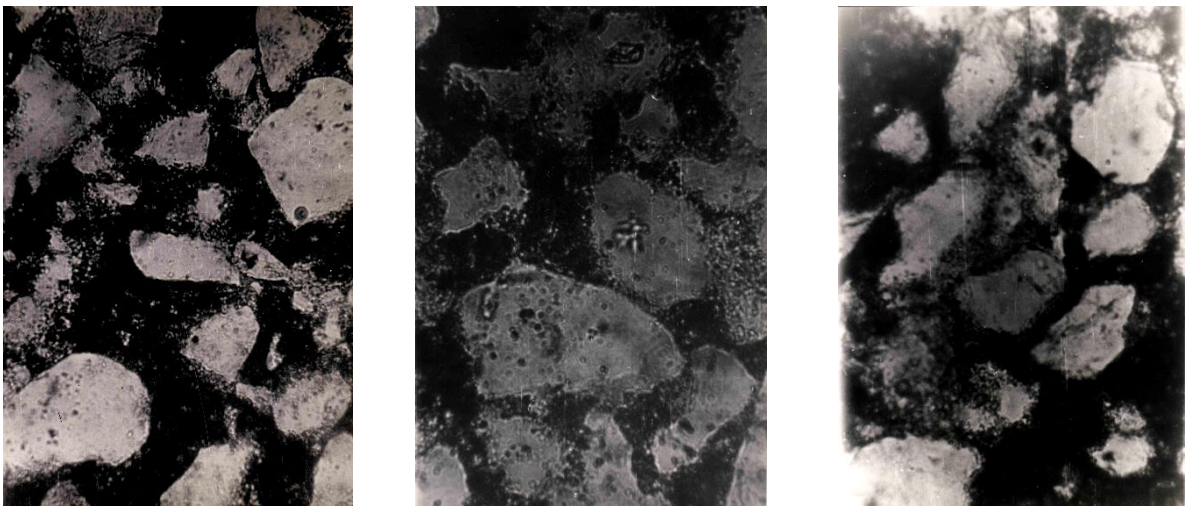
1 – контрольный состав; 2 – на активированном заполнителе; 3 – на активированном заполнителе с добавкой пластификатора

Рисунок 1 – Дифференциальные порограммы мелкозернистых бетонов

Полученные данные свидетельствуют о том, что активация кварцевого песка снижает общую пористость, увеличивает содержание мелких пор в мелкозернистых бетонах. Активация песка с добавкой пластификатора уменьшает общую пористость бетона на 20 % (относительно контрольного состава) и создает более однородную структуру. При этом происходит значительное уменьшение крупных пор (400-500 мкм) и увеличение мелких (100-300 мкм).

На рисунке 2 представлены фотографии прозрачных шлифов мелкозернистых бетонов на 90 сутки нормального твердения.

Контрольные образцы, изготовленные на мелкозернистом песке с пылевато-глинистыми частицами имеют неоднородную макроструктуру, обусловленную неравномерным распределением зерен заполнителя и пылевато-глинистых примесей, а также дефектных участков в связующей массе бетона.



1 – контрольный состав; 2 – на активированном заполнителе; 3 – на активированном заполнителе с добавкой пластификатора

Рисунок 2 – Микрофотографии прозрачных шлифов мелкозернистых бетонов на 90 сутки нормального твердения

Заполнитель представлен окатанными, угловато-окатанными и угловатыми зернами, преимущественно изометричной, реже удлиненной формы, размером от 1,5 до 420 мкм. Преобладает фракция 60-230 мкм. В минеральном отношении зерна сложены кварцем, редко встречаются обломки кислых плагиоклазов, глауконита, кварцита и слюд.

Связующая масса характеризуется очень неоднородной микроструктурой, сложенной неравномерно распределенными участками (в порядке убывания) бурого непрозрачного геля, скрытокристаллических и кристаллических образований. Кристаллические образования двух типов – мелкокристаллические и крупнокристаллические. Первые сложены высокоосновными гидросиликатами и вторичным кальцитом, вторые – портландитом. Все кристаллические образования преимущественно располагаются в околопоровом пространстве (портландит), в зоне контакта с заполнителем (локально) и редко заполняют полость мелких пор (портландит). Ширина межзерновых участков 5-300 мкм (чаще до 120 мкм).

Зона контакта неплотная или разрыхлена за счет примазок и налетов глинистых агрегатов или гидроксидов железа, а также мелкокристаллических образований (редко кристаллических) расположенных локально. Преобладают скрытокристаллические образования, реже мелкокристаллические (сложенные вторичным кальцитом в околопоровых зонах). Редко контакт связующий массы с заполнителем ослаблен наличием вытянутых вдоль границы полостей или пор.

Пористость преимущественно замкнутая. Степень гидратации 22-29 %.

Образцы мелкозернистого бетона на активированном заполнителе имеют преимущественно неоднородную макроструктуру.

Связующая масса сложена теми же разновидностями гидратов, что и контрольные образцы, однако доля кристаллических (крупнокристаллических) и скрытокристаллических образований несколько уменьшается за счет увеличения количества непрозрачного геля.

Зона контакта значительно уплотнена. Ширина межзерновых участков 3-330 мкм (чаще до 100 мкм). Доля крупнокристаллических образований в зоне контакта существенно сокращается по сравнению с контрольным составом.

Пористость замкнутая, сферичная. Степень гидратации 25-32 %.

Образцы мелкозернистого бетона на активированном заполнителе с добавкой пластификатора имеют сравнительно однородную макроструктуру.

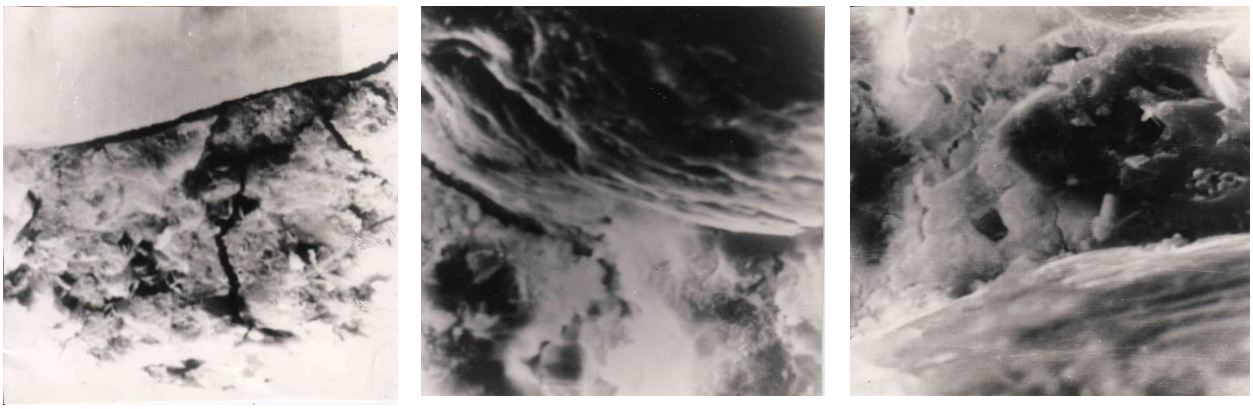
Связующая масса представлена в основном непрозрачным гелем и в меньшей степени, скрытокристаллическими гидратами, которые распределены равномерно. Ширина межзерновых участков 2-180 мкм (обычно до 75 мкм).

Зона контакта уплотнена, контакт плотный. Гидраты представлены преимущественно гелеобразными и скрытокристаллическими образованиями. Кристаллические (обычно мелкокристаллические) образования крайне редки.

Пористость замкнутая. Мелкие поры (до 35 мкм) часто кольматированы кристаллическим $Ca(OH)_2$. Степень гидратации – 29-36 %.

Таким образом, в бетонах на неактивированном заполнителе зона контакта разрыхлена, сцепление гидратов с поверхностью заполнителя нарушено микротрещинами. После активации заполнителя микроструктура гидратов несколько уплотняется, формируется плотное сцепление их с заполнителем, граница приобретает расплывчатый характер. Введение пластификатора усиливает эффект, значительно возрастает степень гидратации.

Электронномикроскопические исследования микроструктуры мелкозернистых бетонов на 28 сутки нормального твердения показали (рис. 3), что у контрольных образцов зона контакта значительно ослаблена за счет отслаивания цементного камня.



1 – контрольный состав; 2 – на активированном заполнителе; 3 – на активированном заполнителе с добавкой пластификатора

Рисунок 3 – Электронные микрофотографии скола образцов мелкозернистых бетонов на 28 сутки нормального твердения

Цементный камень представлен крупной блочно-ритмической системой новообразований, имеются трещины, направленные перпендикулярно к поверхности кварцевого песка.

Образцы на активированном заполнителе имеют довольно плотную зону контакта, отслоения цементного камня незначительны. Цементный камень характеризуется уменьшением размеров блоков новообразований, трещины проходят в теле цементного камня и до поверхности песка не доходят.

Образцы на активированном заполнителе с добавкой пластификатора обладают лучшей структурой как зоны контакта, так и всего объема. Зона контакта плотная, без отслоений и трещин. Цементный камень имеет тонковолокнистую микроструктуру.

Проводились также исследования на «мытом песке», т.е. на песке, из которого предварительно удалялись пылевато-глинистые частицы методом отмучивания в дистиллированной воде. Установлено, что отмывка заполнителя незначительно улучшает зону контакта, однако гидратация несколько уменьшается (относительно контрольного). Активация мытого заполнителя значительно уплотняет зону контакта, фактически не изменяя степень гидратации, т.е. образуется цементный бетон с прочной зоной контакта и ослабленными прослойками вяжущего.

Выводы

Проведены комплексные исследования структуры мелкозернистых цементных бетонов. Прямыми методами оптической и электронной микроскопии установлено, что активация мытого кварцевого песка уплотняет

зону контакта, но не изменяет степень гидратации вяжущего, т.е. получается цементный бетон с прочной зоной контакта, но непрочными прослойками цементного камня. Наличие пылеватых примесей способствует более оптимальной упаковке частиц, а введение в бетонную смесь пластификатора повышает степень гидратации вяжущего, обеспечивает и плотную зону контакта цементных гидратов с поверхностью заполнителя и плотную однородную малодефектную структуру всего мелкозернистого бетона.

Литература

1. Ольгинский А. Г. Оценка и регулирование структуры зоны контакта цементного камня с минеральными заполнителями. Автореферат дис. докт. техн. наук: 05.23.05. – Харьков, 1994. – 23 с.

2. Мельник Ю. М. Активация структурообразования в контактной зоне тяжелого цементного бетона растворами солей с целью улучшения его свойств. Автореферат дис. канд. техн. наук: 05.23.05. – Харьков, 1984. – 19 с.

3. Фоменко Е. А., Ольгинский А. Г. Активация каменных материалов при их укреплении вяжущими в композиционных слоях дорожной // Вестник ХНАДУ. – 2005. – № 30. – С. 11-13.

4. Бусел А. В., Киселев В. В., Чистова Т. А. Активация крупного заполнителя – резерв экономии цемента и повышения прочности тяжелого бетона // Технология бетонов. – 2010. – № 11-12. – С. 31-33.

Рецензенти:
Мішутін А.В., д-р техн. наук, Одеська державна академія будівництва і архітектури.
Солодкий С.Й., д-р техн. наук, НУ "Львівська політехніка".

Reviewers:
Mishutin A.V., Dr. Tech. Sci., Odessa State Academy of Construction and Architecture.
Solodkyi S.Yo., Dr. Tech. Sci., NU "Lviv Polytechnic".

Стаття надійшла до редакції: **14.06.2017 р**.

БУДІВНИЦТВО ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ДОРІГ І АЕРОДРОМІВ

УДК 629.7.067:004.94(043.2)

Закревський А.І., канд. техн. наук, **Вольвах В.С.**, **Крупко А.І.**

3D МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРИТОРІЇ АЕРОПОРТУ НА БАЗІ ГІС ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ

Анотація. Досліджена необхідність 3D моделювання території аеропорту та приаеродромної території з наявними перешкодами та поверхнями обмеження перешкод. Обґрунтовано використання ГІС технологій для створення тривимірних моделей, поєднання їх з картографічними даними та вимогами міжнародного законодавства у сфері аеронавігації і безпеки польотів. Запропонована комплексна тривимірна модель, яка може бути використана, як аеронавігаційний набір даних для вирішення спектру задач з метою забезпечення безпеки польотів.

Ключові слова: 3D моделювання, аеропорт, ГІС технології, безпека польотів, поверхні обмеження перешкод, перешкоди.

UDC 629.7.067:004.94(043.2)

Zakrevskyi A., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Volvakh V., Krupko A.**

3D MODELING THE AIRPORT TERRITORY ON THE GIS BASIS OF TECHNOLOGIES TO PROVIDE FIRE SAFETY

Abstract. The needs of 3D modeling of airport and pre-airport territory with existing obstacles and obstacles limitation surfaces were explored. The application of GIS technology for creation of three-dimensional models, combining them with the map data and the requirements of international law in the field of air navigation and safety were based. The complex of three-dimensional model that can be used as an

aeronautical set data to address for solving the spectrum of tasks in order to ensure safety was offered.

Keywords: 3D modeling, Airport, GIS technology, flights safety, obstacles limitation surfaces, obstacles

УДК 629.7.067:004.94(043.2)

Закревський А.И., канд. техн. наук, **Вольвач В.С.**, **Крупко А.И.**

3D МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ АЭРОПОРТА НА БАЗЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТОВ

Аннотация. Исследована необходимость 3D моделирования территории аэропорта и приаэродромной территории с имеющимися препятствиями и поверхностями ограничения препятствий. Обосновано использование ГИС технологий для создания трехмерных моделей, сочетание их с картографическими данными и требованиями международного законодательства в сфере аэронавигации и безопасности полетов. Предложена комплексная трехмерная модель, которая может быть использована, как аэронавигационный набор данных для решения спектра задач в целях обеспечения безопасности полетов.

Ключевые слова: 3D моделирование, аэропорт, ГИС технологии, безопасность полетов, поверхности ограничения препятствий, препятствия.

Вступ

Будівництво нових аеропортів або реконструкція діючих вимагають постійного моніторингу перешкод та перевищень перешкод для забезпечення необхідного рівня безпеки польотів. З 2015 року ICAO у зв’язку із зростанням обсягу авіаперевезень та з міркувань безпеки польотів зобов’язала усі міжнародні аеропорти розробити тривимірні моделі даних на приаеродромну територію та висотні перешкоди, поверхні обмеження перешкод а також регулярно оновлювати створені бази даних. Тому запропонована тематика дослідження є актуальною. Оскільки аеропорти повинні мати повітряний простір, вільний від перешкод, для зльоту і посадки повітряних суден,

оптимальним шляхом вирішення цієї задачі є 3D моделювання аеродрому, приаеродромної території, наявних перешкод та поверхонь обмеження перешкод. ГІС є універсальним інструментом для створення 3D моделей і поєднання їх з картографічними даними та з дотриманням вимог міжнародних нормативних документів у сфері аеронавігації і безпеки польотів.

Так, на сьогоднішній день, питання безпеки польотів, визначення перешкод та поверхонь обмеження перешкод закріплюються у додатках до Чиказької Конвенції про міжнародну *цивільну авіацію* 1944 р. Безпека польотів є пріоритетом в роботі авіації, тому головна причина «оцифрування» аеродромів – збільшення швидкості прийняття рішень екіпажем.

ГІС для авіації є частиною комплексної системи ефективного управління даними і технологічними процесами. Можливість вбудовування лідарних даних, цифрової моделі рельєфу і даних геодезичної зйомки в тривимірний простір робить ГІС оптимальним засобом аналізу місцевості і перешкод навколо вузлового диспетчерського району та льотного поля та литовища.

Перешкодами вважаються всі нерухомі тимчасові або постійні об’єкти, об’єкти що рухаються, або їх частини, що розміщені в зоні, призначеній для руху повітряних суден по робочій площі, або які перевищують умовну поверхню, призначену для убезпечення польотів повітряних суден.

Для того, щоб гарантувати належний рівень безпеки польотів, в аеропорту повинні проводитись регулярні обстеження і моніторинг існуючих перешкод. Інформація про перешкоди має велике значення для безпеки польотів. Це особливо важливо на етапі заходу ПС на посадку, коли літак знижується і вирішальне значення має дотримання мінімальних безпечних висот прольоту перешкод.

За допомогою точних і надійних електронних даних про місцевість і перешкоди (eTOD), досягається істотне підвищення рівня безпеки польотів.

Під час виявлення висотних перешкод, повинні бути отримані дані про їх місцезнаходження і висоту з наступним внесенням їх в "Перелік перешкод аеродрому".

Вимоги щодо одержання даних про розташування і висоту перешкод, щодо забезпечення конкретній поверхні обмеження перешкод і розміри цих поверхонь класифікуються за типами злітно-посадкової смуги.

Виявленню підлягають висотні перешкоди, розташовані на аеродромі та приаеродромній території, що можуть створювати небезпеку для виконання польотів повітряних суден.

Оптимальним шляхом вирішення цієї задачі є 3D моделювання території аеропорту та приаеродромної території за допомогою ГІС технологій.

За допомогою поверхонь обмеження перешкод встановлюється допустима висота перешкод у повітряному просторі. Перешкоди, які перетинають поверхні обмеження, можуть впливати на збільшення абсолютної/відносної висоти прольоту перешкод при заході на посадку за приладами чи візуальному польоті по колу та впливати на розробку схем польотів.

Розроблена 3D модель надає можливість виявляти перешкоди, що перевищують поверхні обмеження перешкод, та становлять потенційну загрозу виконання злітно-посадкових операцій повітряних суден.

Для ЗПС, необладнаної та обладнаної для неточного заходу на посадку, встановлені наступні поверхні обмеження висотних перешкод (Рисунок 1): зовнішня горизонтальна поверхня; конічна поверхня; внутрішня горизонтальна поверхня; перехідна поверхня; поверхня заходу на посадку; поверхня зльоту.

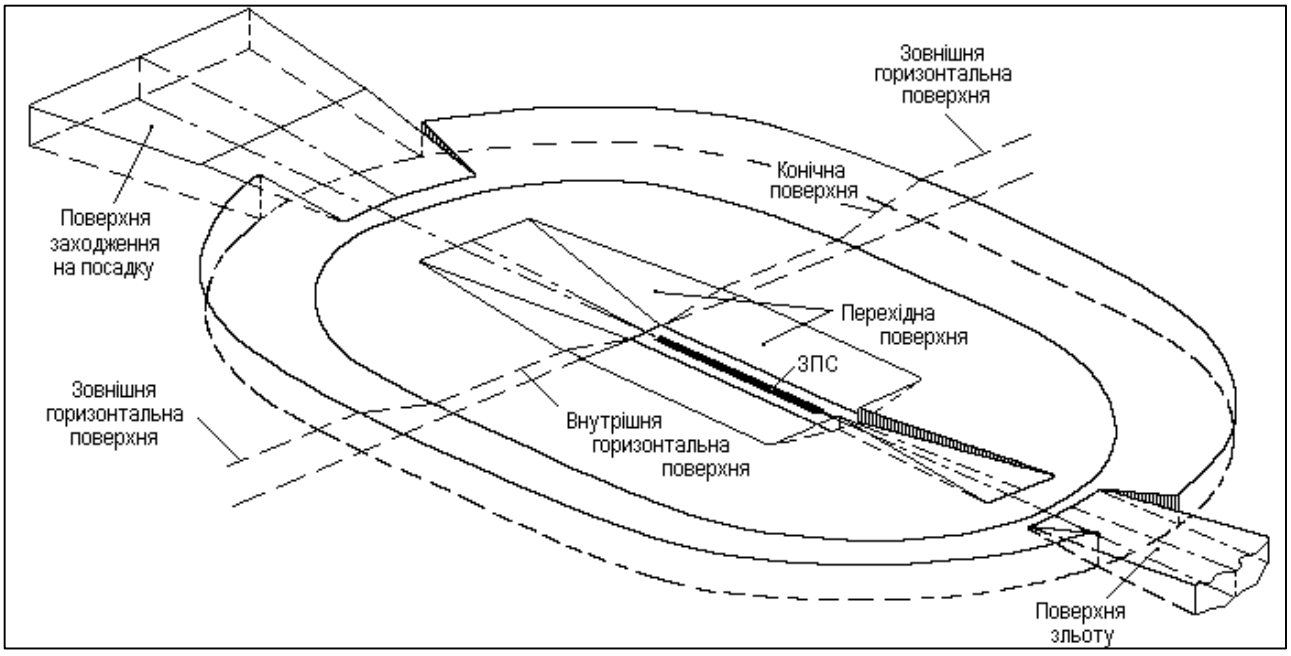


Рисунок 1 – Розташування поверхонь обмеження перешкод для аеродромів з однією злітно-посадковою смугою

При розрахунку мінімальних безпечних висот прольоту перешкод повинні враховуватися всі перешкоди, розташовані в зонах обліку перешкод, передбачених для відповідної радіотехнічної системи посадки.

Згідно з новими вимогами ІСАО (поправка 33) в додатку 15, всі держави-члени ІСАО повинні забезпечити наявність даних про місцевість і перешкоди на території аеропортів в електронному форматі. Ці дані визначаються чотирма зонами покриття навколо будь-якого аеропорту, зібраними відповідно до конкретних числових вимог для кожної області, і зберігаються в базі геоданих ІКАО з певними атрибутами для перешкод і рельєфу місцевості відповідних класів об'єктів.

Всі існуючі природні або штучні перешкоди можуть бути представлені векторними даними у вигляді точок, ліній або полігонів , що вказує на горизонтальну і вертикальну протяжність структури. Крім того існує безліч обов'язкових і необов'язкових атрибутів про місцевість і перешкоди, а також чисельні вимоги до самих даних.

Дані про місцевість можуть бути представлені у вигляді цифрової моделі рельєфу, тобто одним *із шарів інформаційного блока ГІС, що містить цифрову інформацію про відмітки топографічної поверхні у вигляді растра або TIN-моделі.* У цьому випадку форма представлення вихідних даних про рельєф і спосіб відновлення значень топографічної поверхні по комірках растра заданого розміру з використанням методів інтерполяції й екстраполяції складають основу її побудови.

Надійні і точні дані про перешкоди і дані про місцевість можуть бути використані на борту літака під час польоту і у програмному забезпеченні диспетчерів аеропорту та забезпечують значне підвищення рівня безпеки польотів для міжнародної цивільної авіації.

Комплексна 3D модель місцевості на територію аеропорту «Херсон» (рис. 2) побудована в програмному комплексі ArcGIS декілька етапів:

1) побудова просторової моделі місцевості за отриманими даними;
2) побудова поверхонь обмеження перешкод;
3) побудова перешкод;
4) внесення змін до 3D моделі, що сприяє кращому сприйняттю користувачами.

Запропонована 3D модель території аеропорту може слугувати користувачеві не тільки способом візуалізації а й гнучким інструментом

управління електронними даними про перешкоди та поверхні обмеження перешкод. Саме використання ГІС дає можливість постійного вдосконалення розробленої 3D та оперативне внесення поправок через мінливу кількість тимчасових споруд та ламких об'єктів, що можуть становити потенційну загрозу для здійснення злітно-посадкових операцій та змін у роботі аеропорту, зокрема розширення ЗПС чи побудови нової ЗПС.

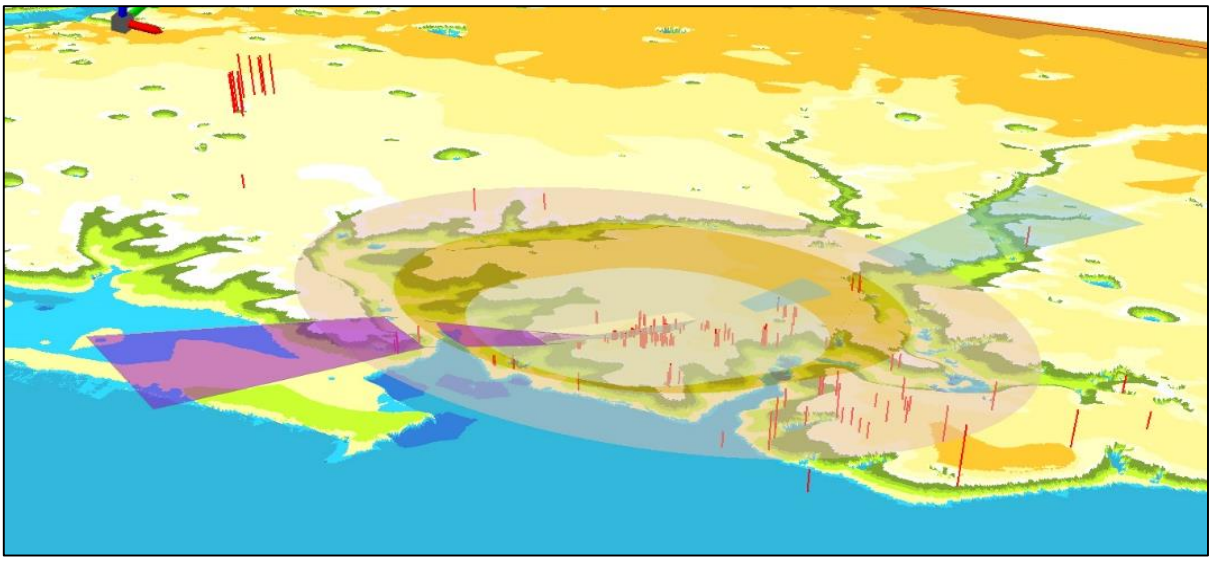


Рисунок 2 – Комплексна 3D модель аеропорту «Херсон» та приаеродромної території

Фактично, така інформаційна 3D-модель слугує тривимірним інтерфейсом для доступу до даних – користувач отримує можливість переглянути потрібну йому інформацію за допомогою вибору та натиснення на відповідний елемент моделі. Інформаційні моделі є зручним інструментом керівника авіапідприємства та потужним аналітичним інструментом. Завдяки їх застосуванню можливе зберігання, інтеграція та візуалізація даних.

Висновки

ГІС є універсальним інструментом для створення 3D моделей, поєднання їх з картографічними даними та вимогами міжнародного законодавства у сфері аеронавігації і безпеки польотів.

З використанням ГІС-технологій була розроблена комплексна тривимірна модель, яка може бути використана, як аеронавігаційний набір даних для: візуалізації місцеположення існуючих перешкод (номер, тип та координати перешкоди згідно каталогу); швидкої оцінки рельєфу та перешкод екіпажем в разі аварійної ситуації та небезпечного зближення із землею; визначення запасних схем заходу на друге коло; побудови схем польоту по приладах.

Для створення поверхонь обмеження перешкод були проведені розрахунки з метою приведення поверхонь з математичного опису на папері в 3D уявлення.

Змодельовані основні поверхні обмеження перешкод, які в подальшому використовувались для аналізу та оцінки перетину з висотними об'єктами: внутрішня горизонтальна поверхня; зовнішня горизонтальна поверхня; конічна поверхня; поверхня зльоту; поверхня заходу на посадку.

Отримана модель рельєфу, поверхонь обмеження перешкод та самих перешкод на території аеродрому та приаеродромній території дає можливість оцінки потенційних перешкод, що можуть впливати на безпеку польотів, а також можливість виявлення перешкод, що перевищують певні поверхні обмежень з одночасним визначенням типу, номеру та географічних координат перешкоди за атрибутивною таблицею. В подальшому розроблена модель візуалізації перешкод може бути доповнена у разі появи нових потенційних перешкод та виявленні факту перевищень перешкод над обмежувальними поверхнями.

На підставі вищевказаного, можна зробити висновок, що загальна мета щодо 3D моделювання території аеропорту з використанням ГІС технологій була досягнута та отримані результати дослідження мають практичне застосування.

Література

1. Повітряний кодекс України від 19.05.2011 № 3393-VI / Верховна Рада України. – Режим доступу: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/3393-17

2. Про затвердження Авіаційних правил України «Обслуговування/управління аеронавігаційною інформацією»: Наказ від 11.04.2016 р. № 258 / Державна авіаційна служби України.

3. Сертифікаційні вимоги до цивільних аеродромів України: Наказ від 17.03.2006 р. № 201 / Державна авіаційна служби України. – Режим доступу: http://www.avia.gov.ua/documents/airports/Aviation_Rules/Orders_SAA/23191.html

4. Международные стандарты и рекомендуемая практика. Аэродромы. Том I. Проектирование и эксплуатация аэродромов: приложение 14 к Конвенции о международной гражданской авиации.- Изд. 7 (AN 14–1). – Монреаль: ICAO. – 2016. – 380 с.

5. Международные стандарты и рекомендуемая практика. Службы аэронавигационной информации: приложение 15 к Конвенции о международной гражданской авиации. – Изд. 15 (AN 15). – Монреаль: ICAO. – 2016. – 162 с.

6. Guidelines for Electronic Terrain, Obstacle and Aerodrome Mapping Information (Doc 9881): ICAO – 345 с.

7. Орещенко А. В. Способи програмної реалізації тривимірних реалістичних картографічних моделей / А. В. Орещенко // Геодезія, картографія і аерофотознімання : міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 72 / Нац. ун-т «Львівська політехніка»; — Л. : Видавництво Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2009. — 84 с.

Рецензенти:
Павлюк Д.О., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.
Кияшко І.В., катн. техн. наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.

Reviewers:
Pavliuk D.O., Dr. Tech. Sci., National Transport University.
Kiiashko I.V., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), Kharkiv National Automobile and Highway University.

Стаття надійшла до редакції: **27.09.017 р**.

УДК 629.3.054.26

Закревський А.І., канд. техн. наук, **Попелиш І.І.,** канд. техн. наук, **Корітчук С.О.**

ВПЛИВ АНТИОЖЕЛЕДНИХ ХІМРЕАГЕНТІВ НА РУЙНУВАННЯ АЕРОДРОМНИХ ПОКРИТТІВ

Анотація. У статті розглянуті проблеми руйнування аеродромних покриттів при застосування антиожеледних хімреагентів у зимовий період, специфіку впливу в залежності від їх ефективності при видаленні сніго-льодових відкладень.
Ключові слова. Безпека польотів, руйнування, антиожеледні хімреагенти, аеродромна служба, аеродром, ефективність.

UDC 629.3.054.26

Zakrevskyi A., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Popelysh I.,** Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Koritchuk S.**

Abstract. The Abstract. Problems of the destruction aerodromes are considered In article construction chemical reagent, specifics of their influence depending on their efficiency when removing is snowed-ice postponing.
Keywords. safety flight, destruction chemical reagent, aerodromes service, aerodrome, efficiency.

УДК 629.3.054.26

Закревський А.І., канд. техн. наук, **Попелиш І.І.,** канд. техн. наук, **Корітчук С.О.**

ВЛИЯНИЕ АНТИГОЛОЛЕДНЫХ ХИМРЕАГЕНТОВ НА РАЗРУШЕНИЕ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы разрушения аэродромных покрытий антигололедными химреагентами, специфику их влияния в зависимости от их эффективности при удалении снежно-ледовых отложений.
Ключевые слова. Безопасность полетов, разрушение, антигололедные химреагенты, аэродромная служба, аэродром, эффективность.

Вступ

Різного роду руйнування аеродромних і дорожніх покриттів відбуваються в результаті дії на них експлуатаційних навантажень і природно-кліматичних факторів. Процеси руйнування розвиваються безперервно, проходячи кілька стадій – від незначних дефектів до руйнувань, що представляють серйозну небезпеку для повітряних суден. Особливо інтенсивно процеси руйнування в аеродромних покриттях відбуваються у зимовий період при застосуванні антиожеледних хімреагентів і зниження такого відємного впливу – одна з актуальних проблем в сфері зимового утримання аеродромів і доріг.

Основна частина

Снігопади, різкі коливання температур призводять до утворення льоду, обумовлюють необхідність обробки аеродромних покриттів хімічними реагентами, що плавлять лід і сніг. Однак хімічні розсоли, що утворюються на поверхні, мають певну корозійну активність, тобто здатністю руйнувати матеріали аеродромних і дорожніх покриттів. Рівень корозійної активності хімічних реагентів залежить від компонентів, що входять в склад протиожеледних сумішей. Корозійна активність по відношенню до металів деяких хімреагентів наведена в таблиці 1.

Таблиця 1 – Корозійна активність деяких компонентів протиожеледних реагентів

№ п/п	Склад зразку	Агрегатний стан	Корозійна активність мг/см^2 доби
1.	Хлорид магнію	тверді	1,29
2.	Хлорид кальцію		1,02
3.	Хлорид натрію		0,8
4.	Форміат натрію		0,14

При таких високих показниках корозійної активності протиожеледні реагенти (ПОР), що складаються тільки з хлоридних компонентів, мають ряд обмежень, використання їх на цементобетонних аеродромних і дорожніх покриттях заборонено. Для боротьби з ожеледицею на цих конструктивних елементах повинні застосовуватися реагенти на основі ацетатів, нітратів, форміатів і карбаміду – найменш корозійно-активних речовин. Для зменшення корозійної активності (ПОР) деякі виробники додають з цією метою в них інгібітори корозії – складні за складом речовини, які гальмують корозійні процеси металів. Застосовуються вони найчастіше як добавки до композицій і сумішей для формування стійких покриттів на поверхні металів. Основний тип застосовуваних при виробництві ПОР інгібіторів корозії має адсорбційну дію.

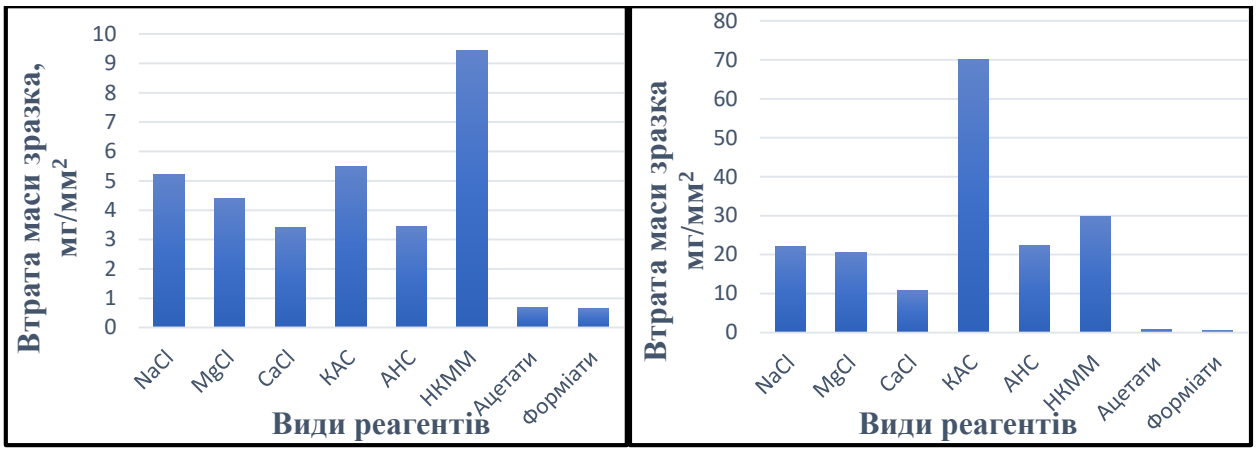
Однак в даному випадку є ряд обмежень, пов'язаних з безпекою їх застосування на аеродромах і дорогах загального користування. В умовах значної кількості інгібіторів корозії в суміші постає питання зниження основних властивостей протиожеледних реагентів – плавлячої здатністі і температури початку кристалізації ПОР. Це пов'язано зі зниженням частки основної речовини в реагенті. Таким чином, найбільш ефективними речовинами, що сповільнюють корозію, у випадку з антиожеледними засобами є сполуки, які не тільки проявляють інгібуючу дію, а й плавлячі сніжно-льодові відкладення. З точки зору хімії найбільш поширеними сполуками даного типу є солі жирних органічних кислот. Найперші представники в цьому ряду – форміати. Непоганою плавлячою здатністю, а також можливістю застосування при низьких температурах відрізняються також ацетати, але вони, зазнають впливу гідролізу при взаємодії з водою, виділяють оцтову кислоту і в результаті мають специфічний запах. Тому ацетати в населених пунктах не використовуються. Плавляча здатність ацетатів, форміатів наведена в таблиці 2.

Таблиця 2 – Плавляча здатність ацетатів, форміатів

Назва речовини	Плавлюча здатність (г льоду/г солі), при температурі, °С	
	–5	–10
Ацетат натрію	7,3	4,6
Ацетат калію	11,5	5,7
Ацетат магнію	7,3	4,6
Ацетат кальцію	5,7	3
Ацетат амонію	15,7	7,3
Форміат натрію	11,5	5,7
Форміат калію	11,5	5,7

У той же час форміати не мають запаху, швидко розкладаються на вуглекислий газ і воду, мають високу плавлячу здатність і низьку корозійну активність. При додаванні в композиції хлоридних реагентів форміат проявляє інгібуючі властивості і знижує їх корозійну активність.

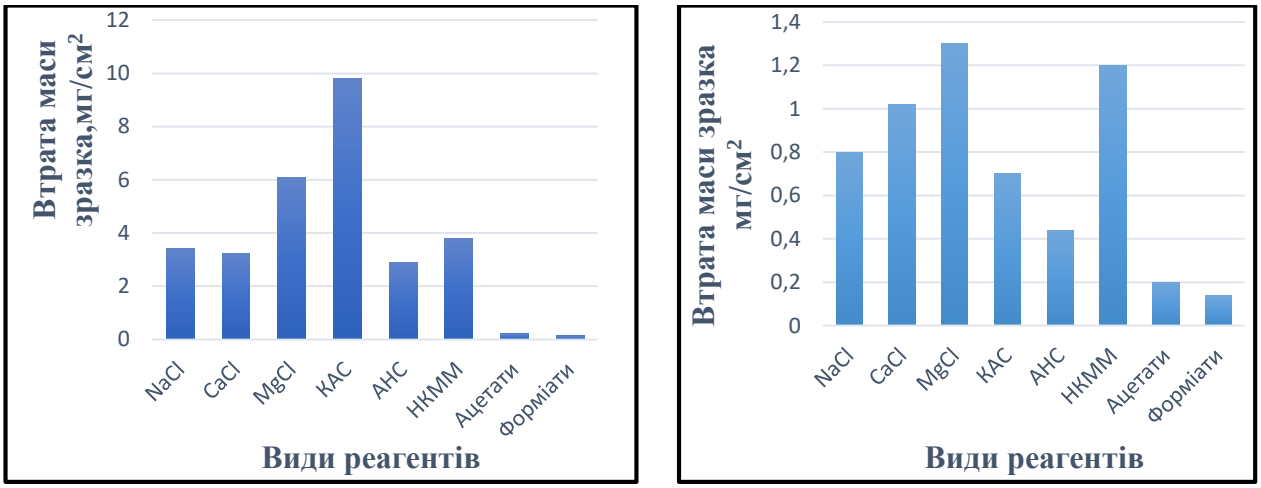
Вплив реагентів аеродромної групи на руйнування цементобетону при одноразовому, і при багаторазовому їх застосуванні наведені на рисунках 1 а,б, на корозію металів – на рисунках 2 а,б. Зміна об’єму зразку цементобетону в залежності від циклів заморожування – відтавання при одноразової дії хімреагентів і багаторазової наведена на рисунок 3 а,б.



а) б)

а) при одноразовому і б) при багаторазовому

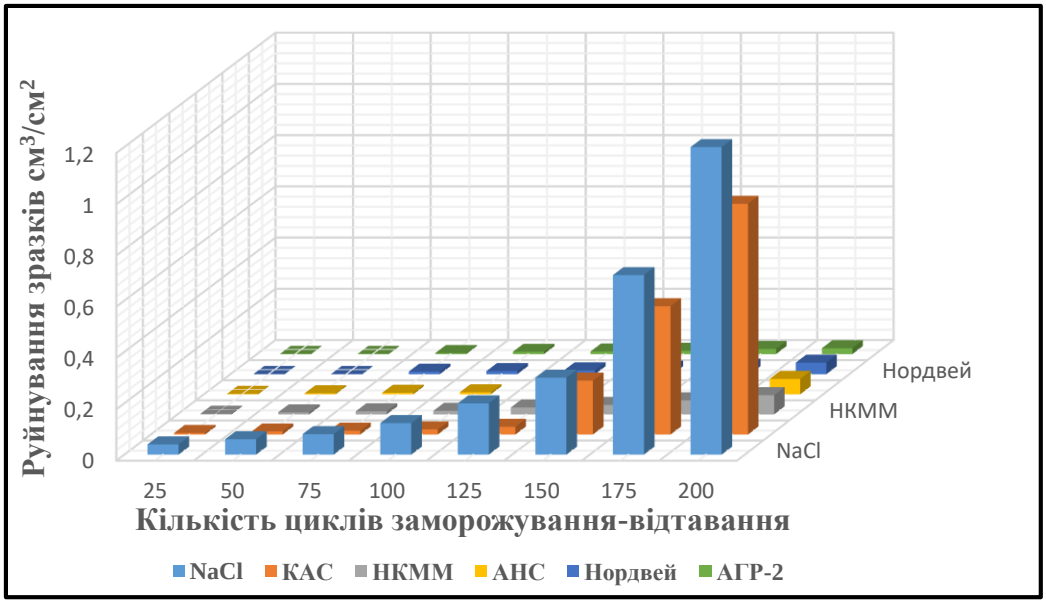
Рисунок 1 – Вплив реагентів аеродромної групи на руйнування цементобетону



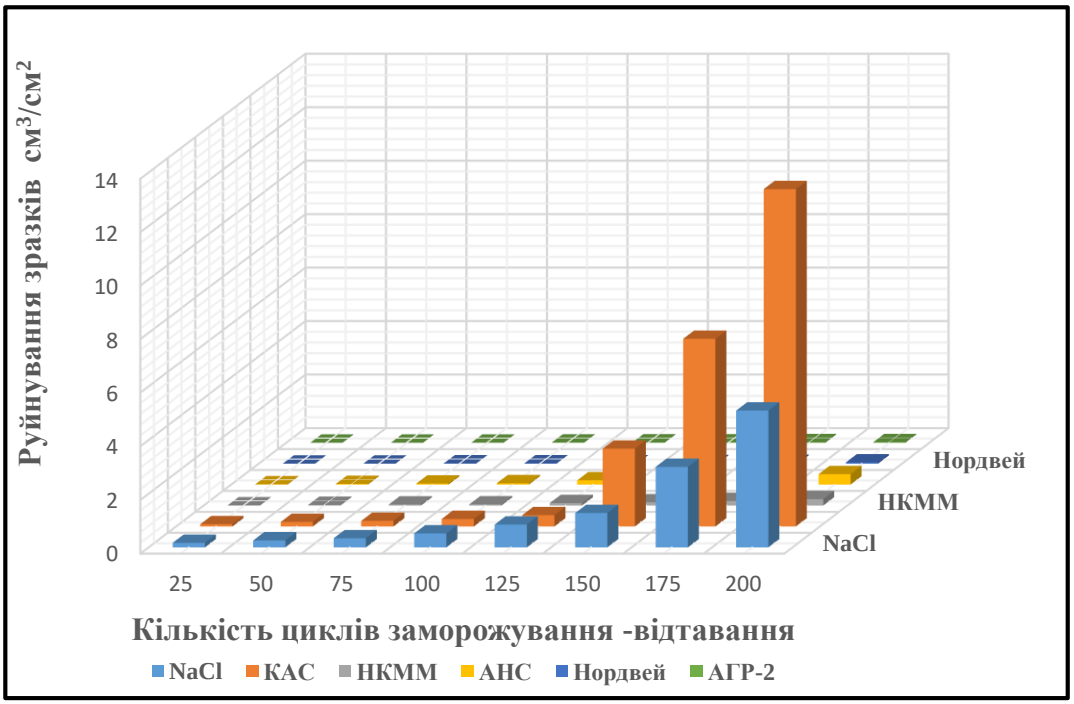
а) б)

а) при одноразовому нанесенні реагентів і б) при багаторазовому

Рисунок 2 – Вплив реагентів аеродромної групи на корозію металів



а)



б)

а) при одноразової дії хімреагентів і б) при багаторазової дії хімреагентів

Рисунок 3 – Зміна об’єму зразка

Висновки

1. Знання основних фізико-хімічних закономірностей в області застосування ПОМ є необхідною умовою для ефективного і економічного їхнього застосування.

2. Найбільший вплив на руйнування цементобетону чинить NaCl, далі $MgCl_2$, $CaCl_2$, як при одноразовому так і багаторазовому їх застосуванні. Із реагентів карбамідно-нітратної групи при одноразовому застосуванні – НКММ при багаторазовому – КАС. Реагенти ацетатно-форміатної групи практично однаково впливають на руйнування цементобетону, але значно менше від інших.

3. Практично теж самі закономірності отримані і при об’ємному руйнуванні цементобетону. Найбільший вплив оказує NaCl при одноразовому застосуванні і КАС при багаторазовому.

4. На корозію металів найбільший вплив надає $MgCl_2$, НКММ при одноразовому застосуванні і КАС, НКММ при багаторазовому, ацетати і форміати приблизно однакові по активності в корозійному відношенні.

Література

1. Шишков А.Ф., Запорожець В.В., А.Н.Білякович. Аеропорт: Теорія й практика зимового утримування аеродромів. – К.: Дніпро, 2006. – 196 с.

2. Бєлінський І.А., Закревський А.І., Шинкарчук Н.В. Технічна експлуатація аеродромів. – Київ: КМУГА, 1996. – 240 с.

3. Орлов В.А. Теорія і практика боротьби з ожеледдю. – М.: Повітряний транспорт, 2010. – 112 с.

Рецензенти:
Савенко В.Я., д-р тех. наук, Національний транспортний університет.
Хрутьба В.О., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:
Savenko V.Ya., Dr. Tech. Sci., National Transport University.
Hrutba V.O., Dr. Tech. Sci., National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **12.09.2017 р.**

УДК 625.7.032.32

Смолянюк Р.В., канд. техн. наук, **Смолянюк Н.В.**, канд. техн. наук

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНОСТІ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ НА ШТУЧНИХ СПОРУДАХ

Анотація. В статті запропоновано виділити оцінку рівності покриттів на штучних спорудах в окремі дані. Дефекти, що виникають на штучних спорудах автомобільних доріг, можуть істотно впливати на комфортність та безпеку руху. Існуюча методика оцінки рівності автомобільних доріг передбачає покілометрову оцінку.
Ключові слова: штучні споруди, мости, шляхопроводи, дефекти, рівність, IRI.

UDC 625.7.032.32

Smolianiuk R., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Smolianiuk N.**, Cand. Eng. Sci. (Ph.D.)

EXPERIMENTAL STUDY OF PAVEMENT EVENNESS ON ENGINEERING STRUCTURES

Abstract. The article proposed to select assessment of evenness of the road topping on the engineering structures in the individual data. Defects are appeared on the engineering structures of highways, may considerably affect on the comfort and safety of traffic. The existing method of evenness assessment of the highways provides an assessment per kilometers.
Keywords: engineering structures, bridges, overpasses, defects, evenness, IRI.

УДК 625.7.032.32

Смолянюк Р.В., канд. техн. наук, **Смолянюк Н.В.**, канд. техн. наук

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РОВНОСТИ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ НА ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Аннотация. В статье предложено выделить оценку ровности покрытий на искусственных сооружениях в отдельные данные. Дефекты, возникающие на искусственных сооружениях автомобильных дорог, могут существенно влиять

на комфортность и безопасность движения. Существующая методика оценки ровности автомобильных дорог предусматривает покилометрового оценку.
Ключевые слова: искусственное сооружение, мосты, путепроводы, дефекты, ровность, IRI.

Вступ

Рівність дорожніх покриттів є одним з найважливіших показників транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг. Від неї залежать зручність, безпека та швидкість руху автомобілів, динамічний вплив автомобіля на дорогу і штучні споруди (тобто ті додаткові вертикальні динамічні навантаження, які діють на дорожній одяг при русі автомобіля по нерівній поверхні дорожнього покриття), транспортні витрати, в тому числі, витрати пального, витрати, пов'язані з ремонтом автомобілів, і наприкінець, основні показники, які визначають роботу автомобільного транспорту – собівартість перевезень та продуктивність роботи транспорту.

Незважаючи на таку високу значимість рівності дорожніх покриттів у формуванні транспортно-експлуатаційних якостей автомобільних доріг, існує досить важлива проблема, пов'язана з оцінкою цього показника: вимірювання рівності автомобільної дороги здійснюється покілометрово, тоді як рівність дорожнього покриття штучних споруд окремо не оцінюється.

Основна частина

У вітчизняній практиці оцінка рівності дорожніх покриттів і вимоги до неї регламентуються ДСТУ Б.В.2.3.-3-2000 «Дороги автомобільні та аеродроми. Методи вимірювань нерівностей основ и покриттів» і «Технічними правилами ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України П-Г1-218-113-97». При цьому для вимірювання рівності використовуються триметрові рейки, нівеліри, поштовхоміри різних конструкцій і ПКРС-2У. Триметрові рейки та нівеліри використовуються, як правило, при прийманні-здачі робіт при будівництві, реконструкції або виконанні ремонту. Контроль рівності експлуатованих доріг здійснюється, як правило, поштовхоміром різних конструкцій або ПКРС-2У. Причому вимірювання ПКРС-2 проводиться тільки по правій смузі накату в прямому і зворотному напрямку на відміну від вимірювання поштовхоміром при швидкості руху 50 км/год. При проведенні вимірювань необхідно в процесі проїзду витримувати задану швидкість з точністю ± 2км/год.

Напочатку 80-х років минулого століття спеціалістами Світового Банку було визначено 4 класи методів і методик оцінювання рівності, розроблених в усьому світі [1].

1 клас. Методики, що використовують найпростіші прилади, такі як рейка або рівень, хоча можливо і використання нівеліра. Рівність вимірюється в поздовжньому напрямку по 1 або 2 коліях. Використання приладів цього класу трудомістко і малопродуктивно.

2 клас. Устаткування так званого «безпосереднього вимірювання рівності». Це найсучасніші і високопродуктивні прилади, засновані на лазерних, ультразвукових чи інших датчиках, що дозволяють практично миттєво визначити відстань між умовним рівнем і дорожнім покриттям. Рівність оцінюють за допомогою спеціальної програми, що моделює рух «золотого» автомобіля за виміряним профілем. Така методика є основною у вимірі International Road Index (IRI, Міжнародний Індекс Рівності). IRI спочатку був розроблений фахівцями Мічиганського університету на замовлення Світового банку для проектів, здійснюваних в Африці. Але з часом популярність цього показника зросла і сьогодні він є одним з основних показників рівності у світі.

3 клас включає в себе прилади відповідь дії. Такі системи реєструють динамічний вплив на механізм приладу в результаті проїзду лабораторії з постійною швидкістю уздовж ділянки. Сюди відносяться поштовхоміри різних модифікацій, причіпні установки, які реєструють коливання підресореною частини транспортного засобу.

4 клас. Експертна оцінка. Така оцінка виконується експертом, що використовують спеціальну шкалу, визначальну IRI чи інший показник в залежності від стану дороги.

Аналізуючи методи оцінки рівності дорожніх покриттів на дорогах, можна зробити висновок, що її вимір проводять в основному по смугах накату і по них судять про стан поверхні покриття всієї смуги руху. При цьому слід зауважити, що ширина смуги накату може коливатися в межах 1-1,3 м, а ширина вимірювального колеса приладу знаходиться в межах 0,15-0,20 м.

На штучних спорудах, зокрема мостах та шляхопроводах, справи з вимірюванням рівності йдуть ще складніше. Для плавного проїзду автомобілів по мосту та на підходах до нього, а також для забезпечення гарного стоку води, покриття проїзної частини мосту повинно буди рівним та мати необхідні поздовжній та поперечний ухили [2]. Контроль за профілем покриття ведуть

шляхом нівеліровки в межах мосту та на граничних з ним ділянках підходів довжиною по 50-100 м. Профіль мосту знімають по осі та у бордюрів по точках, які розміщені при прольоті до 10 м – над опорами і в середині прольотів, при прольотах більш ніж 10 м – над опорами і в прольоті через кожні 5 м, починаючи від однієї з опор. На підходах точки нівелірування приймають кожні 5-10 м та в місцях просадок та переломів профілю.

Під час обстеження рівності автомобільних доріг рівність на мостах, шляхопроводах та інших інженерних спорудах окремо не вимірюється. Але ці споруди можуть мати порушення та дефекти, які суттєво впливають на остаточний результат оцінювання рівності покриття проїзної частини.

До дефектів проїзної частини мостів, які більш за все впливають на показники рівності покриття, можна в першу чергу віднести дефекти, що виникають у районі деформаційних швів [3]. В наслідок підвищеного динамічного впливу на покриття та елементи деформаційного шву з боку транспортних засобів відбувається утворення вибоїн в покритті в цій зоні, а далі йде руйнування деформаційного шва. Причиною підвищення динамічного впливу є різниця висот між поверхнею деформаційного шву та поверхнею покриття проїзної частини, так звана «сходинка». Крім того, деформаційні шви зазнають вплив вологи, що проникає крізь тріщини, які утворилися між швом та покриттям. Проникаючи у конструкцію, вода погіршує властивості бетону плити проїзної частини. Це приводить до подальшого руйнування конструкції і деформаційного шва і покриття (рис. 1).

Другим суттєвим дефектом мостів та шляхопроводів, який впливає на рівність покриття проїзної частини, є пониження профілю покриття у стиках насипу та перехідної плити споруди, тобто наявність просадок в місцях поєднання мосту з насипом (рис. 2). Поява просадок може бути викликана різними причинами: поганим ущільненням ґрунту насипу у період будівництва підходів; руйнуванням тіла насипу та конусу внаслідок неправильного водовідводу, перезволоження та розмиву ґрунту; використанням мерзлого ґрунту; а також зміщенням або руйнуванням перехідних плит. Так як жорсткість проїзної частини мосту та дороги неоднакова, то навіть при ідеальній рівності на ділянці сполучення мосту з насипом умови руху автомобіля змінюються при в’їзді на міст. А наявність нерівностей в місцях сполучень (рис. 3) змушує водіїв понижувати швидкість і тим самим зменшувати пропускну здатність

автомобільної дороги. У зв'язку з цим інтенсивність руху на мостах вище інтенсивності руху на дорозі.

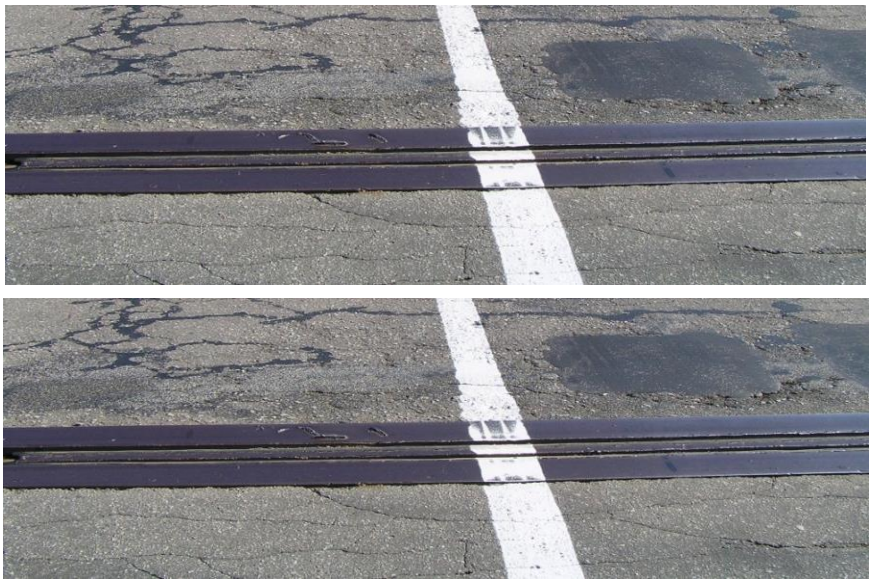


Рисунок 1 – Наявність локальних руйнувань шарів дорожнього одягу вздовж деформаційного шву на шляхопроводі на автомобільній дорозі М 29 Харків-Красноград-Перещепіно (Люботин-Мерефа) в селищі Люботин

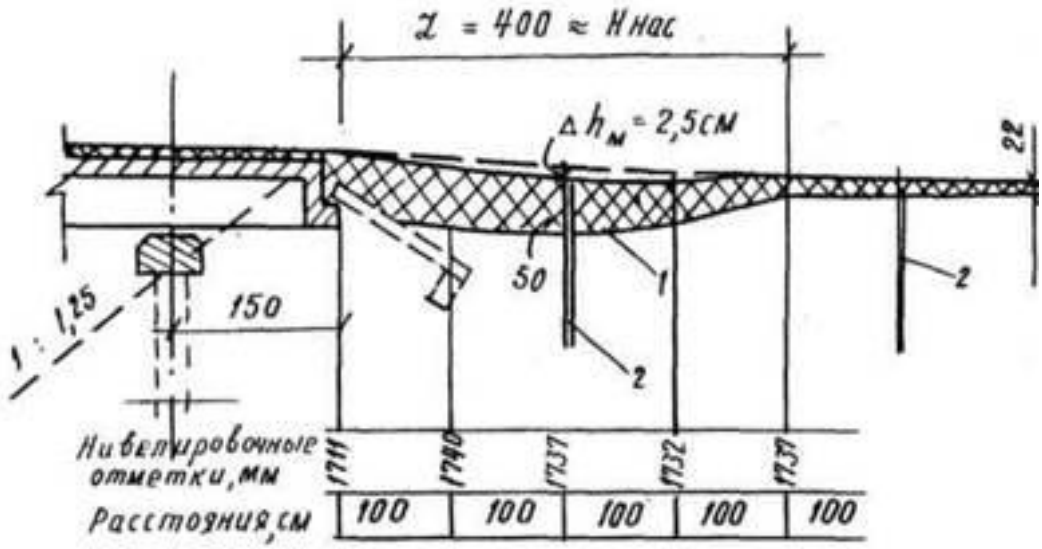


Рисунок 2 – Місцева просадка насипу біля одного з мостів на автомобільній дорозі Харків-Сімферополь (Е105)



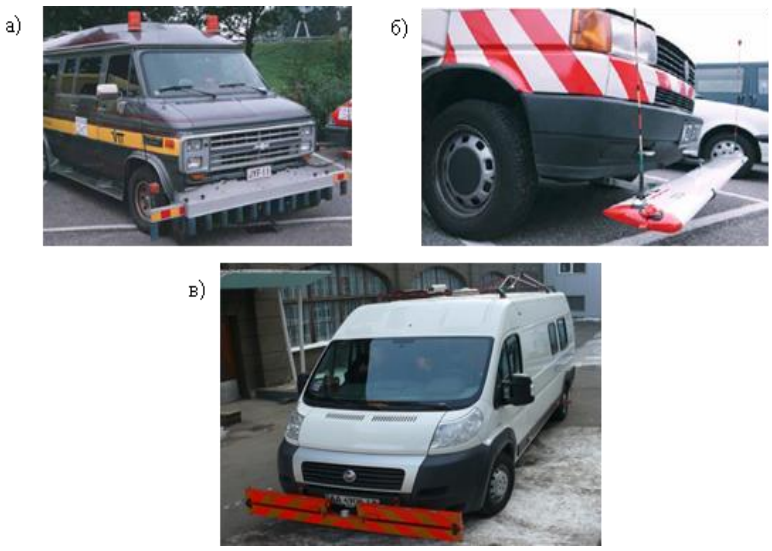
Рисунок 3 – Руйнування шарів дорожнього одягу в зоні деформаційного шву на сполученні з перехідною плитою (міст через р. Сів. Донець в сел. Ст. Салтів)

При значному перевищенні значень фактичної інтенсивності руху транспорту над прийнятими в розрахунках, відбувається інтенсивний знос покриття та утворюється колія (рис. 4). Особливо ця проблема проявляється на швидкісних магістралях. В місцях утворення колії по смузі накату в асфальтобетонному покритті відбувається інтенсивне руйнування, а в зоні деформаційних швів ще добавляється удар від коліс автотранспортних засобів об торець шву, що ще більше підвищує негативний динамічний вплив на стан штучної споруди в цілому та зокрема на стан покриття проїзної частини.



Рисунок 4 – Колійність на проїзній частині мосту (м. Чугуїв)

Найбільш перспективною технологією оцінки рівності дорожніх покриттів є оцінка за Міжнародним Індексом Рівності (IRI) [4]. Сучасні вимірювальні засоби, які відносяться до другого класу методів і методик оцінювання рівності, що уявляють собою ходові дорожні лабораторії з обладнанням для сканування дорожніх покриттів (рис. 5), дозволяють вести обстеження ділянок різної довжини. Це дає можливість визначати рівність по довжині мосту або іншої інженерної споруди на автомобільній дорозі окремо від загальної рівності дороги.



а) профілограф «Roadmaster», Фінляндія; б) установка «TUS», Франція, в) ЛВС 2 ХНАДУ

Рисунок 5 – Ходові дорожні лабораторії для сканування дорожніх покриттів безконтактними датчиками

Висновки

Існуюча методика оцінки рівності автомобільних доріг не передбачає виділення ділянок, де розташовані штучні споруди. Оцінка виконується покілометрово. Це призводить до того, що нерівності на штучних спорудах, сконцентровані на незначній протяжності, можуть не істотно вплинути на загальний показник рівності на ділянці довжиною 1 кілометр. Внаслідок чого ця ділянка залишається без уваги. Під час виконання обстеження доріг на рівність необхідно окремо виділяти ділянки з штучним спорудами. Це дасть можливість урахувати вплив дефектів, які виникають на мостах та шляхопроводах на рівність покриттів проїзної частини, а значить на безпеку та комфорт руху і спланувати відповідні ремонтні заходи. Вимірювання рівності окремо на мостах і шляхопроводах також дозволить оцінити динамічний вплив транспорту на конструкції споруд та дасть можливість враховувати основі дефекти проїзної частини цих споруд під час їх обстежень.

Література

1. Смолянюк Р.В. Розвиток й удосконалення сучасних технологій оцінки рівності дорожніх покриттів/ І. В. Кіяшко // Автошляховик України. – К. : Держ. автотр. наук. досл. і проектн. ін-т, 2007. – № 5. – С. 39–42.

2. Гайдук К.В.Содержание и ремонт мостов и труб на автомобільних дорогах / Мусатов С.А., Озе С.Є., Поспелов Н.Д. – М.: «Транспорт», 1976. – 29 с.

3. Споруди транспорту. Настанова з оцінювання і прогнозування технічного стану автодорожніх мостів: ДСТУ- Н Б В.2.3-23:2012. – [Чинний від 2013-12-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 27 с. – (Національний стандарт України).

4. Смолянюк Р.В. Сучасні пересувні лабораторії для оцінки споживчих властивостей автомобільних доріг // Проектування, будівництво та експлуатація нежорстких дорожніх одягів. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, яка присвячена 80-річчю ХНАДУ та дорожньо-будівельного факультету.- Харків: ХНАДУ. – С. 138–146.

5. Miroslav Šimun, Mate Sršen Ravnost kolniþkih zastora na graÿevinama cestovne infrastrukture. GRAĈEVINAR. 2007. No 59. P. 395-405.

Рецензенти:
Мішутін А.В., д-р техн. наук, Одеська державна академія будівництва і архітектури.
Солодкий С.Й., д-р техн. наук, НУ "Львівська політехніка".

Reviewers:
Mishutin A.V., Dr. Tech. Sci., Odessa State Academy of Construction and Architecture.
Solodkyi S.Yo., Dr. Tech. Sci., NU "Lviv Polytechnic".

Стаття надійшла до редакції: **24.06.2017 р**.

ЕКОНОМІКА ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА, ТЕХНІЧНА ЕКСПЕРТИЗА ТА ОЦІНКА МАЙНА

УДК 69.003:658.157

Бондаренко Є.В., д-р. екон. наук, **Яценко І.В.,** канд. екон. наук,
Варфоломеєв Ю.М., канд. техн. наук

АНТИКРИЗОВЕ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ ПІДРЯДНОГО БУДІВНИЦТВА

Анотація. В роботі вирішено актуальну науково-прикладну задачу розробки нового системного інструментарію антикризового управління підрядними підприємствами як виконавцями будівельних робіт та послуг з наступним впровадження розробленого інструментарію в економічне середовище реалізації будівельних інвестиційних проектів.

В якості формалізованої основи запровадженого інструментарію антикризового управління для потреб підрядних підприємства розроблено модель «антикризова ідентифікація та подолання загроз».

Запроваджений в моделі методико-аналітичний апарат та прийнятий критеріальний показник моделі , а саме – індекс спроможності підприємства до опору кризі, забезпечують замовнику та девелоперу будівельного проекту як мультикомпонентну та адекватну діагностику спроможності підрядного підприємства до опору кризовим явищам, так і інтегровану конкурентну перевагу даного будівельного підприємства при відборі виконавців проекту в процесі тендеру.

Оцінка підрядного підприємства за індексом спроможності до опору кризі та наступна його ідентифікація за станом антикризової, стійкості створює однозначні підстави топ менеджменту підприємства для вжиття необхідних антикризових заходів визначення їх переліку змісту та тривалості.

Практичною реалізацією запровадженого інструментарію є комплекс прикладних програм «антикриза будова замовник», який забезпечує формування раціонального складу підприємств-виконавців будівельного проекту на підставі порівняльної діагностики їх антикризової стійкості, а також альтернативні

проектні рішення з модернізації організаційних структур управління для девелоперських та інвестиційно-будівельних компаній.

Ключові слова: превентивне антикризове управління, підрядне підприємство, індекс спроможності підприємства до опору кризі, будівельний проект, замовник будівельного проекту, девелопер будівельного проекту, антикризова стійкість будівельних підрядних підприємств, модель «Антикризова ідентифікація та подолання загроз».

UDC 69.003:658.157

Bondarenko Ye., Dr. Econ. Sci., **Yatsenko I.,** Cand. Econ. Sci. (Ph.D.),
Varfolomeiev Yu., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.)

CRISIS MANAGEMENT CONTRACTING CONSTRUCTIONS ENTERPRISES

Abstract. The thesis agreed date scientific and applied problems of developing a new system of crisis management tools contracting companies as executors of construction and services with the subsequent introduction of the developed toolkit into the economic environment of realization of construction investment projects is solved.

As the formal foundations of the implemented crisis management tools for the needs of subcontractors, the model "anti-crisis identification and overcoming of threats" was developed.

The methodological and analytical apparatus introduced in the model and the adopted criterion of the model, namely, the index of the company's ability to withstand the crisis, provide the customer and developer of the construction project as a multicomponent and adequate diagnosis of the ability of the subcontractor to withstand crisis phenomena and the integrated competitive advantage of the construction company at selection of project executors in the tender process.

The assessment of a subcontractor based on the index of resistance to crisis and its subsequent identification of the state of crisis, stability provides unambiguous grounds for top management of the enterprise to take the necessary anti-crisis measures to determine their list of content and duration.

The practical implementation of the implemented toolkit is a complex of applied programs "anti-crisis construction customer", which ensures the formation of a rational

composition of enterprises implementing the construction project on the basis of comparative diagnosis of their anti-crisis sustainability, as well as alternative design solutions for the modernization of organizational management structures for developers and investment and construction companies.

Keywords: preventive crisis management, contracting enterprise, enterprise capacity index of resistance to the crisis, the construction project, the customer of a construction project, developer of a construction project, anti-crisis sustainability of construction contractors, model "Crisis identifying and overcoming threats".

УДК 69.003:658.157

Бондаренко Е.В., д-р. экон. наук, **Яценко И.В.,** канд. экон. наук,
Варфоломеев Ю.Н., канд. техн. наук

АНТИКРИЗИСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ПОДРЯДНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Аннотация. В работе решена актуальная научно прикладная задача разработки нового системного инструментария антикризисного управления подрядными предприятиями как исполнителями строительных работ и услуг с последующим внедрением разработанного инструментария в экономическую среду реализации строительных инвестиционных проектов.

Доказано что с учётом производственно-технологических особенностей создания готовой продукции подрядного строительства и мультипроектной обусловленности операционной системы подрядного предприятия , основанием для ведения антикризисных мер должна стать новая категория « антикризисная устойчивость подрядного предприятия» которую целесообразно представить как специально определенную для подрядных предприятий исполнителей ситуативную переменную которая подлежит формализации и в виде итогового комплексного оценочного показателя в данный момент отражает: интегрированную текущую и потенциальную способность противостоять будущим или текущим кризисным явлением на основе специально подобранных параметров.

Позиционные преимущества перед заказчиком девелопером проекта данного строительного предприятия по отношению к другим исполнителем проекта.

В качестве формализованной основы введённого инструментария антикризисного управления для подрядных строительных предприятий разработана модель «антикризисное идентификации и преодоления угроз».
Разработанные в модели методико-аналитический аппарат и критериальный показатель индекса способности предприятия к сопротивлению кризису обеспечивает заказчику и девелоперу строительного проекта как мультикомпонентную и адекватную диагностику способности подрядного предприятия к сопротивлению кризисным явлением так и интегрированное конкурентное преимущество данного строительного предприятия при отборе исполнителей проекта в процессе тендера.
Полученная оценка строительного предприятия по данному критериальному показателю создает для топ менеджмента предприятия формализованную однозначную основу для принятия необходимых антикризисных мер для определения их перечня содержание и продолжительности.
Практической реализации введённого инструментария является комплекс прикладных программ « Антикризис постройка закачик» который обеспечивает формирование рационального состава предприятия исполнителей строительного проекта на основании сравнительной диагностики их антикризисной устойчивости а также альтернативные проектные решения по модернизации организационных структур управления для девелоперских и инвестиционно строительной компаний.
Ключевые слова: превентивное антикризисное управление, подрядное предприятия, индекс способности предприятия к сопротивлению кризису, строительный проект, заказчик строительного проекта, девелопер строительного проекта, антикризисная устойчивость строительных подрядных предприятий, модель «антикризисная идентификации и преодоления угроз».

Постановка проблеми. Динамічність бізнес-середовища функціонування підприємств і нестабільність сучасних ринкових відносин, складність внутрішніх бізнес-процесів та обмеженість альтернативного прогнозування розвитку в умовах невизначеності зумовлюють актуальність превентивного антикризового управління діяльністю будівельних підприємств як однієї з основоположних компонент теорії і практики ефективного менеджменту.

Будівельна галузь – це той напрямок, який у національній економіці багатьох країн є ключовим. Загальний внесок галузі в формуванні ВВП у низці

країн, що інтенсивно розвиваються, становить істотний відсоток: наприклад, в Бразилії – 12,2%, тоді як в Україні цей показник коливається лише на рівні 2,5% – 3,5%. Це, з одного боку, говорить, що є значні перспективи для зростання, а з іншого боку – про наявні серйозні проблеми в діяльності підприємств будівельної галузі. Необхідність удосконалення теорії антикризового управління, орієнтованої на сучасний етап розвитку національної економіки, підтверджується і даними офіційної статистики, що відбивають тенденцію високої питомої ваги (у цілому по країні та будівельній галузі) збиткових підприємств (організацій), шо протягом останніх п'яти років перебуває в діапазоні 30-40%. Виходячи з цього, виникає об’єктивна потреба у розробці теоретичних основ та у практичному впровадженні механізму антикризового управління підприємствами підрядного будівництва, шо забезпечує узгодженість стабілізаційних заходів на всіх стадіях життєвого циклу підприємства за ресурсами, часом, ризиками; враховує специфіку та циклічність розвитку вітчизняного житлового будівництва, мультиплікативні та дифузійні процеси в межах ланцюга “локальна криза на підприємстві - галузева криза - глобальна фінансово-економічна криза”; дозволяє не тільки адекватно реагувати на наявні кризові явища, але й прогнозувати потенційні фактори ризику.

Аналіз останніх публікацій. Питання антикризового управління підприємствами досліджували вітчизняні та у російські вчені: І.О. Бланк, Н.Ю. Брюховецька, О.В. Василенко, А.П. Градов, Зайцева О.І., М.О. Кизим, В.В. Ковальов, А.М. Поддєрьогін, К.С. Салига, Р.А. Сорока, Л.О. Лігоненко, О.І. Пушкар, О.О. Терещенко, О.М. Тридід, Е.А. Уткін, З.Є. Шершньова та ін. Теоретичні та методологічні аспекти антикризового управління відображено у працях таких зарубіжних вчених, як Р. Акофф, П. Друкер, П. Дюпон, Дж. Ван Хорн, Р. Каплан, М. Мескон, Д. Мілер, Д. Нортон тощо.

Проте, недостатньо вирішеними залишаються питання формування ефективних механізмів проактивного антикризового управління, які враховували б етапи життєвого циклу та галузеву специфіку функціонування будівельних підрядних підприємств; вимоги реалізації інвестиційно-будівельних проектів в умовах дії кризових явищ. Вищезазначене засвідчує актуальність обраної теми дисертації, її наукове та емпіричне значення.

Мета дослідження. Метою роботи є розвиток науково-методичних підходів та практичних рекомендацій щодо побудови інноваційного механізму превентивного антикризового управління на підприємствах підрядного

будівництва. В якості основи такого механізму покладено формалізоване визначення стану антикризової стійкості будівельних підрядних підприємств (ПП) як важливої складової їх виживання, усталеного та прибуткового функціонування в середовищі реалізації будівельних інвестиційні проектів (БІП) та забезпечення цілей інвестування. Реалізація запровадженого підходу передбачається в прикладних інструментах прийняття рішень (моделях та програмних продуктах), що забезпечують вимоги провідних суб'єктів інвестування (замовника, інвестора та девелопера) щодо надійності виконавців, керованості проекту та досягнення цілей інвестування.

Викладення основного матеріалу. Грунтуючись на результатах узагальнення світових теоретичних надбань, урахуванні вітчизняного, зарубіжного досвіду та на підставі систематизації теоретико-методологічних підходів щодо детермінації категорії «антикризове управління підприємством», можливо виокремити найбільш прийнятне визначення, «методологія стратегічного управління розвитком підприємства, що включає в себе комплекс заходів, які спрямовані на вирішення сукупності проблем, а саме- передбачення небезпеки кризи, аналіз її причин, вжиття заходів щодо ліквідації негативних наслідків функціонування суб'єктів господарювання».

Однією з ознак наближення нестійкого положення системи (ПП та БІП, який впроваджується за його участю) є досягнення максимальних значень проекту, що відповідає стадії зростання життєвого циклу, та на якій (стадії) найбільш вірогідна поява прихованої кризи, оскільки в цей момент відбувається інверсія тенденцій розвитку в протилежному напряму (рис. 1). Діагностування стадії життєвого циклу підприємства доцільно здійснювати за інтегральним показником, який акумулює в собі динаміку факторів ризику, стадію розвитку підприємства та якісні зміни індикаторів (стан рівноваги), що в межах інформаційного середовища визначають ступінь стійкості (опору) до очікуваних наслідків кризових ситуацій. На підставі цього, можна наочно проілюструвати (рис. 1) етапи життєвого циклу підприємства підрядного будівництва, на яких у взаємозалежності від конкретного етапу розвитку підприємства визначено і значення показників його антикризової стійкості.

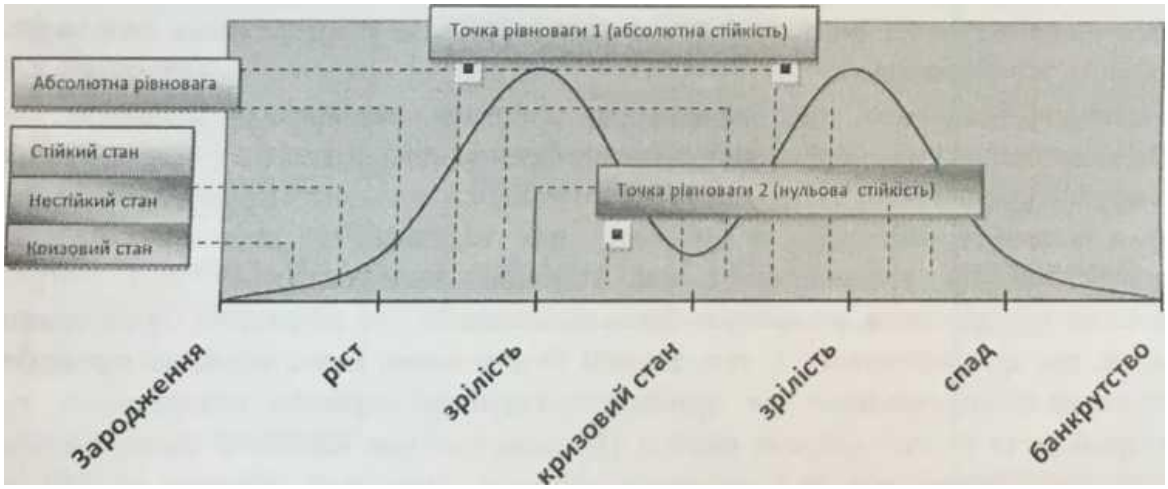


Рисунок 1 – Варіації рівня антикризової стійкості підприємства підрядного будівництва на етапах життєвого циклу

Як засвідчив проведений аналіз теоретико-методологічних підходів до розуміння процесу превентивного «антикризового управління», особливість його застосування до будівельних підприємств, зокрема в ході реалізації інвестиційно- будівельного проекту, зумовлюється тим, що основний рушійний фактор антикризового управління - ризики, які обумовлюють напрямки цього процесу, мають приналежність одночасно до багатьох сфер їх прояву - ризики інвестиційної діяльності, ризики будівельної діяльності, ризики споживача, ендогенні та екзогенні ризики. Згортання інвестиційної активності під час кризи, спричинене політичною нестабільністю, невизначеністю ринкового середовища, незадовільним фінансовим станом суб'єктів господарювання та нестачею фінансових ресурсів, стримувало і розвиток підприємств будівельної галузі. Отже, механізм реалізації превентивного антикризового управління ПП характеризується своєю приналежністю до різних площин, що потребує створення дієвого, ефективного та специфічного інструментарію раннього попередження ризиків та їх локалізації, передбачення та діагностики щодо розпізнання наявності симптомів латентної (прихованої) кризи, спрямоване на випередження потенційно можливих подій внутрішнього та зовнішнього оточення на засадах ідентифікації слабких сигналів у середовищі функціонування ПП.

Особливої актуальності сьогодні набуває формування основних положень розвитку принципово нової концепції превентивного антикризового управління підприємствами –виконавцями будівельних проектів (ПВБП), що базується на врахуванні компромісу інтересів замовника (ініціатора та розпорядника майбутньою продукцією проекту, ПП- виконавця БІП, інвестора (кредитора

проекту) та девелопера (керуючої компанії, яка управляє ресурсами під час підготовки та впровадження БІП), які разом зацікавлені в забезпеченні надійності ПП як основи нейтралізації суб'єктивних ризиків під час реалізації БІП та подолання можливих відхилень ходу його реалізації.

З врахуванням того, що операційна система підрядного підпорядкована структурі операційної системи будівельних проектів (участь в яких складає виробничу програму ПП); змісту та тривалості життєвого циклів зазначених проектів; традиційні підходи та методи, що визначають зміст та перелік антикризових заходів управління і які успішно застосовуються для потреб індустріальних підприємств, що функціонують в середовищі будівельних інвестиційних проектів.

Такі міркування стали основою для прийняття наукової гіпотези, яка визначає що, основою прийняття інституційним рівнем ПП рішення про вжиття антикризових заходів або невжиття та продовження обраної стратегії діяльності ПП на обраному територіально-продуктовому сегменті ринку підрядних робіт має стати запроваджена інтегрована характеристика – стан «антикризової стійкості підрядного підприємства».

В цій характеристиці щодо складу показників слід врахувати:

- проектну підпорядкованість операційної системи ПП;
- провідні фінансово-економічні, технологічні, ресурсно-кадрові та іміджеві аспекти діяльності ПП;
- інтереси та стратегію топ-менеджменту ПП на ринку підрядних робіт;
- вимоги провідних суб'єктів управління БІП (замовника та девелопера).

Система оцінювання ПП за запровадженою інтегральною характеристикою має забезпечити універсальність діагностичних процедур для всіх ПП як виконавців БІП. незалежно від змісту виконуваних в проекті робіт, їх кошторисної вартості та інших показників.

Одержана підсумкова характеристика має створити підстави для однозначної диференціації ПП за конкретним станом стійкості, що надасть топ-менеджменту обгрунтовані засади для запровадження антикризових заходів, визначення переліку, змісту та тривалості (рис. 2.)



Рисунок 2 – Заходи антикризового управління ПП, що встановлюються за підсумками аналізу стану його антикризової стійкості

На підставі досліджень доведено що формування моделей та методики антикризового управління ПВБП Слід розпочати з адаптації категоріально понятійного апарату та інструментарію антикризового управління (АКУ) До потреб функціонування ПП в сучасних умовах будівельного ринку України.

Перша модель на основі прийнятого до розгляду категоріально понятійного апарату та інструментарію антикризового управління має забезпечити багатоаспектний розгляд стану ПВБП як економічної інформаційно-технічної та біо соціальної регульованої системи. Запроваджено в моделі сукупність факторів та їх раціональне підпорядкованість має базуватися на євро адаптовані міжнародній системі фінансової звітності та забезпечити раціональну й достовірну ідентифікацію набутого ПП Досвіду та якості функціонування на ринку будівництва в однозначний і достовірний розрахунковий критерій що стане основою подальшої ідентифікації стану ПП Щодо стадій попередження або подолання кризи.

Наступна модель побудована за підсумками першої в рамках прийнятого понятійного апарату та розрахунково-аналітичної основи має ідентифікувати стан антикризової стійкості по всім виконавцям проекту та здійснити ресурсно-діагностичну параметризацію за стадіями і операційними процесами БІП; Яка разом з ритмічністю та обсягом інвестування вартісною та технологічною структурою робіт в проекті дозволяє оцінити рівень антикризової стійкості проекту диференційовано щодо питомих вартісних часток участі підприємства виконавців у реалізації проекту.

Діагностика стану ПВБП що до кризи має бути передумовою як для вжиття подальших економічних та організаційно -технічних антикризових заходів по збереженню набутої ПП позитивної рівноваги на певному сегменті ринку будівельних підрядних робіт та послуг так і для прибуткової реалізації будівельного проекту за умови додержання його підприємствами виконавцями середньогалузевих стандартів та вимог замовника.

Основою достовірності та системності антикризової діагностики в запровадженій моделі є те що вона базується на принципово новій системі факторів що ієрархічно упорядковані чітко формалізовані і за змістом відображають як фінансово майновий стан ПП успішність та маневреність використання виробничого та кадрового потенціалу так і ділову репутацію будівельного підприємства вміння топ менеджменту будівельного підприємства зміцнювати позиції на конкретному ринку підрядних робіт.

Отже, запроваджений в моделі методичний та аналітичний апарат спроможний надати особі що приймає рішення мультикомпонентну та адекватну діагностику антикризової стійкості ПП виконавця БІП.

З врахуванням вимог просування підрядного будівництва до євростандартів та необхідності реалізації БІП за механізмами девелопменту модель запроваджує і реалізує інноваційну операційну технологію системного формалізованого вияву рівня антикризової стійкості підрядного підприємства і подання цього рівня як інтегрованої конкурентної переваги даного будівельного ПП серед інших загально будівельних організацій претендентів на виконання будівельних контрактів в БІП.

Якщо перша модель призначена для відображення стану антикризової стійкості ПП,то наступна модель АУБП, розглядає стан антикризової рівноваги всіх ПП що включені до складу підприємств виконавців БІП.

Тому дану модель що сполучає ознаки ресурсно-календарної, бюджетної , логістичної та діагностичної моделей слід означити як ресурсно-діагностичну.

Зазначена модель розроблена як сучасний інструмент адаптованої до європейської системи девелоперського управління будівництвом. модель призначена:

А) На основі висновку моделі антикризової діагностики по кожному з підприємств виконавців загально будівельних та спеціалізованих підрядних робіт у БІП- Визначити окремі ресурсну календарні логістичні моделі графіку бюджету кожної з робіт будівельного проекту з відображенням при цьому стану віддаленості до кризи по ПП-виконавцю даної роботи.

Таблиця 1 – Зміст параметрів моделі АІПЗ

Індекс та назва інтегрованих компонентів ПП	Одиниці реального виміру фактору	Зміст фактора прокризової діагностики ПП
Int(1) оцінка зростання антикризо-стійкості за динамікою зростання обсягів БМР та продуктивності використання майна БПП.	Тис.грн	Ar(1.1) – ідентифікатор антикризової стійкості ПП за рівнем динаміки річного обсягу реалізації – абсол. приріст обсягів виконання БМР в році, який передує діагностиці (поточному), до базового року (попереднього до нього)
	Тис.грн	Ar(2.1) – ідентифікатор антикризової стійкості ПП за обсягом приросту ринкової (експертно оціненої) вартості всіх активів БПП над їх балансовою вартістю за поточний рік, середньозважено оцінений щодо складу експертної комісії.
	%	Ar(3.1) – темп приросту чистого операційного прибутку NOPAT – операційний прибуток після виплати податків, у поточному році щодо базового.
Int(2) вияв спроможності ПП протидіяти кризі за ефективністю менеджменту ПП та його діловою репутацією.	Кількість обертів	Ar(6.2) – оцінка протидії кризовим явищам за коефіцієнтом оборотності власного капіталу.
	Натуральне число	Ar(7.2) – кількість об’єктів за останні 3 роки, по яким з вини ПП було зірвано терміни виконання будівельних контрактів.
Int(3) фінансова спроможність протистояти кризі.	Тис.грн	Ar(1.3) – вартісна оцінка загальної зміни структури майна за абсолютним приростом власних джерел в поточному році порівняно з базовим.
	Частка один.	Ar(8.3) – спроможність ПП забезпечити потребу в запасах за рахунок власних джерел (за поточний рік).

В) Сполучити одержані моделі за етапом А) ресурсно- діагностичні моделі окремих робіт в кілька варіантів інтегрованої економічної моделі реалізації девелоперського будівельного проекту.

С) Здійснити з переліку варіантів в) вибір раціонального варіанту оцінки наданих варіантів за критеріями нового змісту. Дана модель є оновленою сітьовою моделлю типу роботи- дуги. Принциповою інновацією моделі в порівнянні з традиційними аналогами, є включення до складу моделі наступних внутрішніх параметрів робіт:

Середні виробіток підприємством виконавцем при виконанні даної роботи.

Очікуваний розрахунковий фінансовий результат підприємства виконавця по даній роботі.

Балансова вартість активів на момент початку даної роботи.

Абсолютний приріст активів підприємства виконавця після завершення виконання даної роботи до моменту початку виконання робіт.

Темп приросту загальної вартості активів на момент завершення підприємством виконавцем даної роботи до моменту початку цієї роботи.

Коригувальні коефіцієнти кошторисної вартості та тривалості виконання даної роботи які на підставі одержаної ПП оцінки здійснюють перехід від директивних значень до їх розрахункового значення:

$$\mathbf{РКВ = БКВ * Квр;\ \ Квр(і,к) = -0{,}0342LnТКі+1{,}1729}$$

$$\mathbf{Ртр = БТр * Ктр;\ \ \ КтрEk11(j,k) = БТ(j,k) = 1{,}2972 * ТКі}$$

де **і –** порядковий номер ПП в загальному переліку виконавців проекту;

к – порядковий номер роботи в переліку робіт проекту;

Ткі – одержаний за підсумками попередньої моделі критеріальний показник спроможності ПП до опору кризі;

БКВ – базова кошторисна вартість;

РКВ – розрахункова кошторисна вартість виконання роботи даним ПП;

БТр – базова тривалість виконання даної роботи;

Ртр – розрахункова тривалість виконання даної роботи;

Квр – коригувач кошторисної вартості, як економетрична функція Ткі;

Ктр – коригувач тривалості виконання роботи, як економетрична функція Ткі.

Отже дана модель створює для замовника девелопера та інвестора будівельного проекту загальну картину антикризової стійкості всіх підприємств виконавців і накладає її на загальну ресурсно-календарну модель реалізації БІП.

Загальні висновки

У роботі вирішено актуальну науково-прикладну задачу започаткування, обґрунтування та впровадження в економічне середовище реалізації будівельних інвестиційних проектів (БІП) - нового системного інструментарію (в складі концепції економічних моделей проектів оргструктур та програмних продуктів) антикризового управління підрядними підприємствами (ПП) як виконавцями будівельних робіт та послуг.

В результаті проведених досліджень в роботі було одержано наступні результати та висновки:

Проведений аналіз щодо з'ясування проблем у будівельній галузі причин кризових явищ та ідентифікація ризиків дозволити обгрунтувати методичні підходи до встановлення залежності між ризиками кризовими явищами. До симптомів кризових явищ у будівництві віднесені незбалансованість інвестиційної політики (Невідповідність співвідношення темпів росту обсягів власного і залученого капіталу будівельну галузь та темпів росту обсягів інвестицій у будівництво взагалі), Виробничої діяльності (зростання темпів ведення збудованого житла при одночасному зниженні темпів реалізації будівельної продукції) Та цінової політики (зменшення частки доданої вартості що створюється на будівельних підприємствах у структурі випуску зниження темпів росту рентабельності будівельної продукції над темпами росту обсягів її реалізації.)

На підставі проведених досліджень актуалізована потреба запровадження і наукового обґрунтування нового підходу до превентивного антикризового управління будівельними підрядними підприємствами що має бути адаптоване до потреб їх функціонування на ринку підрядних робіт та врахувати вимоги замовника і девелопера проекту щодо рівня спроможності підприємства виконавців до опору кризи. Доведено що першоосновою антикризового менеджменту в діяльності ПП як суб'єктів будівельної інвестиційного процесу мають стати передовій аналітичні інструменти превентивного антикризового управління. В основу такого аналітичного інструменту слід покласти формалізований інтегральний показник спроможності підприємства до опору кризі. Значення цього показника ідентифікуватиме стан ПП відносно стійкості до впливу кризи що на наступному етапі надасть підстави інституційному рівні ПП для прийняття організаційно технічних та економічних антикризових заходів

для збереження чи зміни стратегії діяльності ПП на зайнятій підприємством частці ринку підрядних робіт.

Розроблено модель «антикризове управління будівельним проектом»- як інструмент відображення загального стану антикризової стійкості учасників будівельного проекту за оцінкою кожного з підприємств виконавців в сукупній ресурсно-календарний моделі реалізації БІП. Факторного розрахункова основа моделі сполучає ознаки ресурсну календарної бюджетної логістичної та діагностичної моделей. Це дає підстави замовнику та девелоперу за допомогою моделі серед численних варіантів календарного графіку та бюджету обрати найбільш прибуткову та водночас найменш ризикову щодо підприємств виконавців альтернативу впровадження будівельно- інвестиційного проекту.

Системно впорядковано синергіїне застосування моделей у комплекс прикладних програм « антикриза-будова -замовник». Розроблено програмний продукт, що забезпечує формування раціонального для провідних суб'єктів інвестиційного процесу складу підприємств-виконавців на підставі порівняльної діагностики антикризової стійкості ПП як потенційних виконавців БІП.

Література

1. Бондаренко Є.В. Актуальні проблеми модернізації моделей превентивного антикризового управління на підприємствах будівельної галузі // Економіка і управління: науковий журнал – К: Європейський університет, 2015. – №1 С. 69-74.
2. Амоша О.І. Шляхи вдосконалення економічного механізму забезпечення сталого розвитку в системі управління підприємством // Формування ринкових відносин в Україні: зб. наук. праць-№11. – С. 220-222.
3. Погорельцев В.М. Своєчасне криторіальне оцінювання бізнес-процесів підприємства як ефективний інструмент антикризового управління // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин: зб. наук. праць – Випуск 28. – С. 44-52.
4. Яценко Б.І. Методи діагностики та попередження ризиків: алгоритми реалізації процедур антикризового управління інтегрованою будівельною організацією // Ефективна економіка // Електронне фахове видання.
5. Яценко І.В. Розробка моделі діагностики кризового стану та комплексу заходів по опору кризі на підприємствах підрядного будівництва // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми сучасних економічних досліджень», Полтава: Інтерграфіка 2016, С. 258-260.

Рецензенти:
Кучерук Н.Ю.., доктор економічних наук, професор кафедри менеджменту Державного університету інфраструктури транспорту.
Гречан А.П., доктор економічних наук, професор кафедри економіки Національного транспортного університету.

Reviewers:
Kucheruk N.Yu., Doctor of Economics, Professor, Department of Management, State University of Transport Infrastructure.
Hrechan A.P., Doctor of Economics, Professor, Department of Economics, National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **15.08.2017 р.**



Рисунок 5 – Ключові елементи державної житлової політики

Підвищенню доступності житла могла б сприяти заміна ліцензії свідоцтвом асоціації будівельних саморегулюючих організацій (БСО), яке не має обмеженого терміну дії. БСО захищає інтереси і права своїх членів в спорах з державними органами і споживачами, сприяє зростанню рівня надання послуг. підвищенню кваліфікації, взаємодопомоги, відслідковує зміни в нормативно-правових актах та дозволяють більш ефективно добиватись поставлених цілей. За рахунок саморегуляції карликові сумнівні компанії не зможуть вигравати будівельні конкурси з великою кошторисною вартістю, що характерно для України. Саме БСО мають провести ревізію будівельних компаній і взяти на себе всю відповідальність. При цьому функції корупційних державних органів будуть замінені суспільним контролем учасників бу дівельного ринку. БСО сприятимуть зменшенню бюджетних витрат на утримання державних органів контролю, бюрократії і корупції. Ідея впровадження саморегулюючого

механізму на ринку житла не є чимость новим - вона знайшла широке впровадження в світі.

Сприяння конкуренції на ринку будівництва житла шляхом вільного допуску іноземних будівельних компаній та створення сприятливих передумов розвитку ринкових фінансових інститутів іпотечної інфраструктури (пенсійні фонди, страхові компанії тощо) в певній мірі забезпечували б адекватне ціноутворення на будівельному ринку.

Введення податку на нерухомість, за оцінками експертів, може забезпечити зменшення вартості житла на 10-20%. В 130 країнах світу цей податок успішно використовується, становить переважно більше 40% надходжень до місцевих бюджетів і спрямовується на утримання доріг, мереж тощо. На пострадянському просторі лише в Україні і Таджикістані він відсутній.

Сьогодні на утримання житлового фонду та будівництво нового житла витрачається більше 30% енергоресурсів, що споживаються в країні. Наближення до рівня будівництва, епівставного із середньоєвропейським (1 кв.м. житла на одну людину в рік) вимагатиме суттєвого зростання потреби в енергоресурсах, що зумовлює актуальність підвищення ефективності їх використання в житловому секторі.

Вітчизняна практика доводить, що виділення землі під будівництво часто відбувається з численними порушеннями. Досвід “еліта-центрів” та інших подібних історій свідчить, що на будівельному ринку мають діяти чіткі критерії визначення забудовника певної території. Відповідно до генплану території міська влада може оголошувати конкурс на забудову певних площ і на конкурсних засадах відбирати найбільш прийнятного претендента-забудовника. До забудовника висувається низка вимог, до яких необхідно віднести насамперед наявність досвіду роботи, відсутність скарг на забудовника з боку громадян, розмір активів та наявність власного капіталу, якість будівництва тощо. В теорії економічного аналізу для отримання узагальнених комплексних оцінок застосовують різні методи приведення різноманітних показників в єдиний інтегральний показник. Очевидно, що таке оцінювання відноситься до класу задач прийняття рішень. В сучасній вітчизняній практиці проведення тендерів найчастіше використовуються бальні підходи, які не позбавлені певних недоліків.

Логіка запропонованого в роботі механізму оцінювання забудовника грунтується на теорії нечітких множин, що дозволяє суттєво розширити кількість

факторів, які аналізуються, та визначити рейтинг забудовника. Принциповими перевагами такого підходу є те, що фактори можуть бути як кількісними, так і якісними. Моделі, розроблені на базі нечіткої логіки, здатні “навчатись”, що мінімізує розбіжність між експериментальними даними та модельними результатами.

Структура узагальненої математичної моделі визначення рейтингу забудовника представлена у вигляді дерева логічного виведення (рис. 6), що описує ієрархічну сукупність співвідношень між факторами впливу. Показник та фактори впливу розглядаються як лінгвістичні змінні, що описуються за допомогою нечітких термів на відповідних універсальних множинах (табл. 1). Функції належності нечітких термів побудовано за методом парних порівнянь експертних оцінок з подальшою апроксимацією гаусовими кривими.

Наведеному на рис. 6 дереву логічного висновку відповідає така система співвідношень:

$$D = f_D(X, Y),$$
$$X = f_X(x_1, x_2, x_3),$$
$$x_1 = f_{x1}(a_1, a_2, a_3),$$
$$x_2 = f_{x2}(a_4, a_5, a_6, a_7, a_8),$$
$$x_3 = f_{x3}(a_9, a_{10}, a_{11}, a_{12}),$$
$$Y = f_Y(a_{13}, a_{14}, a_{15}, a_{16}),$$

де f(•) – функціональний зв’язок між вхідними і вихідними змінними заданих нечітких баз знань; D – загальний рівень заявник; X – рівень надійності забудовника; x_1 – рівень ділової активності та рентабельності підприємства; x_2 – рівень фінансової стійкості та ліквідності підприємства; x_3 – рівень виробничої надійності підприємства; Y – рівень будівельного проекту.

Укрупнені параметри відповідно до формул 1-6 формалізовані трьома термами – "низький”, “середній”, “високий”.

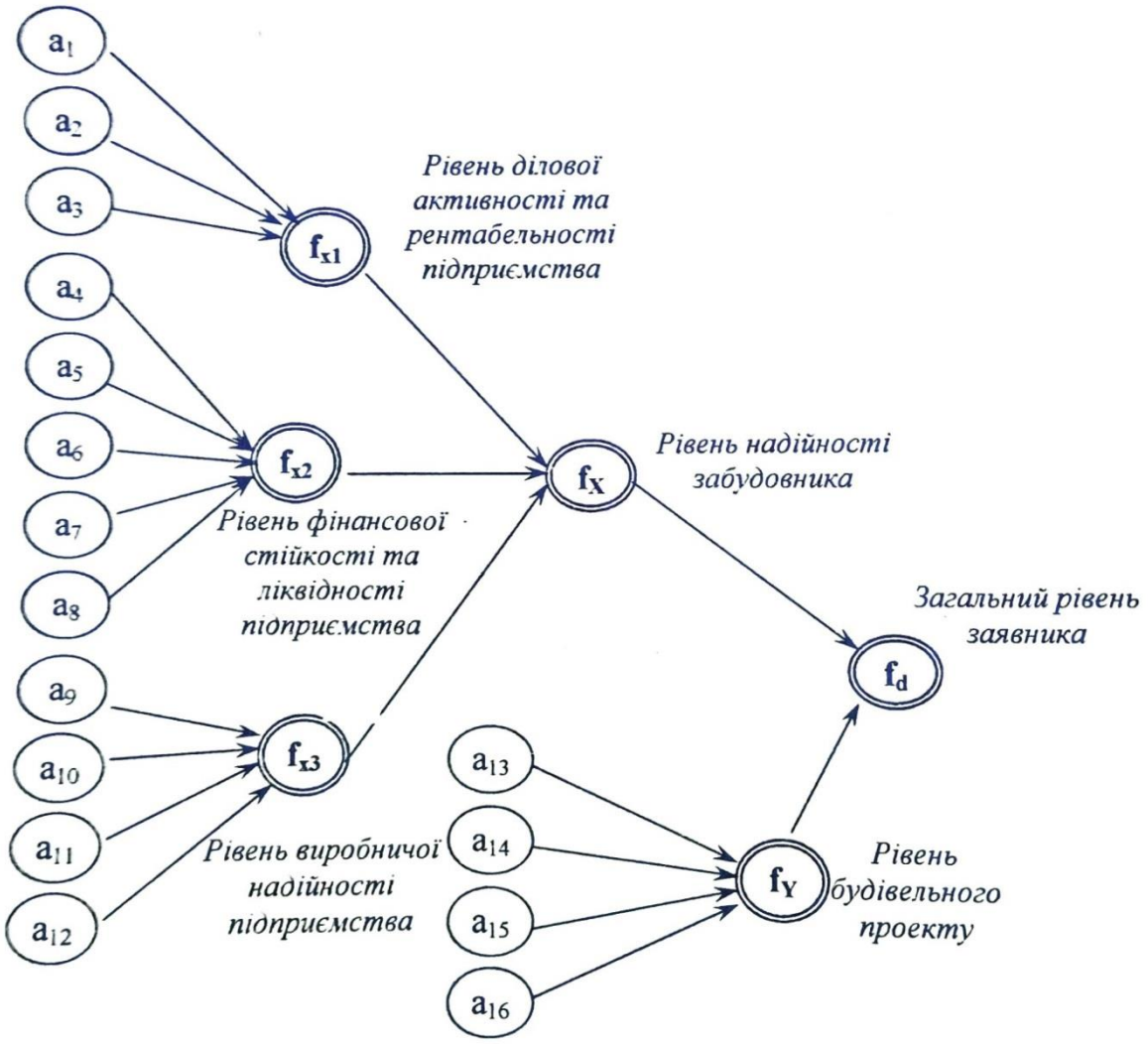


Рисунок 6 – Дерево логічного висновку ієрархічних зв'язків факторів, які визначають рівень заявника-абудівника

Таблиця 1 – Формалізація частинних параметрів лінгвістичними змінними

Позначення та назва параметра	Універсальна множина	Терми для оцінки
A_1 – коефіцієнт оборотності активів	[0; 10]	Низький, середній, високий
A_2 – коефіцієнт оборотності власного капіталу	[0; 20]	Низький, середній, високий
A_3 – рентабельність продукції за прибутком від операційної діяльності	[0; 30]%	Низька, середня, висока
A_4 – коефіцієнт забезпеченості оборотних активів власним капіталом	[0; 0,5]	Нижче норми, відповідає нормі, вищий за норму
A_5 – коефіцієнт фінансової стабільності	[0; 10]	Низький, відповідає нормі, високий
A_6 – коефіцієнт фінансового левериджа	[0; 1]	Відповідає нормі, не відповідає нормі
A_7 – коефіцієнт поточної ліквідності	[0; 10]	Низький, відповідає нормі, високий

Продовження табл. 1

Позначення та назва параметра	Універсальна множина	Терми для оцінки
A_8 – темп росту власних обігових коштів	[0; 5]	Незадовільний, нормальний, високий
A_9 – досвід роботи	[0; 20] років	Малий, середній, високий
A_{10} – коефіцієнт концентрації БМР	[0,5; 1,5]	Нижче норми, норма, вище норми
A_{11} – наявність скарг та порушень законодавства	[0; 1] л.о.	Наявні, відсутні
A_{12} - коефіцієнт плинності кадрів	[0; 0,1]	Низький, середній, високий
A_{13} – вартість 1 м. кв.	[-50; 50]%	Низька, середня, висока
A_{14} - комплексність проекту	[0; 1] у.о.	Крапкова забудова, окремий будинок з комплексною інфраструктурою, комплексна забудова території із необхідною інфраструктурою
A_{15} – схема фінансування будівництва	[0; 1] у.о.	Дольове будівництво(кошти майбутніх власників), забудовник(проектне фінансування), забудовник(власні кошти)
A_{16} – клас енергоефективності будівлі	[45; 150] кВт год\м^2 рік	- Клас В, клас С, клас Д

Таблиця 2 – Нечітка база знать для рівняння (3)

№	Якщо			Тоді
	A_1	A_2	A_3	X_1
1	низький	низький	низький	низький
2	низький	середній	низький	низький
3	середній	низький	низький	низький
4	середній	середній	середній	середній
5	середній	середній	низький	середній
6	середній	низький	середній	середній
7	низький	середній	середній	середній
8	високий	високий	високий	високий
9	високий	високий	середній	високий
10	середній	високий	високий	високий
11	високий	середній	високий	високий

Як приклад, в таблиці 2 наведено нечітку базу знань для рівняння (3). Кожний рядок такої таблиці відповідає одному правилу типу “якщо - тоді”. Зв’язок між лінгвістичними змінними всередині одного правила здійснюється з залученням логічної операції ТА: В межах однієї бази знань лінгвістичні правила- рядки пов’язані логічною операцією АБО. Особливість виразів типу “ЯКЩО - ТОДІ”, які формулюються на природній мові, полягає в тому, що їхня

адекватність, на відміну від кількісних моделей, не змінюється при незначних коливаннях вихідних оцінок у той чи інший бік.

Для визначення загального рейтинга заявника вираховується його ранг по шкалі від 0 до 100, для чого застосовується процедура дефазифікації - перетворення нечіткої множини в чітке число, яка в пропонованій моделі здійснюється методом «центру ваги». Модель реалізована в середовищі облікової системи Matlab 7 з використанням програмного пакету Fuzzy Logic Toolbox v.2.1, призначеного для проектування і дослідження систем прийняття рішення на базі нечіткої логіки.

Висновки

1. Аналіз розвитку ринку житла в Україні засвідчив, що державна політика в житловій сфері була недосконалою та безсистемною. Як наслідок - виникла величезна диспропорція між попитом та пропозицією житла станом на 2017 рік. що в свою чергу сприяло формуванню абсолютно неадекватних цін на житло протягом кількох попередніх років. Фінансова криза підкреслила ці та інші недосконалості ринку житла, а особливо іпотечної системи України і засвідчила, що без внесення принципових змін проблема забезпечення доступності житла не вирішиться. Ці зміни мають носити системний характер, зокрема стосуватись не лише суто будівельного сектору економіки, а й взагалі розвитку економіки в цілому.

2. Враховуючи специфічний вплив на доступність поліпшення житлових умов різноманітних факторів, їх доцільно класифікувати наступним чином: вартість і наявність житла на ринку, механізми споживчого сервісу (розвиненість і умови іпотечного кредитування, субсидії тощо), рівень доходів населення. Формування ринку' доступного житла можливе тільки у випадку збалансованого розвитку всіх перерахованих вище факторів.

3. Основним показником, що характеризує- національний ринок житла з погляду можливості придбання квартир громадянами, вважається індекс доступності житла, який відображає співвідношення, що склалося між середніми цінами на житло і середніми доходами. Розрахований в цій роботі індекс для м. Києва та обласних центрів перевищує аналогічні показники у розвинутих країнах в 1,5-3 рази. Якщо у світовій практиці нормальним вважається строк 3-5 років, в України цей коефіцієнт для різних регіонів становить 12-16 років. А якщо враховувати наявний дохід родини за винятком мінімальних споживчих витрат (1528 гривні в 2017 році), тривалість накопичувального періоду радикально збільшується і становить від 25 до 90 років в різних обласних центрах. При

співставних цінах на нерухомість рівень доходів населення України набагато нижчий, ніж в європейських країнах.

4. В Україні залежно від джерел фінансування діють дотаційні, корпоративні та банківські схеми фінансування будівництва житла, щоправда жодна з них не реалізовувалась настільки масштабно, наскільки це необхідно. З 2014 року в Україні спостерігалось значне зростання житлового іпотечного кредитування, щорічно іпотечний кредитний портфель українських банків зростав вдвічі, однак ринок іпотеки залишається дуже невеликою частиною економіки, особливо в порівнянні з більш зрілими іпотечними ринками інших країн. За оцінками експертів, іпотечні кредити доступні приблизно 10-15% працездатного населення. Частка іпотечних кредитів у ВВП України за підсумками 2017 року склала 8,6%, тоді як в розвинених країнах вона становить 30-100% ВВП; в країнах, що розвиваються -10-30%.

5. Фінансова криза загострила недоліки розвитку іпотечної системи в Україні (зокрема, майже 84% іпотечних кредитів видавались в іноземній валюті, “довгі” кредити видавались за наявності “короткої"” ресурсної бази тощо), - це створило проблему неповернення кредитів та паралізувало банківську систему . Недоліки в організації іпотечного кредитування у вітчизняній банківській системі призвели до того, що на сьогодні, за оцінками експертів, частка проблемних кредитів в кредитному портфелі банків становить більше 15%.

6. Україна законодавчо запровадила дворівневу (американську) модель, яка передбачає навність організованого ринку цінних паперів, забезпечених заставними на нерухомість. Особливості розвитку української економіки свідчать, що для використання цієї моделі немає необхідних передумов і з об’єктивних причин вона масово не працюватиме ще принаймні кілька років. Принциповою перепоною виступатиме відсутність розвинутого ринку інституційних інвесторів і необхідної фінансової інфраструктури. Для широкого використання європейської моделі потужність вітчизняної банківської системи недостатня. На найближчу перспективу найбільш доступним та доречним виглядає впровадження німецької моделі (впровадження системи ощадно-позикових вкладень), яка ефективно працює в східноєвропейських країнах, демонструючи значно вищу ефективність порівняно із системами банківської іпотеки. Основний недолік її запровадження – обмеженість можливої масштабное! І На наш погляд, в Україні потрібно розвивати симбіоз всіх трьох систем, в різні періоди спостерігатиметься переважання кожної з них.

7. За останні два роки в Україні було прийнято цілу низку законодавчо, нормативних актів, спрямованих на підтримку будівельної галузі, спрощення дозвільних процедур та вирішення житлової проблеми. На сьогодні через відсутність повного необхідного законодавчого забезпечення та фінансування вони в повній мірі не працюють. Необхідної системності ці кроки не мають адже без розвитку банківського сектору та фінансового ринку неможливо завпровадити повноцінну дворівневу іпотечну модель, а без законодавчого гарантування збереження вкладень населення та економічної стабільності - німецьку.

8. Серед характерних особливостей житлового будівництва в нашій країні можна відзначити високий рівень монополізації й адміністративного протекціонізму. Рішення даної задачі має бути спрямоване на перехід до конкурсних процедур надання земельних ділянок, розширення доступу забудовників на ринок житлового будівництва, зокрема за рахунок іноземних будівельних компаній, зниження фінансових витрат на стадії підготовки проектів і одержання дозволів на будівництво та орієнтацію на масове будівництво.

9. Розроблено модель оцінки забудовника під час проведення тендерів на будівництво житла та виділення земельних ділянок, яка враховує рівень ділової активності та рентабельності підприємства, рівень його фінансової стійкості та і ЛІКВІДНОСТІ, комплекс виробничих факторів та рівень будівельного проекту і базується на інтелектуальній підтримці прийняття рішення на базі нечіткої логіки, що дозволяє аналізувати як кількісні, так і лінгвістичні фактори.

Створення такої системи передбачало формалізацію процедури оцінки часткових показників якості забудовника на базі теорії нечітких множин, розробку математичної моделі й алгоритму для оцінки часткових показників за допомогою функцій належності; формування баз знань та розробку математичної моделі прийняття рішень на базі узагальненого дерева висновку.

10. Формування економічного механізму розвитку ринку доступного житла має здійснюватись при одночасному вирішені проблеми скорочення витрат енергії на стадії виробництва матеріалів, будівництва та утримання житлового фонду, що зокрема враховано в моделі оцінки забудовника та його комерційної пропозиції.

11. Ефективна житлова політика вимагає впровадження всіх можливих інструментів, доступних для розробки і реалізації завдань у житловому будівництві, до яких належить: подальший розвиток механізмів банківського

іпотечного кредитування; впровадження накопичувальних механізмів придбання житла як альтернативи комерційній іпотеці, (будівельно-ощадних кас, ощадно-позикових установ); забезпечення прозорих та безпечних взаємовідносин між усіма учасниками на всіх етапах процесу будівництва та реалізації житла; стимулювання проектного фінансування як прогресивної поширеної в світі форми фінансування інвестиційних проектів із адекватним розподілом ризиків між учасниками, коли об'єктом вкладення коштів банку при проектному фінансуванні є конкретний інвестиційний проект, а не господарчо-виробнича діяльність підприємства; стимулювання розвитку класу орендного житла як окремого виду економічної діяльності; впровадження прозорих механізмів реалізації землі; орієнтація та комплексний розвиток територій і активне стимулювання позаміського будівництва з резервуванням великих житлових масивів як альтернативного напрямку існуючій на сьогоднішній день практиці «крапкової» забудови; доповнення державних механізмів управління будівельним сектором елементами ринкового саморегулювання.

Літератури

1. Іпотечне кредитування як інструмент житлової політики / Ю.В. Кінзерський // Механізм регулювання соціальної сфери: Зб. наукових праць./ НАН України. Ін-т економіки. Ред.. кол.: Новиков В.М. та ін. – Київ, 2012. –С.78-91.

2. Формування іпотечного фінансування житла в Україні / Бондаренко Є.В. / Формування ринкових відносин в Україні: Зб. наукових праць. Вип.11(54)/Наук. Ред. І.К. Бондар. – К.: НДІЕ, 2015. – С.48-52.

3. Доступність іпотечного кредитування в країні / С.А. Ушацький / Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формуванн ринкових відносин: Зб. наукових праць. Вип.17. – К.: КНУБА, 2014. – С.181-185.

4. Механізми фінансування житла. / С.А. Ушацький / Вісник Хмельницького національного університету. – 2008. - №1. – т.1. (103). –С.117-121.

5. Сердюк А.В. Розвиток ринкових відносин у будівельному секторі як засіб підвищення доступності житла. / Л.Г. Бабур, А.В. Сердюк // Матер. доп. всеукр. наук. практ. конф. «Проблеми формування конкурентоспроможності підприємств за умов нестабільної світової економіки». 27 квітня 2009 р. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2016. – С.44-45.

Рецензенти:
Кучерук Н.Ю.., доктор економічних наук, професор кафедри менеджменту Державного університету інфраструктури транспорту.
Гречан А.П., доктор економічних наук, професор кафедри економіки Національного транспортного університету.

Reviewers:
Kucheruk N.Yu., Doctor of Economics, Professor, Department of Management, State University of Transport Infrastructure.
Hrechan A.P., Doctor of Economics, Professor, Department of Economics, National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **15.08.2017 р.**

УДК 332.6

Осяєв Ю.М., канд. техн. наук

ПІДХОДИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ОЦІНКИ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Анотація. Оцінка автомобільних доріг з точки зору ефективності інвестиційних проектів дорожніх робіт. Розробка методичних підходів щодо комплексної оцінки ефективності інвестиційних проектів будівництва та ремонту автомобільних доріг шляхом урахування відповідної сукупності ефектів, що виникають під час експлуатації нової або відремонтованої дороги та зміни вартості інвестицій залежно від тривалості їх впровадження є новим кроком проведення оцінки автомобільних доріг.

В статті визначені критерії та показники інвестиційної оцінки об'єктів автомобільних доріг, з точки зору їх майнової привабливості.

Ключові слова: інвестиційні проекти, критерії та показники інвестиційної оцінки об'єктів автомобільних доріг, стратегічне управління дорогами, ефективність, аналіз інформації.

UDC 332.6

Osiaiev Yu., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.)

APPROACHES TO THE EVALUATION OF ROAD

Abstract. An estimation of highways is from the point of view of efficiency of investment projects of road-works. Development of methodical approaches is in relation to the complex estimation of efficiency of investment projects of building and repair of highways by taking into account of corresponding totality of effects that arise up during exploitation of new or repaired road and change of cost of investments depending on duration of their introduction is the new step of realization of estimation of highways.

In the article certain criteria and indexes of investment estimation of objects of highways, from the point of view of their property

Keywords: investment projects, criteria and indexes of investment estimation of objects of highways, strategic management, efficiency, analysis of information, roads.

УДК 332.6

Осяев Ю.Н., канд. техн. наук

ПОДХОДЫ К ПРОВЕДЕНИЮ ОЦЕНКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Аннотация. Оценка автомобильных дорог с точки зрения эффективности инвестиционных проектов дорожных работ. Разработка методических подходов относительно комплексной оценки эффективности инвестиционных проектов строительства и ремонта автомобильных дорог путем учета соответствующей совокупности эффектов, которые возникают во время эксплуатации новой или отремонтированной дороги и изменения стоимости инвестиций в зависимости от длительности их внедрения является новым шагом проведения оценки автомобильных дорог.

В статье определенные критерии и показатели инвестиционной оценки объектов автомобильных дорог, с точки зрения их имущественной привлекательности.

Ключевые слова: инвестиционные проекты, критерии и показатели инвестиционной оценки объектов автомобильных дорог, стратегическое управление дорогами, эффективность, анализ информации.

Вступ

На сьогодні існує багато методичних підходів до проведення оцінки автомобільних доріг.

Одні із методик базуються на об'єктивній інформації про стан мережі доріг. Вона відбивається в базах і банках даних, які формуються в різних інформаційних технологіях. Збір інформації та формування банків даних здійснюються в ході робіт по діагностиці або шляхом перенесення її в бази даних з відповідних паспортів доріг. В даний час в дорожньому господарстві України існують стандарти на базі даних стану мережі доріг на підставі систем СУСП, СУПРУД, АЕСУМ, АРМ – СК. Основне призначення цих систем - планування ремонтних робіт і виділення коштів на ремонт і утримання на основі аналізу основних транспортно-експлуатаційних показників, тобто рішення задач стратегічного управління дорогами.

Викладення основного матеріалу

Останнім часом поруч з технічними показниками оцінки автомобільних доріг, необхідно використовувати економічні методи, такі як майнова оцінка

об’єктів автомобільних доріг, інвестиційна привабливість платних автомобільних доріг та інші.

Найбільш цікавими методами, на наш погляд, є оцінка автомобільних доріг з точки зору ефективності інвестиційних проектів дорожніх робіт. Цей метод, на наш погляд, є найбільш актуальним особливо в нових умовах фінансування дорожньої галузі за рахунок Дорожнього фонду. Починаючи з 2018 року цей фонд забезпечить стале фінансування дорожньої галузі, що сприятиме подальшому економічному зростанню і зміцнення статусу України як транзитної держави. Передбачено, що у 2018 році фонд отримає фінансування в розмірі 32,6 млрд. грн. Взагалі ці гроші підуть на фінансування 50 тис. км автомобільних доріг, за яки відповідатиме "Укравтодор", решта 120 тис.км передається на баланс областей з гарантованим фінансування держави з Дорожнього фонду в обсязі лише 35% від його надходжень. Тому решту грошей необхідно додавати за рахунок місцевих бюджетів та шляхом залучення інвестиційних проектів.

Автомобільну дорогу можна визначити у вигляді об'єктів трьох видів: протяжних (ділянок), точкових і площинних. Під ділянкою або об'єктом будемо розуміти таку споруду або протяжний фрагмент дороги, логічний або технічний, який виконує визначений набір функцій або представляється в певній якості, а також може фігурувати в цій якості як єдине ціле і при цьому може бути цілком замінений на аналогічний. Необхідною вимогою до ділянки і об'єкту є його необхідність з інформаційно-аналітичної точки зору проведення ii оцінки. Так, наприклад, у ряді практичних випадків є важливим розглядати такі дрібні об'єкти, як шари дорожнього одягу, деталі прольотних будов моста. Для якісного поділу об'єктів за класами та найбільш простого і в той же час повного опису, зручного для аналізу, необхідно виробити єдиний методичний підхід абстракції конкретних сутностей реального об’єкта на основі уніфікації його параметрів і функцій. Один із принципів даного методичного підходу може бути використання гнучкого пріоритету, який передбачає завдання коефіцієнтів важливості критеріїв оцінки λ_i, що утворюють вектор розподілу :

$$\Lambda = (\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_n). \quad (1)$$

Це дає можливість при виборі рішення віддавати перевагу більш важливим критеріям, що практично призводить до оцінки якості вирішення задачі за допомогою зваженого векторного критерію:

$$Y(X) = Y(X, \Lambda) = (\lambda_1 y_1(X) \cdot \lambda_2 y_2(X); ...; \lambda_n y_n(X)) \quad (2)$$

тобто, по суті, - це додаткова нормалізація простору критеріїв числового вектора. Після цього проводиться вибір оптимального критерію на основі одного з можливих принципів оптимальності, але вже для іншого нормалізованого вектора ефективності.

Принцип гнучкого пріоритету дозволяє в розумних межах віддавати перевагу більш важливим критеріям при оптимізації рішень.

Розглянемо тепер склад показників ефективності, що відображають питання, пов'язані з оцінкою автомобільних доріг. Багато з цих показників можуть бути включені до складу векторної цільової функції при оптимізації функціонування системи оцінки доріг.

У зв’язку з цім розглянемо критерії та показники інвестиційної оцінки об’єктів автомобільних доріг, з точки зору їх майнової привабливості. При цьому пропонується використати такі показники як :

- чистий дисконтований дохід (*NPV*);
- індекс прибутковості (*PI*);
- внутрішня норма прибутковості (*IRR*);
- термін окупності (*PB*).

Для розрахунку цих показників використовуваються дисконтовані грошові потоки на основі принципу неоднозначної поточної і майбутньої вартості грошових коштів.

Чиста поточна вартість дає порівняльну оцінку поточної вартості майбутніх грошових надходжень від реалізації платних автомобільних доріг. У загальному випадку величина NPV визначається наступним співвідношенням:

$$NPV = \sum_{i=1}^{tr} Z_i \times \frac{1}{(1+E)^i} + \sum_{i=te}^{tr} D_i \times \frac{1}{(1+E)^i}, \qquad (3)$$

де tr – тривалість розрахункового періоду;

te – період початку експлуатації автомобільних доріг;

Z_i – витрати капіталу на капітальне будівництво;

D_i – доходи за період експлуатації автомобільних доріг;

E – норма дисконту;

i – крок розрахунку

Для визначення величини критерію «індекс дохідності» (*PI*) використовують ті ж потоки платежів, що і для критерію *NPV*, з урахуванням того, що він представляє собою не різницю доходів та витрат від реалізації проекту, а їх співвідношення - доходи, віднесені до витрат:

$$PI = \frac{\sum_{i=te}^{tr} D_i \times \frac{1}{(1+E)^i}}{\sum_{i=1}^{tr} Z_i \times \frac{1}{(1+E)^i}} \quad . \tag{4}$$

Таким чином, якщо величина критерію $PI > 1$, то це свідчить про доцільність реалізації проекту платних автомобільних доріг. Причому, чим більше PI перевищує одиницю, тим більше інвестиційна привабливість проекту. Іншими словами, дисконтовані доходи від реалізації проекту в PI разів перевершують дисконтовані інвестиції.

Під термінами окупності (*PB*) розуміється період часу від моменту початку його реалізації до того моменту експлуатації об'єкта, до якого доходи від експлуатації стають рівними витратам капіталу. При розрахунку величини критерію «термін окупності» капітальні витрати враховуються в дісконтіруемой сумі витрат на реалізацію проекту, а витрати на будівництво або на ремонти автомобільних доріг входять у собівартість робіт і відповідно зменшують суму чистого прибутку в період експлуатації дороги.

Термін окупності інвестиційних проєктів досягається на тому кроці розрахункового періоду, коли величина критерію «індекс дохідності» вперше перевищить одиницю, тобто доходи від реалізації перевищать інвестиційні витрати. Тому алгоритм розрахунку терміну окупності полягає в інтерполяції критерію «індекс дохідності» на величину рівну одиниці для зазначеного кроку розрахункового періоду. Зменшення терміну окупності, природно, підвищує інвестиційну привабливість проекту.

Внутрішня норма прибутковості (*IRR*) визначає ту розрахункову ставку відсотків, при якій капіталізація регулярно одержуваного доходу дає суму рівну інвестицій і, отже, капіталовкладення є окупною операцією.

Виходячи з цього, можна записати співвідношення розрахунку критерію IRR в наступному вигляді:

$$\sum_{i=te}^{tr} D_i \times \frac{1}{(1+E)^i} - \sum_{i=1}^{tr} Z_i \times \frac{1}{(1+E)^i} = 0, \tag{5}$$

де $E = IRR$

Таким чином, чим більше величина дисконту, тим менше сьогоднішня вартість майбутніх надходжень грошових коштів.

При оцінці інвестиційної привабливості проектів за умови отримання позики, до початку розрахунку,звичайно відомі умови надання кредиту, в тому

числі і ставка відсотків за його надання. Якщо кредит надається частинами в різні періоди від моменту початку реалізації проекту, то підвищення ставки відсотків за кредит призведе до зниження вартості майбутніх надходжень кредиту, дісконтіруемих до моменту початку реалізації проекту. Такий підхід веде до завищення величини повірочного дисконту. Тому для потоків позикових коштів необхідно використовувати або ставку відсотків за кредит, або норму дисконту, прийняту для проведення розрахунків.

При оцінці комерційної і бюджетної ефективності автомобільних доріг необхідно враховувати зовнішні економічні фактори:

- прогнози загального індексу інфляції та індексів зміни цін протягом усього розрахункового періоду реалізації проекту;

- чинну систему оподаткування.

Визначення прогнозних вартісних покаників проекту здійснюється послідовно по кроках розрахункового періоду, виходячи із загального індексу зростання цін за видами продукції та послуг на кожному кроці.

Загальний індекс інфляції на кроці *t-m* визначається наступним чином:

$$I_{заг} = I_б \cdot I_1, I_t....I_m, \quad (6)$$

де $I_б$ – базисний індекс інфляції,

I_1 - ланцюговий індекс інфляції на 1-му кроці;

I_t – ланцюговий індекс інфляції за крок *t*, характеризує зміну індексу інфляції у часі *t.*

Відомо, що будівництво та ремонт автомобільних доріг потребують значних капіталовкладень, тому відповідні автомобільні дороги або їх ділянки, як визначено в узагальненій класифікації дорожніх об’єктів – це за своєю суттю окремі інвестиційні проекти, фінансування яких може здійснюватися за рахунок державних коштів, українських і закордонних інвесторів і на засадах державноприватного партнерства. Протягом тривалого часу обсяги виконання цих видів дорожніх робіт незначні, що пояснюється декількома причинами: низьким рівнем фінансування дорожнього господарства, недостатньою інвестиційною привабливістю нашої країни, недосконалою законодавчою та методичною базою.

Оцінку ефективності реконструкції та будівництва автомобільних доріг можна здійснювати відповідно до таких методичних розробок:

- Методика техніко-економічного обґрунтування будівництва та реконструкції платних та альтернативних доріг (М 218-02070915-255:2004) [1].

- Методика комплексної оцінки будівництва та реконструкції автомобільних доріг з урахуванням соціально-економічної та екологічної ефективності (М 218-02070915-630:2007) [2].

- Методичні вказівки з оцінки ефективності інвестиційних проектів у дорожньому господарстві (М 218-02071168-665:2009) .

Зазначені вище методичні розробки базуються на розрахунку основних інвестиційних показників: чистого дисконтованого прибутку, індексу прибутковості, внутрішньої норми прибутковості, строку окупності та відрізняються сукупністю ефектів, що враховуються при обчисленні цих показників. Так, у Методиках М 218-02070915-255:2004 , М 218-02070915-630:2007 визначають ефекти від скорочення капіталовкладень у рухомий склад, від зниження собівартості перевезень, від скорочення часу перебування пасажирів у дорозі, від зменшення кількості ДТП, які розраховуються відповідно до вимог ВСН 21-83 [4].

Методичні вказівки з оцінки ефективності інвестиційних проектів у дорожньому господарстві М 218-02071168-665:2009 базуються на розрахунку соціально-економічних ефектів, які виникають лише у користувачів нової автомобільної дороги, а саме: економія транспортних витрат; додатковий прибуток від збільшення обсягів транспортування; скорочення витрат особистого часу пасажирів; економія від зниження збитків від дорожньо-транспортних пригод; підвищення комфорту руху. Таким чином, можна зазначити, що на сьогодні відсутній науково-обґрунтований перелік ефектів, які виникають від впровадження нової або відремонтованої автомобільної дороги. Ще одним недоліком зазначених вище методичних розробок [1-3] є некоректне врахування тривалості інвестицій при здійсненні оцінки ефективності інвестиційних проектів реконструкції та будівництва автомобільних доріг. У цих методичних розробках обсяг капіталовкладень дисконтують, що призводить до зменшення їх вартості, проте, чим довше тривають дорожні роботи, тим їх вартість з роками лише збільшується. Ефекти від впровадження нової автомобільної дороги утворюються від покращення транспортно-експлуатаційних якостей дороги, зручності та безпеки руху, порівняно з існуючою дорогою (при її реконструкції) та з альтернативною дорогою (при будівництві). Особливо це має значення при оцінці будівництва платних доріг.

Залежно від основних принципів оцінки ефективності інвестиційних проектів можна використовувати низку методів, які умовно поділяються на три групи:

1) методи, які засновані на застосуванні концепції дисконтування витрат і доходів (динамічні методи);

2) методи, що не використовують концепцію дисконтування (статичні методи);

3) методи, що враховують імовірнісні характеристики інноваційно-інвестиційної діяльності (імовірнісні методи).

Інвестиційні проекти будівництва та ремонту автомобільних доріг належать до соціально важливих, тривалих і капіталоємних проектів. Враховуючи ці обставини, а також відповідно до Методики проведення аналізу ефективності здійснення державно-приватного партнерства [5], найдоцільнішим є використання першої групи методів, шляхом розрахунку таких показників як чистої приведеної вартості (прибутковості), індексу рентабельності (прибутковості), внутрішньої норми дохідності (прибутковості), строку окупності інвестиційного проекту.

Чиста приведена вартість (NPV) характеризує загальний абсолютний результат (ефективність) інвестиційного проекту, який визначають шляхом розрахунку різниці між дисконтованими річними надходженнями, що накопичуються протягом всього життєвого циклу проекту, та початковими інвестиціями.

До річних надходжень, що накопичуються протягом всього життєвого циклу інвестиційного проекту експлуатації нової або відремонтованої автомобільної дороги, можуть належати: річна економічна оцінка сумарних переваг користувачів дороги, плата за експлуатацію об’єктів дорожнього сервісу, розміщених на смузі відведення, а також економічний, соціальний і екологічний ефекти, які виникають на протязі експлуатації автомобільної дороги.

У зв’язку зі значною тривалістю реконструкції та будівництва автомобільних доріг інвестиції здійснюють протягом всього строку виконання дорожніх робіт. Грошові показники у проектно-кошторисній документації повинні бути наведені у цінах поточного року. Тому загальна вартість реконструкції та будівництва з кожним роком збільшується, що призводить до зростання загального обсягу інвестицій з урахуванням відповідного множника нарощування (коефіцієнта компаундування).

Таким чином, розрахунок чистої приведеної вартості інвестиційних проектів будівництва та ремонтів автомобільних доріг можна представити залежністю:

$$NPV = \sum_{i=Z+1}^{T} \frac{PE_{ЗАГ}t + ДН_t + E_{EKt} + E_{Ct} + E_{ЕКОЛt} - ПВ_t - П_t}{(1+r)^1} - \sum_{z=1}^{Z} IC_z x(1+i)^2, \qquad (7)$$

де $PE_{ЗАГt}$ – річна економічна оцінка сумарних переваг користувачів нової дороги у t-му році, грн;

$ДН_t$ – додаткові надходження від експлуатації об'єктів дорожнього сервісу в t-му році, грн;

$E_{КОЛt}$ – економічний ефект, що виникає на придорожніх територіях у t-му році, грн.;

E_{Ct} – соціальний ефект, що виникає на придорожніх територіях у t-му році, грн;

$E_{ЕКОЛt}$ – екологічний ефект, що виникає на придорожніх територіях у t-му році, грн;

$ПВ_t$ – поточні витрати на утримування та ремонт дороги у t-му році, грн;

$П_t$ – інші платежі та податки у t-му році, грн;

IC_z – витрати на будівництво (ремонт) дороги (обсяг інвестицій) у z-му році, грн;

r – ставка дисконту, част. од.;

i – прогнозний рівень інфляції, част. од.;

t – відповідний рік життєвого циклу (t = 1, T);

T – кількість років експлуатації автомобільної дороги;

z – відповідний рік будівництва (ремонту)

дороги (z = 1, Z);

Z – кількість років будівництва (ремонту) дороги. Прибутковість інвестиційного проекту визначають позитивним значенням показника чистої приведеної вартості.

Визначення ставки дисконту для інвестиційних проектів державно-приватного партнерства здійснюють за формулою [6]:

$$r = w_D x r_s + w_1 x r_k, \qquad (8)$$

де w_D, w_1 – питома вага державних коштів і коштів інвестора відповідно до загального обсягу початкових капіталовкладень інвестиційного проекту, част. од.;

r_s, r_k – соціальна та комерційна ставка дисконту відповідно, %.

У випадку, коли інвестиційні проекти будівництва та ремоту автомобільних доріг здійснюють лише за державні кошти, то для розрахунку чистої приведеної вартості (3) використовують соціальну ставку дисконту.

Індекс рентабельності інвестиційного проекту (PI) визначається як відношення приведених грошових надходжень до інвестиційних витрат:

$$PI = \frac{\sum_{t=z+1}^{T} \frac{PE_{ЗАГt} + ДН_t + E_{EKt} + E_{Ct} + E_{ЕКОЛt} - ПВ_t - П_t}{(1+r)^t}}{\sum_{z=1}^{Z} IC_z x(1+i)^z}, \quad (9)$$

До впровадження можуть бути прийняті інвестиційні проекти з найбільшим значенням індексу рентабельності.

Внутрішня норма дохідності інвестиційного проекту (IRR) передбачає розрахунок ставки дисконту, використання якої забезпечує рівність поточної вартості очікуваних грошових витрат і надходжень:

$$IRR = r_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} x(r_2 - r_1), \quad (10)$$

де r_1 – ставка дисконту, при якій NPV > 0, %;

r_2 – ставка дисконту, при якій NPV < 0, %;

NPV_1, NPV_2– чиста приведена вартість при першій і другій ставках дисконту, грн.

Зі збільшенням значення внутрішньої норми дохідності підвищується й пріоритетність певного інвестиційного проекту.

Строк окупності витрат з урахуванням дисконтування грошових потоків (PP) визначають як період для відшкодування початкових інвестиційних витрат на основі накопичених дисконтованих грошових надходжень зумовлених реалізацією проекту. Якщо надходження грошових коштів є нерівномірним, то стрококупності розраховують прямим підрахунком кількості років, протягом яких інвестиція буде погашена кумулятивним дисконтованим доходом. Для спрощення відповідних розрахунків і зменшення їх трудоємності приблизне значення строк окупності витрат (PP) можуть визначати за формулою:

$$PP = \frac{\sum_{z=1}^{z} IC_z x(1+i)^t}{\frac{\sum_{t=Z+1}^{T} \frac{PE_{ЗАГt} + ДН_t + E_{EKt} + E_{Ct} + E_{ЕККОЛ-ПВt} - П_t}{(1+r)^t}}{T}}, \quad (11)$$

Найменше значення строку окупності витрат свідчить про найбільшу пріоритетність певного інвестиційного проекту.

Висновки

Підводячи підсумки, можна визначити, що у транспортному будівництві все більш актуальним стає питання оцінки автомобільних доріг з точки зору розрахунку економічної ефективності інвестицій. Проте розробка методичних підходів щодо комплексної оцінки ефективності інвестиційних проектів будівництва та ремонту автомобільних доріг шляхом урахування відповідної сукупності ефектів, що виникають під час експлуатації нової дороги та зміни вартості інвестицій залежно від тривалості їх впровадження є новим кроком проведення оцінки автомобільних доріг.

Література

1. Методика техніко-економічного обґрунтування будівництва та реконструкції платних та альтернативних доріг М 218-02070915-255:2004 [Електронний ресурс]. –
Режим доступу: http://www.dorteh.com.ua/document/perelik/.

2. Методика комплексної оцінки будівництва та реконструкції автомобільних доріг з урахуванням соціально-економічної та екологічної ефективності М 218-02070915-630:2007 [Електронний ресурс]. –
Режим доступу: http://www.dorteh.com.ua/document/perelik/

3. Методичні вказівки з оцінки ефективності інвестиційних проектів у дорожньому господарстві: М 218-02071168-665:2009 [Електронний ресурс]. –
Режим доступу: http://www.dorteh.com.ua/document/perelik/.

4. Осяєв Ю.М., Царенок Т.Ю. Ефективне впровадження сучасних інформаційних систем управління складом // Науково-технічний збірник Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. №21,Київ, 2010. С. 62-68

5. Наказ Міністерства економічного розвитку і торгівлі України "Деякі питання проведення аналізу ефективності здійснення державно-приватного партнерства" від 27 лютого 2012р. № 255 // Офіційний вісник України від 30.03.2012 р., № 22, стор. 536, стаття 869, код акту 60866/2012.

6. Бурмака М.М. Визначення ставки дисконту оцінки інвестиційних проектів державно-приватних партнерств / М.М. Бурмака // Сталий розвиток економіки. Вип. 3(25). – 2014. – С. 150-155.

7. Бурмака М.М. Комплексна оцінка ефективності інвестиційних проектів реконструкції та будівництва автомобільних доріг // Автомобільні дороги. Науково – виробничий журнал № 6 – 2015

Рецензенти:
Батракова А.Г., д-р техн. наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.
Яценко І.В., канд. екон. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:
Batrakova A.H., Dr. Tech. Sci., Kharkiv National Automobile and Highway University.
Yatsenko I.V., Cand. Econ. Sci., National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **08.08.2017 р.**

УДК 338.242

Соколова Н.М., канд. екон. наук, **Гудима І.В.**

ЗАСТОСУВАННЯ РЕАЛЬНИХ ОПЦІОНІВ ПРИ ОЦІНЦІ ЕФЕКТИВНОСТІ НОВИХ ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

Анотація. У статті розглянуто основні аспекти застосування реальних опціонів, проаналізовано дорожньо-будівельні матеріали та методи реальних опціонів і їх моделі.

Актуальність статті обумовлена незавершеністю теоретичного обґрунтування реальних опціонів в Україні, а також необхідністю їх практичного застосування при оцінці ефективності нових дорожньо-будівельних матеріалів.

Ключові слова: дорожнє господарство, дорожньо-будівельні матеріали, інвестиційні проекти, нові матеріали, опціон, реальний опціон.

UDC 338.242

Sokolova N., Cand. Econ. Sci. (Ph.D.), **Hudyma I.**

APPLICATION OF REAL OPTIONS IN ESTIMATION OF EFFICIENCY OF NEW ROAD-BUILDING MATERIALS

Abstract. The main aspects of the application of real options were considered and road building materials and methods of real options and their models were analyzed in the article.

The relevance of the article is due to the incompleteness of the theoretical justification of real options in Ukraine, as well as the need for their practical application during evaluation of the effectiveness of new road building materials.

Keywords: road economy, road building materials, investment projects, new materials, option, real option.

УДК 338.242

Соколова Н.Н., канд. экон. наук, **Гудыма И.В.**

ПРИМЕНЕНИЕ РЕАЛЬНЫХ ОПЦИОНОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВЫХ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация. В статье рассмотрены основные аспекты применения реальных опционов, проанализированы дорожно-строительные материалы и методы реальных опционов и их модели.

Актуальность статьи обусловлена незавершенностью теоретического обоснования реальных опционов в Украине, а также необходимостью их практического применения при оценке эффективности новых дорожно-строительных материалов.

Ключевые слова: дорожное хозяйство, дорожно-строительные материалы, инвестиционные проекты, новые материалы, опцион, реальный опцион.

Вступ

Процес створення і впровадження нових матеріалів є іноваційним проектом, зміна параметрів якого в часі являє собою складний динамічний випадковий процес. В інноваціях присутні етапи або стадії, яких немає в "звичайних" проектах: наукова розробка, дослідження, дослідні випробування, вивчення отриманих характеристик, маркетингове дослідження того, наскільки отримані продукт може бути затребуваний, патентування, розкручування ринку тощо. Все це вимагає додаткових вкладень часу і грошових коштів [2, с. 37].

Можливість керування цим процесом можна визначити як управлінську гнучкість. Проте, на сьогодні, ще недостатньо розроблені теоретичні і практичні аспекти оцінки інноваційних проектів, зокрема проектів створення якісних дорожньо-будівельних матеріалів, для яких кількісне визначення величини грошових потоків у фінансовому плануванні проектів можливо лише з високим ступенем похибки, спричиненою комплексним характером проекту і невизначеностю, що супроводжує процес його виконання.

Мета і методи. Метод реальних опціонів доповнює традиційні методи оцінки і дає змогу враховувати деякі аспекти, які недоступні такому методу, як

метод чистої приведеної вартості. Водночас, реальний опціон виступає фінансовим інструментом, який сприяє менеджерам знижувати ризики проекту. Існують різні методи реальних опціонів, наприклад, методи оцінки економічної ефективності інноваційних проектів, метод дисконтування грошових потоків, DCF, метод Монте-Карло, під яким мають на увазі сукупність чисельних рішень. Основною складністю застосування методу Монте-Карло, звичайно, є припущення про відомих законах розподілу, необхідних для багаторазових імітацій. В реальних умовах інновацій, коли кожен проект унікальний і самобутній, такого знання годі чекати.

В даний час, в силу стрімкого розвитку і активного застосування математичних методів в економіці, все частіше постає проблема відсутність якісних баз даних, ніж задовільного методу оцінки.

Результати і пояснення. Однією з важливих галузей дорожнього господарства є капітальне будівництво та ремонт автомобільних доріг ефективність якого значною мірою пов’язана з використанням існуючих та нових дорожньо-будівельних матеріалів.

Нові дорожньо-будівельні матеріали сприяють підвищенню якості, довговічності, надійності та більшому строку служби асфальтобетонного покриття.

Інтенсивний рух транспорту в поєднанні з несприятливими погодно-кліматичними факторами (які характерні протягом більшої частини року) висувають високі вимоги до асфальтобетонних покриттів. Якість асфальтобетону в значній мірі визначається властивостями бітуму, що відіграє роль зв’язуючого елементу, який забезпечує утворення з окремих мінеральних зерен монолітного композиційного дорожньо-будівельного матеріалу.

В процесі планування розробки і впровадження нових дорожньо-будівельних матеріалів необхідно оцінювати економічну ефективність цього проекту, тому що фінансування дорожньої галузі є недостатнім. Потрібні нові фінансові інструменти, що вже перед заключенням договорів на дослідження і розробку могли б передбачати можливі несприятливі і сприятливі ситуації реалізації інноваційного проекту для включення в специфікації договору умовних вимог. Це можна зробити на основі застосування теорії реальних опціонів, яка виникла на підґрунті теорії фінансових опціонів, але розглядає реальні активи і враховує їх особливості.

Вважається, що першим, хто звернув увагу на можливість застосування фінансового інструменту опціону до умов інвестицій в реальному секторі і ввів сам термін "реальний опціон" (англ. real option), був С. Майерс, який в 1977 році опублікував роботу, присвячену політиці корпоративних запозичень.

Основою появи нового поняття у теорії фінансового інжинірингу стала робота у 1973 році Фішера Блека (Fisher Black), Майрона Шоулза (Myron Scholes) та Роберта Мертона (Robert Merton) стосовно оцінки вартості фінансових опціонів. У 1977 році за цю роботу Шоулз та Мертон були нагороджені Нобелівською премією з економіки.

Опціон – договірне зобов'язання купити або продати певний вид цінностей чи фінансових прав за встановленою на момент підписання угоди ціною в межах певного періоду. В обмін на отримання такого права покупець опціону сплачує продавцеві певну суму – премію. Ризик покупця опціону обмежений цією премією, а ризик продавця зменшується на величинуотриманої премії.

Реальний опціон – це контракт, який дає право, але не зобов'язує купити чи продати базовий актив у вигляді реального проекту за заздалегідь встановленою ціною протягом деякого наперед встановленого проміжку часу і водночас виступає способом хеджування ризиків інвестиційних проектів, пов'язаних з придбанням та створенням власними силами нових реальних активів, а також придбанням реальних активів. Всі аналогічні фондовому опціону параметри реального опціону можуть бути прописані в опціонних угодах [1, с.89].

Реальний опціон (англ. *Real options*) дозволяє менеджерам приймати майбутні рішення, які змінюють вартість рішень з бюджетування капіталу, зроблених сьогодні. Реальні опціони подібні до фінансових опціонів тим, що вони дають власнику опціона право (але не зобов'язання) прийняти певне рішення. Різниця між ними полягає в тому, що реальні опціони базуються на реальних, а не на фінансових активах і залежать від майбутніх подій. Реальні опціони дають менеджерам гнучкість, яка дозволяє збільшити чисту теперішню вартість окремих інвестиційних проектів.

У реальних опціонів, на відміну від фінансових, де базовим активом є фінансовий інструмент (акція, облігація), є реальні активи (інвестиції, ресурси, виробничі потужності). Головною метою методу реальних опціонів є оцінка вартості реальних активів в умовах різних факторів невизначеності. Поняття

гнучкості прийняття проектних рішень також відіграє центральну роль і через те метод дозволяє підвищити ефективність дій в умовах невизначеності і ризику.

Застосування методу реальних опціонів перспективне при стратегічному інвестиційному проектуванні також через те, що менеджери проектів можуть більш оперативно враховувати появу нової інформації. Наприклад, розглядуваний проект в даний час є економічно неефективним, але у випадку сприятливої зміни кон'юнктури ринку він може стати доцільним. Тоді, приймаючи рішення не інвестувати в проект, яке ґрунтується на інформації, втрачається можливість отримати прибуток у майбутньому. Тобто, ризик опціонів, він розглядається як потенційне джерело вартості.

Існує усталена думка, що широке впровадження методу в управлінні проектами дозволить більш оперативно реагувати на зміну ринкової кон'юнктури, зосереджувати увагу на різних сценаріях розвитку і не упустити нові можливості для розвитку.

Для оцінювання вартості реального опціону вживаються такі головні моделі:

- модель Блека-Шоулза на основі розвязання диференціальних рівнянь в частинних похідних;
- біноміальна модель Кокса-Росса-Рубінштейна з дискретними подіями; модель Датара-Метьюза на основі імітаційного моделювання;
- модель нечітких виплат Коллана на основі нечітких чисел [2].

У моделі Блека-Шоулза мається на увазі безперервність часу — іншими словами, можливість купити/продати свій реальний опціон вбудь-який момент часу.

Слід зауважити, що модель Блека-Шоулза розроблена для фондового ринку і містить необґрунтовані передумови при використанні реальних опціонів, тому що:

1) в ній потрібно знати мінливість (волатильність) ціни базового активу (чистої теперішньої вартості проекту), чого неможливо зробити з-за відсутності історичних баз даних для порівняння;

2) математична модель є модель в неперервному часі.

Модель Кокса-Росса-Рубінштейна заснована на використанні біноміальної решітки, хоча іноваційні проекти дослідження і розробки мають, в загальному випадку, більш розгалужену структуру і краще моделюються

поліноміальною решіткою [3, с. 70-71], проте має недоліки, подібні до недоліків моделі Блека-Шоуза.

Модель Датара-Метьюза (ДММ) [4] була розроблена для подалання відмічених недоліків і, перш за все, для спрощення оцінювання реальних опціонів іноваційних проектів в практичній діяльності. В ній весь інвестиційний проект розглядаєтьс як один реальний опціон, якщо інвестиція може бути перервана у випадку прогнозування втрат [5].

Три можливі сценарії отримання операційного прибутку можна уявити як конус невизначеності, що представляє діапазон зміни майбутніх подій.

Укрупнений алгоритм ДММ включає такі головні етапи оцінювання проектів дослідження і розробки нових матеріалів:

- генерується три сценарії реалізації проекту: оптимістичний, найбільш вірогідний і песимістичний;
- для кожного року формується трикутне розподілення імовірності NPV (інтервальний прогноз);
- методом Монте-Карло з використанням отриманих трикутних розподілень будується результативне розподілення NPV;
- випадки з негативним NPV відкидаються;
- для позитивного «хвоста» розподілення розраховується середня величина NPV, яка й є вартістю реального опціону.

У загальному випадку, методом Монте-Карло є скоріше не самостійним методом оцінки економічної ефективності інвестицій, а технікою отримання даних для сттатистичного аналізу проекту.

Розвиток реальних опціонів в Європі ознаменувався появою нових робіт Л. Трігеоргіса, А. Дамодарана, Т. Лермана, зокрема в Росії – М. Лімітовського, М. Пирогова, А. Бухвалова, А. Козирева, тощо. Звісно, сказати коли вперше з’явилися реальні опціони в Європі складно, адже багато компаній ледве не щомісяця застосовували їх в своїх операціях, проте не прораховували вигоди від таких угод. У середині 90-х років був зафіксований один з перших випадків застосування реальних опціонів на розширення. Тоді у Португалії неподалік від Лісабону був побудований міст через річку Тахо. Проектувальники настільки якісно і міцно встановили міст, що він за технічними параметрами витримував вдвічі більше навантаження, ніж це вимагалося. Уряд Португалії виконав придбаний заздалегідь опціон на будівництво палуби для приміської залізничної лінії. Таким чином, був виконаний опціон на розширення проекту [6]. Цей

приклад практично показує значимість реальних опціонів для реалізації великих проектів, коли відбувається консолідація зусиль не лише компаній, але й державних органів, а інколи й держав. Так, наприклад, компанія Eurotunnel з допомогою урядів Франції та Великобританії успішно застосувала реальний опціон на розширення в процесі будівництва тунелю через протоку Ла-Манш [7].

Україна належить до країн, в яких фондовий ринок починає розвиватися, а тому практика реальних опціонів в нашій державі не досить поширена. Оцінка реальних опціонів дає важливу додаткову інформацію і тим самим сприяє обгрунтованості прийнятих рішень. Вона повинна розглядатись не як альтернатива, а перш за все як доповнення до традиційного методу NPV (чистої теперішньої вартості) оцінки ефективності проектів, уточнюючи оцінки, визначені дисконтуванням грошових потоків.

Висновки та рекомендації

Отже, вартість реального опціону розуміється як середнє з відповідним чином дисконтованих значень чистого прибутку, з умовою припинення проекту, якщо прогнозується збиток. Переваги ДММ полягають в тому, що непотрібне виконання строгих припущень щодо ринку, а при однакових припущеннях отримується та ж відповідь, як за формулами Блека-Шоулза. Отже, можна зробити висновок відносно доцільності використання ДММ для оцінювання інноваційних проектів дослідження і розробки нових матеріалів.

Теорія і практика реальних опціонів як інструментів поводження з ризиками проектів активно розвивається в усьому світі. Збільшення в останній час масштабів ризиків змушують шукати нових засобів протидії. В такому випадку міжнародні угоди з використання опціонних елементів створюють в кожній країні неповторний, унікальний характер кожного проекту. Підтвердженням даного факту є успішна практика багатьох країн світу у застосуванні реальних опціонів. Для України важливими складовими успішного розвитку проектів є залучення іноземних інвестицій, створення сприятливого економічного та політичного клімату, розвиток фондового ринку та переймання досвіду управління ризиками у зарубіжних компаніях, розвиток міжнародних економічних відносин.

Література

1. Реальные опционы в управлении инвестиционными рисками: теоретические основы и практические приемы / Д. И. Артемова, С. В. Валдайцев, Н. Д. Волкова, А. С. Минаева // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 5: Экономика. - 2001. - N3.- С. 89-103.

2. Collan M. (2011). Modeling Choices in the Valuation of Real Options: Reflections on Existing Models and Some New Ideas [Електронний ресурс] / Mikael Collan // - Режим доступу: http://realoptions.org/openconf2011/data/papers/24.pdf.

3. Ярыгин А.И. Моделирование процессов оценки эффективности инновационных проектов предприятия с использованием реальных опционов: дис. канд. экон. наук: 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (управление инновациями) / А.И. Ярыгин. – Санкт-Петербург, 2015. – 163 с.

4. Mathews S. Valuing Risky Projects with Real Options [Електронний ресурс] / Scott Mathews// *Research-Technology Management,* 2009, 52:5, pp. 32-41. Режим доступу: http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/08956308.2009.11657587?needAccess=true&

5. Grayburn J. Real Options and Investment Decision Making. Consultation [Електронний ресурс] / James Grayburn // Ofgem/Ofgem E-Serve 9 Millbank, London. 2012. - Режим доступу: https://www.ofgem.gov.uk/ofgem-publications/48227/realoptionsinvestmentdecisionmaking.pdf

6. Tao Wang, R. de Neufville. Identification of Real Options «in» Projects MA: 2006/ Manuscript - http://ardent.mit.edu/real_options/Real_opts_papers/Identification%20of%20Real% 20Option%20in%20Projects%20INCOSE.pdf

7. Planet Ware / Eurotunnel Description - http://www.planetware.com/folkestone/ eurotunneleng-k-et.htm.

Рецензенти:
Мамонов К.А., д-р економ. наук, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова.
Славінська О.С., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:
Mamonov K.A., Dr. Econ. Sci., O.M.Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv.
Slavinska O.S., Dr. Tech. Sci., National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **05.07.2017 р.**

УДК 69.003:339.03

Соколова Н.М., канд. екон. наук, **Яценко Б.І.,** канд. екон. наук, **Рубльов А.В.,** канд. техн. наук

ЕКОНОМІЧНА БЕЗПЕКА ДЕРЖАВНОГО ІНВЕСТУВАННЯ БУДІВНИЦТВА ОБ`ЄКТІВ

Анотація. В статті поняття «економічна безпека» адаптоване до будівельного проекту, що реалізується із залученням державних інвестицій, з врахуванням специфіки його операційної системи, змісту фаз і стадій інвестиційного циклу. Управління будівництвом на засадах забезпечення економічної безпеки державних інвестицій реалізують три моделі. Модель «Об'єкт ідентифікатор» обґрунтовує економічну доцільність участі або неучасті держави, як інвестора, в організації інвестування будівельних проектів. Модель «Бюджет-підряд-інвест» забезпечує вимоги держави, як інвестора, в процесі будівництва, через контроль використання інвестицій при їх освоєнні організаціями-учасниками в процесі виконання проектно-пошукових, будівельно-монтажних та спеціальних робіт. Модель «Будальтернатива» – призначена для відбору, на багатокритеріальній основі, задовільного для держави варіанту ресурсно-календарної моделі управління будівництвом.

Розроблені і впроваджені в практику рішення з організації тимчасових які призначені для взаємодію інвестора із провідним виконавцем в процесі підготовки інвестування та реалізації будівельних проектів.

Ключові слова: економічна безпека, державні інвестиції, будівельний об'єкт, сітьове ресурсно-календарне планування, «роботи-дуги», організаційні структури управління.

UDC 69.003: 339.03

Sokolova N.M., Cand. Econ. Sci, (Ph.D.), **Yatsenko B.I.,** Cand. Econ. Sci, (Ph.D.), **Rubliov A.V.,** Cand. Eng. Sci. (Ph.D.)

THE ECONOMIC SECURITY OF PUBLIC INVESTMENT IN CONSTRUCTION

Abstract. The concept of «economic security» adapted to the construction project, implemented with the involvement of public investment, taking into account the specifics of its operating system, the content of the phases and stages of investment

cycle. Construction management on the basis of ensuring the economic security of public investment implement three models.
Model «Object-identifier» justifies the cost-effectiveness of participation or nonparticipation of the state as an investor in the organization of investment construction projects. Model «Budget-consecutive-invest to ensure the requirements of the state as an investor in the building process through the control of investment in their development by participating organizations in the implementation of design, survey, construction and special works. Model «Buildaltemativa» is designed to select, based on multicriteria, satisfactory to the state version of the resource and calendar model construction management.
Developed and put into practice a decision on the organization of temporary structures for the interaction of an investor with a leading performer in the preparation of investment and construction projects.
Key words: economic security, public investment, construction projects, network resource and calendar planning, «work-arc», the organizational management structure.

УДК 69.003: 339.03

Соколова Н.Н., канд. экон. наук, **Яценко Б.И.,** канд. экон. наук, **Рублев А.В.,** канд. техн. наук

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ГОСУДАРСТВЕННОГО ИНВЕСТИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ

Аннотация. В статье понятие «экономическая безопасность» адаптировано к строительного проекта, реализуемого с привлечением государственных инвестиций, с учетом специфики его операционной системы, содержания фаз и стадий инвестиционного цикла. Управление строительством на основе обеспечения экономической безопасности государственных инвестиций реализуют три модели. Модель «Объект идентификатор» обосновывает экономическую целесообразность участия или неучастия государства, как инвестора, в организации инвестирования строительных проектов. Модель «Бюджет-подряд-Инвест» обеспечивает требования государства, как инвестора, в процессе строительства, через контроль использования инвестиций при их освоении организациями-участниками в процессе выполнения проектно-изыскательских, строительно-монтажных и специальных работ. Модель «Будальтернатива» - предназначена для отбора на многокритериальной основе удовлетворительного для государства варианта ресурсно-календарной модели управления строительством.

Разработаны и внедрены в практику решения по организации временных предназначенные для взаимодействия инвестора с ведущим исполнителем в процессе подготовки инвестирования и реализации строительных проектов.
Ключевые слова: экономическая безопасность, государственные инвестиции, строительный объект, сетевое ресурсно-календарное планирование, «работы-дуги», организационные структуры управления.

Постановка проблеми

Реалізація євроінтеграційних прагнень України, погребує перегляду як мети організації підрядного будівництва, так і традиційних підходів щодо економічного обґрунтування проектів, в яких держава виступає як співінвестор. Якщо переважна більшість існуючих методик та моделей економічного оцінювання будівельних інвестиційних проектів традиційно зосереджені на проблемах економічної привабливості і використовують звичайні показники оцінювання, нові - мають на меті не лише оцінити прибутковість проектів, але й провести комплексне економічне обґрунтування доцільності участі держави як співінвестора, забезпечити на етапі обґрунтування будівельного проекту узгодження економічних інтересів держави з іншими співінвесторами, провідним виконавцем (генеральним підрядником), створити об’єктивну картину руху активів та джерел проекту, від підготовки до здачі об'єкту в експлуатацію.

Аналіз стану досліджуваної проблеми, засвідчив, що традиційні підходи до економічного оцінювання реальних інвестицій та відповідні процедури формування портфелю будівельних проектів зосереджені, переважним чином, на виявленні прибутковості проектів та їх зіставленні в часі з витратами на протязі фаз та етапів інвестиційного циклу. Однак, найважливіша вимога забезпечення економічної безпеки інтересів держави в процесі інвестування залишається поза увагою традиційних підходів. Не відбувається належного врахування вимог щодо поточної вартості незавершеної продукції будівельних інвестиційних проектів, не оцінюється платоспроможність інвестора та надійність провідного виконавця. Адаптація до Євро вимог процесів управління будівництва потребує створення нових аналітичних інструментів, які були б спроможні не лише прогнозувати економічну привабливість будівництва, але й забезпечити захист державних інтересів в процесі інвестування, насамперед, захист державних коштів від несумлінного використання. Отже, створення нової системи

економічної оцінки будівельних проектів, спрямованої на виявлення достовірних переваг та надійності участі держави (на інституційному, регіональному або муніципальному рівні) в інвестуванні будівельних проектів визначає актуальність даної роботи.

Аналіз останніх публікацій

За підсумками аналізу джерел були виявлені переваги тих підходів, в яких пріоритетним є не розгляд окремих аспектів та загроз економічній безпеці, чи звужене тлумачення як збереження економічних, виробничих та інформаційно-технологічних таємниць, а в яких економічна безпека визначається як стан надійного і тривалого функціонування підприємства, як «захищеність її життєво важливих інтересів від внутрішніх і зовнішніх загроз», яка забезпечується системою заходів спеціального правового, економічного, організаційного, інформаційно-технічного і соціального характеру» (В.Ф.Гапоненко «Економічна безпека підприємства. Підходи та принципи», М. : Ось-89, 2017. - С.19). Адаптуючи тлумачення, що викладені в цій та інших роботах щодо економіки безпеки (зокрема, праці таких вчених як Андрійчук В.Г., Беспалько А.Л., Власюк О.С., Власков А.С., Гапонєнко В.Ф., Гнебіденко І.Ф., Грушко В.І., Зіновєв Ф.В., Єрмошенко М.М., Калаштет С.В., Кузьмін О.Є., Куріда Н.М., Онищенко В.О., Лич В.М., Поважний О.С., Тимошенко І.І., Чумаченко М.Г., Чухно А.А. та багатьох інших) і оцінюючи найпоширеніші у вітчизняній теорії і практиці підходи щодо економічної оцінки будівельних проектів (в т.ч. роботи Бланка І.А, Денисенка М.П., Кухленка М.І., Сухорукова А.І., Тяна Р.Б., Ушацького С.А., Федоренка В Г.), був зроблений висновок про необхідність зміни уявлень щодо змісту економічну безпеку стосовно управління будівництвом об’єктів, яке здійснюється із залученням державних інвестицій.

За підсумками цього висновку було визначено предмет, об’єкт, мету і завдання роботи, розроблено структурно-логічну схему організації дослідження.

Мета роботи - створення системи економічних моделей для обґрунтування раціональних для держави як інвестора умов підготовки та реалізації будівельних проектів. Моделі забезпечуватимуть належний для держави як інвестора (в особі державних, муніципальних, регіональних органів влади або підприємств з переважною часткою належних державі активів) рівень економічної безпеки будівельного проекту.

Викладення основного матеріалу

Поняття «економічної безпеки державного інвестування будівництва об'єктів» слід розглядати як результат сполучення економічних підходів, моделей, методик та належних управлінських заходів, які в сукупності мають забезпечити задовільний для держави, як інвестора (співінвестора), та переваги тих підходів, в яких пріоритетним на розгляд окремих аспектів та загроз економічній безпеці, чи її звужене тлумачення як збереження економічних, виробничих та інноваційно-технологічних таємниць, а в яких економічна безпека визначається як стан надійного і тривалого функціонування підприємства, як «захищеність її життєво важливих інтересів від внутрішніх і зовнішніх загроз» заздалегідь визначений рівень вимог щодо організації інвестування, очікуваних результатів, ритмічності інвестування, фінансово-економічної надійності учасників інвестиційного процесу.

Економічна безпека будівельного проекту, яка започатковується ще на етапі інвестиційного задуму, надалі формується і змінюється одночасно із формуванням та розвитком операційної системи будівельного проекту.

Досліджені наявні викладання основного матеріалу теоретико-методичні основи та практичні напрацювання щодо економічної безпеки (ЕБ) виявили нераціональність прямого їх використання при забезпеченні захисту економічних інтересів держави в процесі інвестування підготовки та будівництва об'єктів промислового, цивільного, соціального чи комерційного призначення. Неприпустимість прямого перенесення теоретичних основи ЕБ на будівельний проект, насамперед, обумовлене:

- принциповою відмінністю побудови і проектною спрямованістю операційної системи будівельного виробництва;
- значним рівнем невпорядкованості зовнішнього та внутрішнього середовища реалізації будівельного проекту;
- суперечливістю економічних інтересів учасників будівельного проекту, одним з яких є державний інвестор.

Зазначена наукова гіпотеза та обрана структурно-логічна схема дослідження, що відображені, дали підстави для того, щоб розробити теоретичні основи управління будівництвом на засадах забезпечення економічної безпеки державних інвестицій. Для забезпечення ЕБ в управлінні будівництвом було запропоновано дві групи інструментів (див. А.1 - А.3 на рис.1). *Першу групу* складатимуть *економічні моделі.* Їх призначанням є належний аналітичний

супровід для прийняття інвестором рішень - від ініціювання проекту та обґрунтування доцільності участі держави в ньому як співнівестора - до здачі будівельного об'єкту в експлуатацію. Враховуючи відмінності окремих фаз інвестиційного циклу та специфіку операційної системи будівельного проекту, визначено доцільним, що перша складова А.1. при інвестуванні державою окремого будівельного проекту має враховувати:

1. структуровану за часом, фазами інвестиційного циклу поточну доходність від реалізації проекту для кожного з провідних учасників БП;

- фондоємність проекту по необоротним та оборотним активам;

- середньорічну частку державних коштів в інвестуванні впродовж п'ятирічного циклу підготовки, будівництва та експлуатації проекту;

- розрахункову суму надходжень до бюджетів всіх рівнів впродовж підготовки та реалізації проекту.

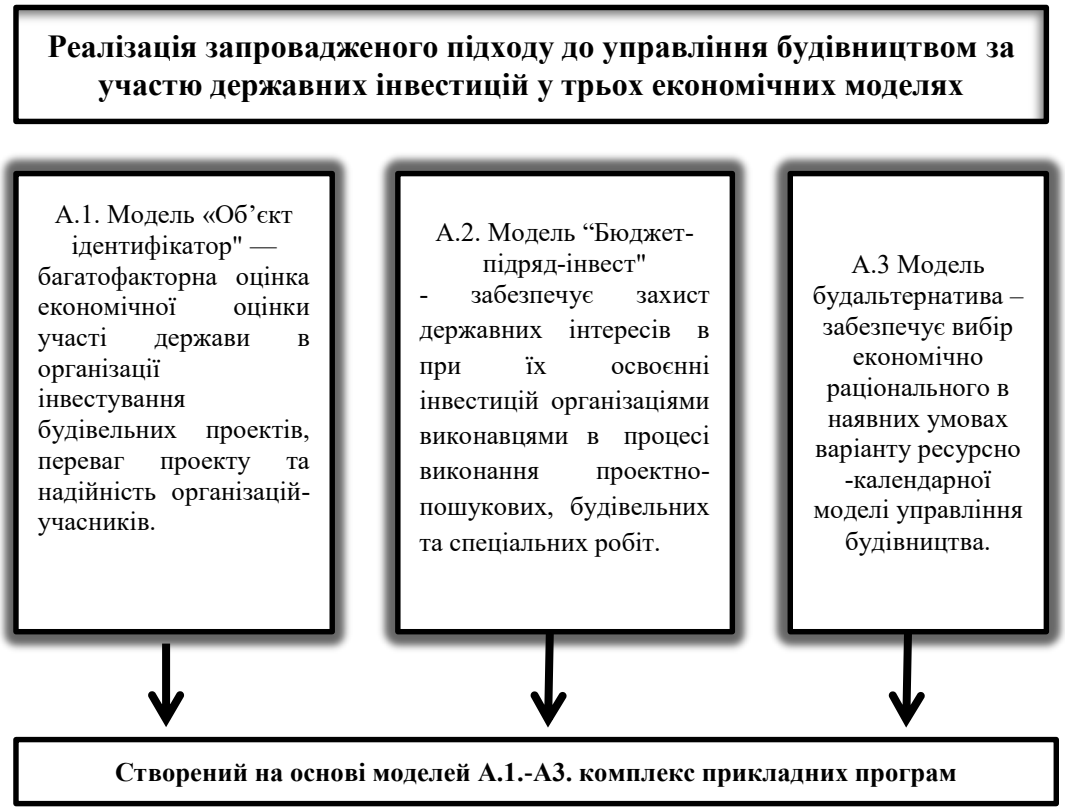


Рисунок 1 – Структурно-логічна схема дослідження

Таким чином, складова А.1 ще на етапі ініціювання участі держави в даному проекті створює раціональну основу для дотримання вимог держави як

інвестора щодо надійності, раціональної структури та прибутковості вкладень в будівельні проекти.

Друга складова А.2 спрямована на захист державних інтересів в процесі будівництва. Сітьова конструкція моделі у вигляді «робіт-дуг» дозволить оцінити рівень належного, неналежного використання інвестиційних коштів при їх освоєнні організаціями-учасниками в процесі виконання проектно - пошукових, підготовчих, будівельно-монтажних та спеціальних робіт на об'єктах будівництва.

Завершальна аналітична складова А.3 має запровадити модернізований апарат економічної оцінки варіантів (альтернатив) ресурсно -календарної моделі управління будівництва. Відбір варіантів має здійснюватися відповідно до вимог щодо надійності, безпеки інвестування, промислового, цивільного або соціального призначення.

Зрозуміло, що дотримання сучасних вимог ЕБ в управлінні будівництвом об'єктів, що реалізуються за участю державних інвестицій, потребують не тільки належного аналітичного супроводу (на це спрямовані складові першої групи), але й сучасних організаційних структур управління інвестуванням будівництва. На рис.2 подано схему розробленої тимчасової структури у вигляді «Координаційного центру з економічного обґрунтування та управління інвестуванням будівництва» (впроваджена в практику діяльності компанії SW-девелопмент). Така структура призначена на тривалу взаємодію інвестора із провідним виконавцем для реалізації не окремого будівельного проекту, а цілісної інвестиційної програми (портфеля будівельних проектів).

Перша в цьому переліку модель - «Об'єкт-ідентифікатор». Вона дозволяє державі, як інвестору, серед пропонованих альтернатив обрати об'єкт інвестування шляхом застосування нового переліку критеріїв, які оцінюють як економічні переваги проекту, так і надійність її потенційних ділових партнерів в реалізації даного проекту. Основною розрахунково-аналітичною процедурою моделі «Об'єкт-ідентифікатор» є аналіз пропонованих до інвестування будівельних об'єктів за показниками, які об'єднані в наступні групи: «Економічні переваги», «Джерела та зобов'язання», «Якість задуму та маркетингові переваги», «Соціальні переваги », «Надійність виконавців».

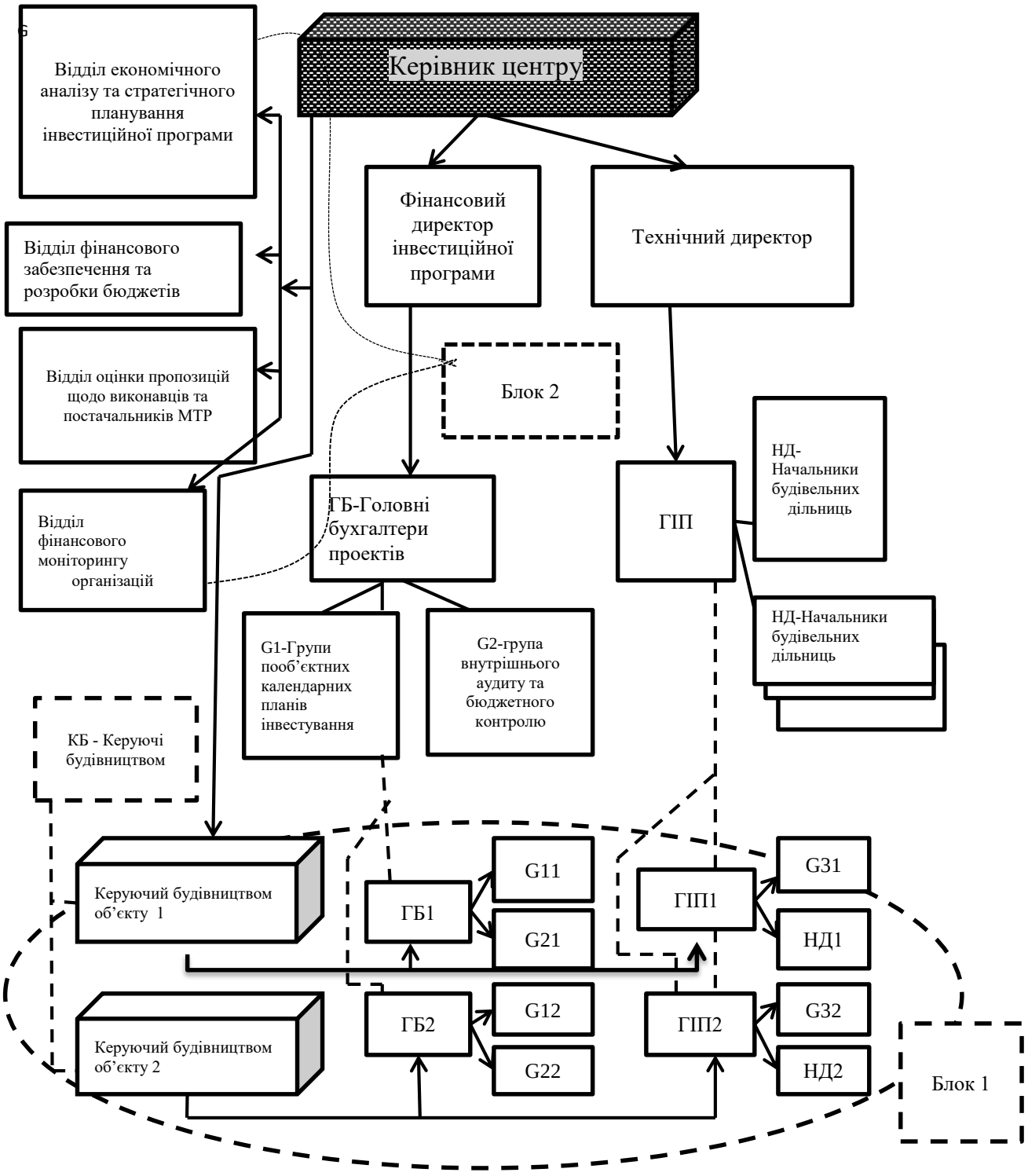


Рисунок 2 – Організаційна структура «Координаційного центру з економічного обґрунтування та управління інвестуванням будівництва» (1 – матрично підпорядковані елементи ОСУ; 2 – функціональні підрозділи ОСУ)

Зазначені показники (їх стислий перелік та зміст подано в табл. 1) формують підсумкову оцінку R (β) проекту β:

$$G_i(\beta)\sum_{m=1} Ni\,\theta_m \times G_{im}(\beta) \to R(\beta) = \sum_{1=1} 5\,\mu_i \quad \times G_i(\beta) \to I^{\text{пр}}\left(\frac{\beta}{\alpha}\right) = \frac{R(\beta)}{R(\alpha)}$$

де β – порядковий номер будівельного об'єкту в переліку пропонованих до інвестування проектів;

G_{im} (Р) – оцінка в універсальних одиницях, розрахована щодо проекту за показником з порядковим номером m в і-ій групі;

N_i – кількість показників в і-тій групі (від 3 в першій групі до 11 - в другій);

μ_i – ваговий коефіцієнт групи в підсумковій оцінці, частка одиниці;

θ_m – ваговий коефіцієнт показника з порядковим номером m в даній групі;

$R(\beta)$ – підсумкова оцінка проекту в універсальних одиницях;

$I^{\text{пр}}\left(\frac{\beta}{\alpha}\right)$ індекс порівняльної переваги інвестування проекту в порівнянні з проектом, що визначається відношенням відповідних підсумкових оцінок проектів.

Всі одиниці виміру показників трансформуються до єдиного універсального виміру, що дозволяє легко інтегрувати їх в групові оцінки та наочно визначати порівняльні переваги інвестування в певні проекти за окремими показниками (табл. 2). Далі формується матриця інвестиційних пріоритетів проектів (табл. 3.) серед запропонованого переліку.

Таблиця 1 – Зміст показників в групах моделі «Об'єкт-ідентифікатор» (фрагмент)

Gi/Ni	Gim	Назва показника та порядок розрахунку	Одиниці виміру
G_1	...	…	….
6	G_{16}	Індекс оборотності активів проекту, середньо квартальне за 5 роки з початку проекту відношення сукупного обсягу *від* реалізації продукції у вартісному виразі (без ПДВ) до вартості всіх вкладених в проект активів.	Одиниці.
G_2	G_{21}	Частка держави в загальному обсязі інвестицій.	% “
11	G_{22}	Середня на поточний момент серед всіх приватних інвесторів частка чистого оборотного капіталу організацій - співінвесторів	1%
G_5	G_{55}	Загальна ресурсовіддача генпідрядника (іншого провідного виконавця) - середня за останні 3 роки рентабельність активів, відношення річного балансового прибутку до середньорічної вартості всього її майна.	Частка одиниці
6	G_{56}	Виконавча дисципліна генпідрядника - оцінюється за часткою своєчасно введених цією організацією об'єктів за останні 3 роки як співвідношення вартості своєчасно виконаних БМР до вартості всіх МР за цей період.	Частка одиниці

Запроваджені в даній моделі склад показників та порядок їх виміру дозволяють разом з прибутковістю проектів відобразити вимоги ОПР щодо обсягу, джерел, інтенсивності інвестування, фінансової надійності організацій - учасників. Впровадження моделі в практику управління будівництвом дозволить ще на етапі ініціювання проекту прийняти науково-обґрунтоване рішення щодо участі або неучасті держави як інвестора в даному проекті.

Таблиця 2 – Підсумкова оцінка проектів

Шифр проекту, β	Підсумкова оцінка економічної безпеки проекту, універсальні одиниці, R(β)	Загальний обсяг інвестування по проекту, Q, (β), тис.грн	Пропонована державі частка інвестування проекту, $\varphi(\beta)$,%
a	0,9827	13472	87
b	1,0410	18470	35
c	0,8912	461203	52
d	1,0680	8704	26
e	1,1200	9110	40
f	0,9400	103520	100
g	1,0030	10706	68

Наступна модель «Бюджет-підряд-інвест» була розроблена для надання в розпорядження інвестора та виконавця БП сучасного наукового інструменту ресурсно-календарного моделювання, щоб забезпечити економічно надійне управління будівельними проектами за участю держави як інвестора.

Таблиця 3 – Матриця інвестиційних пріоритетів проектів

Шифр проекту, β	Індекс (β/α)						
	a	b	c	d	e	1	g
a	1,0000	1,0593	0,9069	1,0868	1,1397	0,9565	1,0207
b	0,9440	1,0000	0,8561	1,0259	1,0759	0,9030	0,9635
c	1,1027	1,1681	1,0000	1,1984	1,2567	1,0548	1,1254
d	0,9201	0,9747	0,8345	1,0000	1,0487	0,8801	0,9391
e	0,8774	0,9295	0,7957	0,9536	1,0000	0,8393	0,8955
f	1,0454	1,1074	0,9481	1,1362	1,1915	1,0000	1,0670
g	0,9798	1,0379	0,8885	1,0648	1,1167	0,9372	1,0000

Ця модель подана у вигляді набору стандартних елементів, що складається з двох подій (початкової та кінцевої) і дуги між ними. Остання моделює як характер виконання даної роботи, так і економічні відносини між учасниками в процесі її виконання.

Важливою складовою цієї моделі є імітаційний блок моделі у вигляді генератору випадкових подій. По всім роботам представлена стандартизована «лінійка відхилень», яка являє собою дискретний набір значень відсоткових відхилень базової тривалості та кошторисної вартості проектних, підготовчих, будівельно-монтажних та спеціальних робіт. Генератор випадкових подій здійснює по кожній роботі по 100 виборів щодо тривалості, вартості та ритмічності виконання роботи. Розрахункові значення тривалості та вартості

робіт одержуються як середньозважені щодо частоти виборів з «лінійки відхилень».

Одержані в такий спосіб провідні параметри виконання робіт долають інформаційну невизначеність щодо їх можливих коливань в межах окремих робіт-дуг. До переваг моделі слід віднести чітку прив'язку вартісних параметрів моделі до сукупного виконання бюджету інвестиційного проекту, вартісно - майнового стану організацій-виконавців, структури витрат, фінансових результатів організації впродовж виконання роботи. Це дає як інвестору, так і провідному виконавцеві БП можливість заздалегідь врахувати можливі коливання виконання робіт та, в такий спосіб, обґрунтовано маневрувати ресурсами інвестора.

Завершальною складовою (визначеною вище як А.З) є модель «Будальтернатива». В ній реалізовано новий підхід до відбору варіантів економічно надійної ресурсно -календарної моделі управління будівництва.

Основні розрахунково-аналітичні процедури моделей інтегровані в комплекс прикладних програм. Економічні моделі, програмний комплекс та рішення щодо оргструктур впроваджені в практику реалізації ряду будівельних проектів промислового та соціального призначення м. Києва та Київської області. Впровадження довело цінність результатів роботи забезпечення в управлінні будівництвом вимог щодо прибутковості проектів, структури вкладень, економічної безпеки та маневреності використання інвестиційних коштів.

Визначальними передумовами дослідження є забезпечення державних інтересів в процесі інвестування будівництва об'єктів промислового, цивільного або соціального призначення та захист державних інвестицій в активи проектів від несумлінного використання. Це потребує адаптації поняття «економічна безпека» до будівельних проектів, з врахуванням специфіки його операційної системи, змісту фаз і стадій інвестиційного циклу. Саме тому в роботі поняття «економічна безпека» розглядається як економічна безпека будівельних проектів, що готуються і реалізуються за участю державних інвестицій. Аналіз стану досліджуваної проблеми виявив, що поняття «економічна безпека державного інвестування будівництва об'єктів» слід розглядати як результат сполучення економічних підходів, моделей та належних управлінських заходів, які в сукупності мають забезпечити задовільні для держави, як інвестора (співінвестора), та заздалегідь визначені умови щодо: організації та ритмічності інвестування, очікуваних результатів від реалізації проектів, надійності учасників інвестиційного процесу, разом з ретельним постійним економічним

моніторингом процесу інвестування по об'єктам будівництва. Управління будівництвом на засадах забезпечення економічної безпеки державних інвестицій потребує створення належної аналітичної основи економічної оцінки процесу участі держави в інвестування будівельних проектів. Вона має бути адаптованою до змісту інвестиційного циклу будівельних проектів. Така система реалізується завдяки моделям: «Об'єкт- ідентифікатор», «Бюджет-підряд-інвест» та «Будальтєрнатива». Забезпечення економічної безпеки та інших вимог держави, як інвестори, в процесі попереднього техніко-економічного обґрунтування (ТЕО), вибору об'єктів будівництва для інвестування та підготовки проектів забезпечується моделлю «Об'єкт-ідентифікатор». Реалізована в моделі параметрична база науково обґрунтовує рішення про участь або неучасть держави в інвестуванні будівництва. Модель створює підстави для забезпечення інтересів держави щодо надійності вкладень, раціональної структури та прибутковості державних інвестицій в будівельні проекти.

Література

1. Федоренко В.І. Нові моделі забезпечення економічної безпеки державного інвестування будівельних проектів / Зб. наук, праці «Формування ринкових відносин в Україні». – К. : НДЕІ, 2016 - № 1(116) – С.137-140.

2. Бондаренко Є.В. Трансформація сітьових моделей управління будівництвом для забезпечення економічної безпеки державних інвестицій /Лагутіна З.В //Інвестиції: практика та досвід. – 2015 – № 1. – С. 10-14.

3. Латутіна З.В. розробка сучасних аналітичних інструментів забезпечення економічної безпеки державного інвестування будівельних проектів / Лаіутіна З.В. Інвестиції: практика та досвід. – 2015- № 2. – С.11 -1 3.

4. Яценко І.В. Реалізація нових механізмів забезпечення економічної безпеки спорудження будівельних об'єктів з державною часткою інвестицій. Зб. наук, праць «Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин». – К. . КНУБА, 2016. – Вип. 22. – С. 84 - 92.

5. Гайко А.Ф. Оновлення ресурсно-календарних моделей спорудження будівельних об'єктів для забезпечення економічної безпеки державних інвестицій Зб. наук, праць «Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин». – К. : КНУБА, 2016. – Вип. 23. – С. 64 - 70.

Рецензенти:
Кучерук Н.Ю.., доктор економічних наук, професор кафедри менеджменту Державного університету інфраструктури транспорту.
Гречан А.П., доктор економічних наук, професор кафедри економіки Національного транспортного університету.

Reviewers:
Kucheruk N.Yu., Doctor of Economics, Professor, Department of Management, State University of Transport Infrastructure.
Hrechan A.P., Doctor of Economics, Professor, Department of Economics, National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **15.08.2017 р.**

УДК 625.76

Харченко А.М., канд. тех. наук, **Смірнов А.М.**

ОСНОВНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В НАПРЯМКУ ОБҐРУНТУВАННЯ РІВНІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ В ЗИМОВИЙ ПЕРІОД

Анотація. У статті розглянуто проблему обґрунтування рівнів обслуговування автомобільних доріг в зимовий період. Проаналізовано основні види робіт по боротьбі із зимовою слизькістю, проблему обґрунтування ресурсів дорожньої організації та маршрутизації спецтехніки. Досліджена література підтримки прийняття рішень щодо виконання операцій по зимовому утриманню доріг з використанням методів оптимізації маршрутизації автомобілів та витрат хімічних реагентів.

Ключові слова. Зимове утримання, стан покриття, реагенти, маршрутизація

UDC 625.76

Kharchenko A., Cand. Eng. Sci (Ph.D), **Smirnov A.**

BASIC RESEARCH IN THE DIRECTION OF JUSTIFICATION OF THE LEVELS OF ROAD MAINTENANCE IN THE WINTER PERIOD

Abstract. The article considers the problem of justifying the levels of road maintenance in winter. The main types of work to combat winter slipperiness, the problem of justifying the resources of the road organization and the routing of special equipment were analyzed. The literature of support of decision-making on performance of operations on winter road maintenance with use of methods of optimization of routing of vehicles and consumption of chemical reagents is investigated.

Keywords. Winter maintenance, pavement condition, reagents, routing.

УДК 625.76

Харченко А.Н., канд. тех. наук, **Смирнов А.Н.**

ОСНОВНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В НАПРАВЛЕНИИ ОБОСНОВАНИЯ УРОВНЕЙ ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Аннотация. В статье рассмотрена проблема обоснования уровней обслуживания автомобильных дорог в зимний период. Проанализированы основные виды работ по борьбе с зимней скользкостью, проблема обоснования ресурсов дорожной организации и маршрутизации спецтехники. Исследована литература поддержки принятия решений по выполнению операций по зимнему содержанию дорог с использованием методов оптимизации маршрутизации автомобилей и расхода химических реагентов.

Ключевые слова. Зимнее содержание, состояние покрытия, реагенты, маршрутизация

Вступ

Зимове утримання доріг, згідно з «Єдиними правилами зимового утримання автомобільних доріг» ПГ.1-218-118 [1], визначає комплекс робіт, які проводяться дорожньо-експлуатаційними організаціями для забезпечення безперебійного та безпечного руху на автомобільних дорогах у зимовий період, і включають очистку доріг від снігу, їх захист від снігових заносів і боротьбу з зимовою слизькістю. Ці оперативні заходи значно впливають на безпеку руху, доступність, транспортні витрати та навколишнє середовище і, крім того, дуже витратні для організацій, що займаються експлуатаційним утриманням доріг. Тому розробка ефективних стратегій та методів оперативних заходів по боротьбі з зимовою слизькістю, що ґрунтуються на накопиченні історичних даних, знань та досвіду експертів про наслідки й витрати, пов'язані з забезпеченням різних зимових рівнів обслуговування автомобільних доріг для учасників дорожнього руху та експлуатаційних організацій, є актуальною в сучасних умовах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз досліджень та публікацій показав, що в роботах [1-3] були визначені основні нормативно-правові положення обґрунтування методів боротьби з зимовою слизькістю в умовах України. Проте, слід зазначити, що в цих документах чітко не визначено порядок обґрунтування рівнів зимового обслуговування доріг. Вивчення зарубіжного досвіду дозволяє сформулювати основні напрямки подальших досліджень цієї проблематики. Зокрема, в роботах [4-7,19-22] розглядається використання хімічних та абразивних матеріалів, їх вплив на навколишнє середовище. В роботах [5,8-17] автори пропонують використання різних підходів і моделей маршрутизації спецтехніки та визначення оптимальної кількості ресурсів для експлуатаційної організації. Здебільшого, ці моделі маршрутизації ґрунтуються на основних положеннях теорії графів, однак, автори не наводять опису методів оптимізації запропонованих моделей. В роботах [23-29] наведено використання евристичних методів, які поділяються на: конструктивні, композитні та змішані (метаевристичні) методи. Застосування останніх дозволяє виконати оптимізацію моделей маршрутизації спецтехніки, яка використовується для боротьби з зимовою слизькістю.

Постановка завдання

Завданням даного дослідження є аналіз основних методів обґрунтування рівнів обслуговування автомобільних доріг в зимовий період за рахунок оптимізації ресурсів та маршрутизації спецтехніки.

Основна частина

Зимове експлуатаційне утримання доріг включає специфічні операції, пов'язані з сезонною проблемою – боротьбою з зимовою слизькістю. Ці операції включають розповсюдження хімічних реагентів та абразивних матеріалів, прибирання снігу та льоду, вивезення снігу до місць утилізації та ін. (рис.1).

Основною метою проведення робіт з утримання доріг в зимових умовах є усунення зимової слизькості на покритті у встановлені терміни, забезпечення можливості проїзду автомобільного транспорту, забезпечення необхідного зчеплення шин з поверхнею в місцях ускладнення руху за рахунок застосування протиожеледних матеріалів.

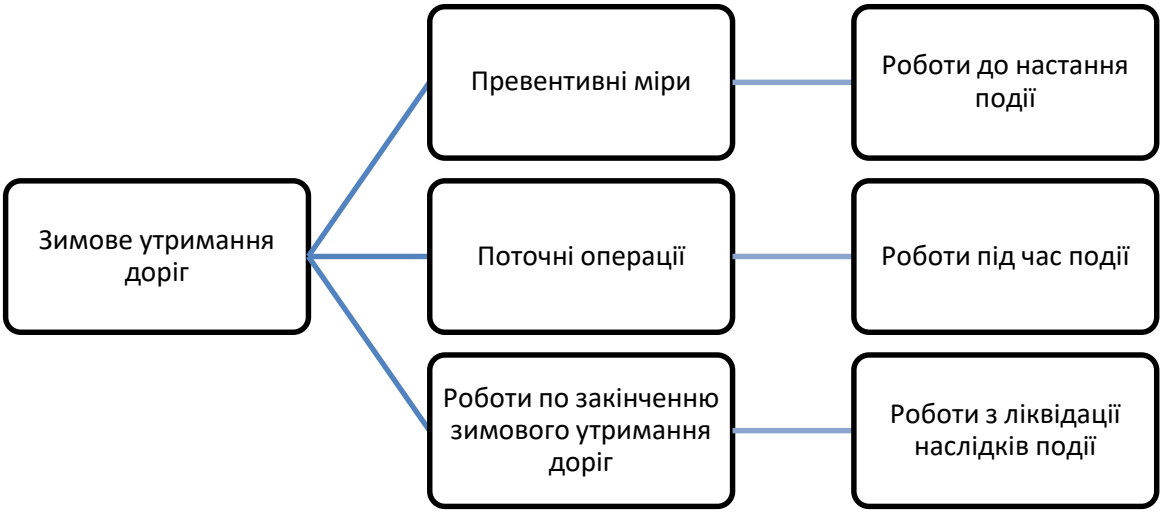


Рисунок 1 – Традиційний перелік робіт з зимового утримання доріг

У зимовий період на автомобільних дорогах можливе утворення наступних основних видів зимової слизькості:

- пухкий сніг (який щойно випав або неущільнений рухом) переважно без опадів;
- накат (ущільнений рухом транспорту сніг аж до утворення за певних умов льодових поверхонь);
- ожеледиця (склоподібний лід), утворюється внаслідок замерзання рідких опадів на охолодженому покритті.

Всі види зимової слизькості значно знижують коефіцієнт зчеплення шин з поверхнею покриття, тому одним з основних завдань зимового утримання є боротьба із зимовою слизькістю.

Вимоги до транспортно-експлуатаційного стану автомобільних доріг в зимовий період експлуатації та терміни снігоочищення доріг і ліквідації зимової слизькості визначаються за ДСТУ 3587 [2], іншими державними стандартами з урахуванням народногосподарського та адміністративного значення дороги, оснащеності дорожньо-експлуатаційної служби необхідними машинами, обладнанням та матеріалами [3].

Зимове утримання автомобільних доріг загального користування в Україні нормується за складністю робіт [3]:

- ступінь складності 1 – роботи виконуються в звичайному режимі з метою усунення незначних перешкод дорожньому руху силами і засобами, які є в наявності (снігоочищення, розподілення протиожеледних матеріалів);
- ступінь складності 2 – виникнення небезпеки появи перешкод руху на автомобільних дорогах (сильні снігопади та ожеледиця);
- ступінь складності 3 – можливість проїзду по дорогам знаходиться під загрозою зупинення (при хуртовинах з швидкістю вітру більше ніж 9 м/с та тривалістю більше двох діб; снігопадах інтенсивністю більше за 5 см/годину та тривалістю більше ніж 6 годин, а також при створенні ожеледі на великій протяжності автомобільної дороги).

Основними способами боротьби із зимовою слизькістю є механічний і хімічний. До хімічного способу відноситься використання хімічних, фракційних або комбінованих матеріалів.

Згідно проведеного аналізу світового досвіду, зазвичай, застосування хімічних реагентів, включаючи витрати на матеріал, робочу силу та обладнання, складає приблизно одну третину прямих витрат [4]. Витрати піску та інших абразивів складають більше ніж 10 відсотків бюджетних коштів виділених на зимове утримання [5]. Використання хімічних речовин та абразивних матеріалів також пов'язано з багатьма непрямими витратами, що включає пошкодження автотранспортних засобів, вплив на інфраструктуру та навколишнє середовище [6-7].

В останні роки у світі широко використовуються так звані служби прогнозування снігових опадів та термічне картографування (більшість дорожніх агентств Європи, Японія, США).

Слід зазначити, що до недавнього часу більшість досліджень, спрямованих на формулювання моделі зимового експлуатаційного утримання доріг, містили прості моделі та приділяли недостатню увагу обґрунтуванню рівнів обслуговування, не враховуючи ймовірнісну природу факторів та характеристик моделі зимового утримання. Деякі дослідники [5-7] окремо виділяють також проблему маршрутизації спецтехніки, автомобільного транспорту, задіяного в виконанні робіт по зимовому утриманню, проблему раціонального розміщення експлуатаційних служб та обґрунтування витрат матеріалів й інших ресурсів.

Проблема маршрутизації спецтехніки по зимовому утриманню доріг напряму пов’язана з рівнями обслуговування, так як завдяки вирішенню цієї

проблеми можна визначити оптимальну кількість необхідних ресурсів (одиниць спецтехніки) для виконання робіт.

Проблема маршрутизації автомобілів, пов'язаних з виконанням операцій, зазвичай формулюється як проблема «маршрутизації дуги» згідно з основними положеннями теорії графів. Математична модель маршрутизації задіяної техніки у цьому разі представляється зваженим орієнтованим графом [5]:

$$G = (R, L), \tag{1}$$

де R – мережні вузли,

L — множина дуг, яка моделює тракти передачі між вузлами мережі та потужність якої дорівнює n.

Ваговими коефіцієнтами окремо взятої дуги l_{ij} графа G виступають деякі дійсні числа d_{ij}, які називаються довжиною (метрикою) дуги, яка визначається як:

$$d_p = d_{ik} + d_{k,g} + \ldots + d_{m,j} = \sum_{(l,m)\in p} d_{l,m}. \tag{2}$$

Тоді для будь-яких двох вузлів r_i та r_j графа задача найкоротшого шляху полягає в пошуку такого шляху між цими двома вузлами, який би мав мінімальне значення довжини (метрики).

В роботах Assad, Golden [8] Eiselt [9,10], Dror [11] представлено широкий огляд літератури щодо особливостей дугових маршрутів. Протягом багатьох років було розроблено велика кількість систем підтримки прийняття рішень з використанням методів оптимізації щодо маршрутизації автомобілів для виконання операцій по зимовому утриманню доріг. Такі системи були описані наприклад: Durth,Hanke [12], Jaquet [13], Blesik [14], McDonald [15], Andersonта ін. [16]. Однак ці автори не наводять опису методів оптимізації, на яких їх системи покладаються. Огляд системи підтримки прийняття рішень для маршрутизації дорожньої спецтехніки представлений в дослідженнях Gini та Zhao [17]. В роботі Turchi [18] запропоновано схему таксономії для класифікації систем прийняття рішення щодо робіт та ресурсів по зимовому утриманню.

Також було розроблено кілька інструментів підтримки прийняття рішень щодо програми використання хімічних реагентів та абразивів згідно відповідних зимових погодних умовах. Наприклад, в роботах Malmberg,

Axelson[19]описаний проект, ініційований Шведською національною дорожньою адміністрацією на початку 90-х років для розробки експертної системи зимового утримання, що називається VVEXP, яка визначає час відгуку, кількість і порядок застосування хімічних реагентів та абразивів під час зимового утримання. Експертна система VVEXP базувалася на поточній інформації та статистичних даних про погодні умови, включаючи застосування методів інтерполяції інформації про погодута автоматизованим вибором набору хімічних реагентів та порядку їх застосувань на основі правил та фактів, зібраних з так званих «польових інтерв'ю» та зустрічей з експертами. Однак, з фінансових причин, подальший розвиток системи був зупинений [20].

В роботах Ketcham [21] описано рівні обслуговування доріг щодо зимового утримання у вигляді таблиць, розроблених Федеральним агентством автомобільних доріг США (FHWA), які містять інформацію про набір та порядок застосування хімічних речовин для боротьби з зимовою слизькістю, операції відповідно до поточних і прогнозованих температур, снігопаду та точки роси. Керівництво базується на результатах чотирьохрічних польових випробувань, проведених 15 державними агенціями штатів США та підтримуваних Стратегічною програмою досліджень доріг (SHRP) та FHWA. Керівництво також було поширено за межами США. Пізніше Програма боротьби з зимовою слизькістю (DART) була розроблена для Міністерства транспорту Онтаріо, Канада, щоб адаптувати керівництво FHWA до комп'ютеризованого формату та оцінити ефективність рекомендованих методів експлуатаційного утримання [22].

Для маршрутизації транспортних засобів, задіяних при зимовому утриманні, було запропоновано використання процедур евристичних методів. Вони можуть бути загалом поділені на три категорії:

- конструктивні методи;
- композитні методи;
- адаптація метаевристики.

Конструктивні методи маршрутизації транспортних засобів можна розділити на чотири класи: методи побудови послідовних маршрутів, методи побудови паралельних маршрутів, спочатку кластер – маршрут потім та методи оптимізації на основі основних положень теорії графів.

Композитні методи використовуються для врахування обмежень в моделі по кількості та потужності транспортних засобів, витраті матеріалів, часі виконання робіт і т.д. Ця група методів базується на евристичних підходах [23].

Методи метаевристики базуються на імітаційному підході [24-29] і використовуються для вирішення проблеми випадковості змінних моделі та непередбачуваності факторів, які впливають на модель зимового утримання доріг. Методи метаевристики дозволяють виконувати моделювання різних подій та ситуацій. У таблиці 1 наведено характеристику моделей маршрутизації спецтехніки, які використовуються в інших країнах для обґрунтування кількості ресурсів та часу виконання операцій із зимового утримання автомобільних доріг.

Таблиця 1 – Характеристика моделей маршрутизації автомобілів для (адаптовано з [28])

Автор	Тип проблеми	Рівень планування	Характеристика проблеми	Мета функції цілі	Структура моделі	Метод вирішення
Еванс Еванс і Вант	Маршрутизація солерозкидувача	Операційний	Потужність автомобіля, максимальний час до завершення повного розкидання,максимальна тривалість маршруту, охоплення однієї або двох смуг при посипці за один прохід.	Мінімальна загальна відстань маршрутизації	Проблема «маршрутизація дуги»	Послідовно-конструктивний метод
Лі і Еглесе	Маршрутизація солерозкидувача	Операційний	Послідовність обслуговування, потужність та багатофункціональність автомобілів, база розміщення посипкових матеріалів, охоплення однієї або двох смуг при посипці за один прохід.	Мінімально фіксовані затрати солерозкидача та транспортні витрати	Проблема «маршрутизація дуги»	Послідовно-конструктивний метод
Сойстер	Маршрутизація розкидача солі та абразив. матеріалів	Операційний	Послідовність обслуговування і максимальна тривалість маршруту	Мінімальні порушення маршруту	Проблема «маршрутизація дуги»	Паралельно-конструктивний метод
Кук і Альпрін	Маршрутизація солерозкидувача	Операційний	Потужність автомобіля, балансування навантаження, і надання двосторонніх послуг	Мінімальний час розповсюдження посипкових матеріалів	Проблема «маршрутизація дуги»	Паралельно-конструктивний метод
Унгерер	Маршрутизація солерозкидувача	Реальний час	Потужність автомобіля та максимальна довжина маршруту	Мінімальна загальна відстань	Проблема маршрутизац. солерозкид.	Паралельно-конструктивний метод

Продовження табл. 1

Автор	Тип проблеми	Рівень планування	Характеристика проблеми	Мета функції цілі	Структура моделі	Метод вирішення
Дарлінг	Моделювання комбінованого сектору і маршрутизації солерозкидувача	Стратегічний	Потужність автомобіля, очікуваний час роботи та частота обслуговування	Мінімальний рух після закінчення посипкових матеріалів	Проблема знаходження найкоротшого шляху при перетині кожного з ребер графа (принаймні один раз)	Кластерний метод
Англія	Моделювання комбінованого сектору і маршрутизації солерозкидувача	Стратегічний	Компактність, балансування робочого навантаження, частота обслуговування	Мінімальне сервісне обслуговування до закінчення машруту	Проблема «маршрутизації дуги»	Кластерний метод
Сойстер	Маршрутизація солерозкидувача	Операційний	Потужність автомобіля, посипка двох смуг за один прохід	Мінімальна відстань посипки	Проблема «маршрутизації дуги»	Методи імітаційного моделювання
Хагані і Цяо	Маршрутизація солерозкидувача	Операційний	Сервісне обслуговування, потужність автомобіля	Мінімальна кількість спецтехніки	Проблема «маршрутизації дуги»	Методи імітаційного моделювання
Син і Еглес	Маршрутизація солерозкидувача	Операційний	Потужність автомобіля, декілька маршрутів на один солерозкидач	Мінімальна кількість спецтехніки	Проблема «маршрутизації дуги»	Композитний метод
Хагані і Цяо	Маршрутизація солерозкидувача	Операційний	Послідовність обслуговування, потужність автомобіля, максимальна тривалість маршруту	Мінімальні ресурси до закінчення операцій	Лінійний MIP	Композитний метод
Еглеса	Маршрутизація солерозкидувача	Операційний	Сервісна послідовність та потужність автомобіля, групування вуличних сегментів	Мінімальна кількість спецтехніки	Розгалужений алгоритм	Методи імітаційного моделювання
Бенсон і співавт	Маршрутизація солерозкидувача	Операційний	Потужність автомобілів, швидкість сервісного обслуговування	Місткість автомобілів, часові рамки посипки	Нелінійний MIP	Композитний метод
Цяо	Маршрутизація солерозкидувача	Операційний	Рівень обслуговування автомобілів	Мінімальна кількість спецтехніки	Лінійний MIP	Композитний метод

В загальному вигляді проблема планування експлуатаційного утримання зимових доріг (WRMSP) може бути формально визначена наступним чином.

Розглянемо дорожню мережу, що складається з набору дорожніх сегментів. Планування має враховувати наступні вимоги [26]:

1. Загальний рівень обслуговування мережі максимізується під час забезпечення мінімального рівня обслуговування, гарантованого для кожного класу доріг.

2. Загальні експлуатаційні витрати зведені до мінімуму.

3. Загальний негативний вплив на навколишнє середовище мінімізується.

Щоб відобразити динамічний характер проблеми, розглянемо, що горизонт планування ділиться на безліч однорідних інтервалів часу. Ці інтервали представляють найкоротші інтервали, які можна запланувати, або під час яких будь-яка діяльність може відбутися [26]. Вводяться наступні позначення:

Набори індексів:

i – індекс дорожніх сегментів, $i = 0, 1,\ldots, n-1$, де n – це кількість дорожніх сегментів;

k – індекс для маршрутів технічного обслуговування, $k = 0, 1,\ldots, m-1$, де m – кількість маршрутів;

t – індекс періоду часу, $t = 0, 1,\ldots, T-1$, де T – це кількість часових інтервалів. Всі часові інтервали мають рівну довжину, яка також використовується для визначення деяких інших параметрів системи.

Вхідні параметри:

l_i – Показує довжину сегменту дороги i, виражену як кількість часових інтервалів, необхідних для її проходження;

L_k – Показує довжину маршруту k, виражену як кількість часових інтервалів, необхідних для її проходження;

λ_i – Представляє ваговий коефіцієнт, що приписує значення "важливості" до дорожнього сегмента i. Це дозволяє розглянути модель, яка враховує різні класи доріг, і розрізняти між собою їх для цілей встановлення пріоритетів обслуговування;

φ_i – представляє порогів рівень обслуговування для сегменту дороги, який повинен бути забезпечений у будь-який час;

$w_{i,\,t}$ – зміна в стані доріг через погодні умови для дорожнього сегмента i в часовий інтервал t;

$r_{k,\,i}$ – описує випадкові відносини між маршрутами і дорожніми сегментами. $R = \{r_{k,\,i}\}$;

d – ціле значення, що відображає кількість доступної техніки для виконання робіт.

Змінні, пов'язані з прийняттям рішень:

$x_{k,t}$ – двозначна змінна рішення, яка приймає значення 1, якщо і тільки якщо транспортний засіб повинен відправлятися на маршруті k на початку часу інтервалу t, і 0 – в іншому випадку. $X = \{x_{k,t}\}$.

$y_{i,t}$ – проміжна змінна, що показує, скільки транспортних засобів знаходяться на ділянці дороги і в часовому інтервалі t. $Y = \{y_{i,t}\}$. Ці змінні використовуються для відображення обмеження кількості ресурсів:

$$Y = f(X,R,l), \tag{3}$$

$y'_{i,t}$ – проміжна змінна, що показує, скільки транспортних засобів фактично обслуговують дорожній сегмент *i* у часовий інтервал *t*. $Y' = \{y'_{i,t}\}$.

$$Y' = f'(X,R,l), \tag{4}$$

f' – лінійна функція.

$c_{i,t}$ – проміжна змінна, що представляє оцінку стану дорожнього покриття дорожнього сегмента *i* в кінці часу інтервал *t*, після проведення робіт та врахування погодних явищ. Значення цих змінних визначається рекурсивно:

$$c_{i,t} = \max\left(0, c_{i,t-1} + w_{i,t} - \Delta \cdot y'_{i,t}\right), \tag{5}$$

де Δ – максимум глибини снігового покрову, яку можна очистити за один прохід спеціалізованим транспортним засобом;

$c_{i,0}$ – початковий стан поверхні дороги на початок інтервалу часу 0, що вважається відомим.

Виходячи з цілей та умов операцій з планування, модель зимового утримання доріг можна запропонувати у вигляді [26]:

$$\sum_i \sum_t \lambda_i \cdot c_{i,t} + \beta \sum_k \sum_t L_k \cdot x_{k,t} \to \min\ , \tag{6}$$

де β – фактор, що присвоює важливість цілей щодо зимового утримання автомобльних доріг.

Обмеження:

$$c_{i,t} = \max\left(0, c_{i,t-1} + w_{i,t} - \Delta \cdot y'_{i,t}\right). \tag{7}$$

$$c_{i,t} \le \varphi_i . \tag{8}$$

$$\sum_i y_{i,t} \le d\ . \tag{9}$$

$$Y = f(X,R,l). \quad (10)$$

$$Y' = f'(X,R,l). \quad (11)$$

Висновок

Зимове утримання доріг передбачає необхідність прийняття управлінських рішень, пов'язаних з маршрутизацією транспортних засобів для розповсюдження хімічних реагентів та абразивних матеріалів, очищення проїзної частини, тротуарів від снігових наметів, завантаження снігу на вантажні автомобілі та транспортування його до місць утилізації. Ці проблеми є дуже складними та специфічними через різноманітність факторів та умов, що впливають на проведення робіт по зимовому утриманню автомобільних доріг. Світовий досвід вирішення даних проблем полягає у застосуванні методів імітаційного моделювання, у результаті яких можна досягти економії часу та витрат матеріальних ресурсів експлуатаційних організацій, які займаються зимовим утриманням автомобільних доріг.

Література

1. П Г.1-218-118:2005 Єдині правила зимового утримання автомобільних доріг.
2. ДСТУ 3587–97 Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану.
3. П Г.1-218-113:2009 Технічні правила ремонтів та утримання автомобільних доріг загального користування України.
4. Perrier N, Langevin A., Campbell J. Asurvey of models and algorithms for winter road maintenance. Part IV: vehicle routing and fleetsizing for plowing and snow disposal. Computers & Operations Research 2005, doi:10.1016/j.cor.2005.05.008.
5. Perrier N, Langevin A, Campbell JF.A survey of models and algorithms for winter road maintenance. Part I: system design for spreading and plowing. Computers & Operations Research 2005, doino: 10.1016/j.cor.2004.07.006.
6. Perrier N, Langevin A, Campbell JF. A survey of models and algorithms for winter road maintenance. Part II: system design for snow disposal. Computers & Operations Research 2005, doino: 10.1016/j.cor.2004.07.007.
7. Transportation Research Board. Highway deicing. Comparing salt and calcium magnesium acetate. Special Report 235, Nationa lResearch Council, Washington, DC, 1991.
8. Assad AA, Golden BL. Arc routing methods and applications. In: Ball MO, Magnanti TL, Monma CL, Nemhauser GL, editors. Network routing. Handbooks in operations research and management science. Amsterdam: North-Holland; 1995. P. 375–483.
9. Eiselt HA, Gendreau M, Laporte G. Arc routing problems. Part I: the Chinese postman problem. Operations Research 1995;43:231–42.
10. Eiselt HA, Gendreau M, Laporte G. Arc routing problems. Part II: the rural postman problem. Operations Research 1995;43:399–414.
11. Dror M, editor. Arc routing: theory, solutions and applications. Boston, MA: Kluwer, 2000.
12. Durth W, Hanke H. Optimization of winter road service. StraßeundAutobahn 1983;34:63–71.
13. Jaquet J. Winter maintenance by Vinterman. In: Ninth PIARC International Winter Road

Congress. Vienna, Austria: Bundesministeriumfur Wirtschaftliche Angelegenheiten; 1994. P. 8–15.

14. Blesik KH. Optimization in winter maintenance. In: Ninth PIARC International Winter Road Congress. Vienna, Austria: Bundesministeriumfur Wirtschaftliche Angelegenheiten; 1994. P. 440–6.

15. McDonald A. Managing the elements. Traffic Technology International 1998;152–4.

16. Anderson E, Metzger H, Burt W. Snow and ice removal monitoring and management system (SIRMMS). Final Report for ITS-IDEA Project 56, Transportation Research Board, Washington, DC, 2000.

17. Gini M, ZhaoY.Automatedroute planning and optimizing software. Final Report, Minnesota Department of Transportation, St. Paul, Minnesota, 1997.

18. Turchi JR. A taxonomy of winter maintenance decision support systems. MScproject, University of Minnesota Duluth, 2002.

19. Malmberg˚A, Axelson L. Expert systm: En Forstudieoch Prototyp. Hogskolan, Ostersund, 1991.

20. Ljungberg M. Expert system for winter road maintenance. In: Ninth AASHTO/TRB Maintenance Management Conference. Washington, DC: American Association of State Highway and Transportation Officials; 2000. P. 167–75.

21. Ketcham SD, Minsk R, Blackburn R, Fleege E. Manual of practice for an effective anti-icing program. Report No FHWARD-95-202, Federal Highway Administration, US, 1995.

22. Ministry of Transportation of Ontario. Maintenance manual. Maintenance Office, Ontario Ministry of Transportation, St. Catharines, Ontario, Canada, 1999.

23. Xin Z, Eglese RW. The road gritting problem and its heuristic solution. Working paper, Lancaster University, Lancaster, 1989.

24. Eglese RW. Routeing wintergritting vehicles. Discrete Applied Mathematics 1994;48:231–44.

25. Nathalie Perrier, Andre Langevin, James F. Campbell. A survey of models and algorithms for winter road maintenance. Part III: Vehicle routing and depot location for spreading. Computers & Operations Research 34 (2007) 211–257.

26. Liping Fu, Mathieu Trudel, Valeri Kim. Optimizing winter road maintenance operations under real-time information. Department of Civil and Environmental Engineering, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada N2L 3G1, European Journal of Operational Research 196 (2009) 332–341.

27. Strong, C., and X. Shi. Benefit-Cost Analysis of Weather Information for Winter Maintenance: A Case Study. Transportation Research Record 2055, Transportation Research Board, Washington, DC, 2008, pp.119-127.

28. Thomas H. Maze. Performance Measures for Snow and Ice Control Operations (2009) https://doi.org/10.17226/23051

29. M´onica Alejandra Altamirano. Innovative contracting practices in the road sector. Cross-national lessons in dealing with opportunistic behaviour. PhD Thesis Series on Infrastructures.2010.

Рецензенти:
Батракова А.Г., д-р техн. наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.
Яценко І.В., канд. екон. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:
Batrakova A.H., Dr. Tech. Sci., Kharkiv National Automobile and Highway University.
Yatsenko I.V., Cand. Econ. Sci., National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **08.08.2017 р.**

УДК 658.012.7

Яценко І.В., канд. екон. наук, **Каськів С.В., Чайчевський В.Д.**

МАЛИЙ БІЗНЕС, ЙОГО КОНТРОЛІНГ

Анотація У роботі досліджено стан розвитку малого бізнесу регіону, визначено його місце в умовах ринкових відносин.

Для ефективного управління підприємствами малого бізнесу розроблено концепцію контролінгу розвитку та функціонування цього сектора ринкової економіки.

Надано моделі та контролінгові схеми розвитку і конкурентоспроможності підприємств малого бізнесу з урахуванням особливостей їх розвитку та структури органів їх управління.

Контролінгові схеми розвитку та конкурентоспроможності дають змогу проводити діагностику стратегічних позицій підприємств та обирати оптимальну стратегію їх розвитку.

Ключові слова: підприємництво, малий бізнес, менеджмент, модель, контролінг, стратегія, конкурентоспроможність.

UDC 658.012.7

Yatsenko I., Cand. Econ. Sci. (Ph.D.), **Kaskiv S., Chaichevskyi V.**

SMALL BUSINESS, ITS CONTROLLING

Abstract. In the paper the state of development of small business of the region is investigated, its place in the conditions of market relations is determined.

For the effective management of small businesses, the concept of controlling the development and functioning of this sector of the market economy has been developed.

Models and controlling schemes of development and competitiveness of small business enterprises are given, taking into account the peculiarities of their development and the structure of their management bodies.

Controlling schemes of development and competitiveness allow to carry out diagnostics of strategic positions of enterprises and to choose the optimal strategy of their development.

Keywords: entrepreneurship, small business, management, model, controlling, strategy, competitiveness.

УДК 658.012.7

Яценко И.В., канд. экон. наук, **Каськив С.В., Чайчевский В.Д.**

МАЛЫЙ БИЗНЕС, ЕГО КОНТРОЛЛИНГ

Аннотация. В работе исследовано состояние развития малого бизнеса региона, определено его место в условиях рыночных отношений.

Для эффективного управления предприятиями малого бизнеса разработана концепция контроллинга развития и функционирования этого сектора рыночной экономики.

Предоставлено модели и контроллинговые схемы развития и конкурентоспособности предприятий малого бизнеса с учетом особенностей их развития и структуры органов их управления.

Контроллинговые схемы развития и конкурентоспособности позволяют проводить диагностику стратегических позиций предприятий и выбирать оптимальную стратегию их развития.

Ключевые слова: предпринимательство, малый бизнес, менеджмент, модель, контроллинг, стратегия, конкурентоспособность.

Постановка проблеми. Економічні реформи, які здійснюються в нашій державі, в значній мірі повинні впливати на зміцнення та розвиток підприємств малого бізнесу. Суб'єкти малого підприємництва, що є суб'єктами ринкової економіки, мають значні переваги: дуже швидко адаптуються до місцевих умов господарювання; мають велику свободу дій; оперативно та з гнучким стилем приймають та здійснюють рішення; мають відносно незначні витрати на виробництво. Підприємства цього сектору ринкової економіки здатні розпочинати діяльність зовсім не маючи капіталу, але потім досягають високого обороту накопиченого власного капіталу.

Маючи в розрахунку на одного працюючого досить незначні капіталовкладення, вони в перевагу цьому є значно конкурентоспроможними. Цілком володіючи рівнем попиту на місцевих регіональних ринках, суб'єкти малого підприємництва практично можуть випускати продукцію з урахуванням заказу певних споживачів.

Але разом з тим підприємства малого бізнесу дуже підпадають ризику і завдяки цьому мають велику ступінь нестійкості в ринковому середовищі. Вони дуже сильно залежать від великих підприємств, дуже реагують на зміну методів та умов господарювання, практично не мають можливостей використовувати додаткові фінансові ресурси.

Аналіз останіх публікацій. Для здійснення ефективного управління діяльністю підприємств по досягненню поставленої мети повинна існувати саморегулююча система, яка б забезпечувала зворотний зв'язок в системі управління. Такою системою є нова концепція управління сучасного менеджменту, яка одержала назву контролінгу. Дослідження з проблем менеджменту, контролінгу та малого бізнесу здійснювались І. Ансоффом, С.С. Аптекарем, І.Т. Балабановим, З.С. Варналієм, О.М. Кармінським, Н.Г. Данилочкіною, Н.Д. Кожевіною, М.Г. Лапустою, Ю.В. Макогоном, Е. Майером, Р. Маном, Ю.Г. Лисенко, В.Л. Петренко, М.Х. Месконом, Е. Цандером, Д. Ханом, професором Гарвардської школи бізнесу Майклом Портером та іншими вітчизняними та зарубіжними вченими.

Викладення основного матеріала. Контролінг – це сучасна концепція управління діяльністю підприємства, яка координує і об'єднує спроби різних служб і підрозділів для досягнення поставленої мети. Контролінг в системі управління займає особливе місце і здійснює інформаційне забезпечення прийняття рішень для оптимального використання наявних можливостей і ресурсів, належної оцінки позитивного і негативного в діяльності підприємства, а також запобігання та уникнення банкрутства і кризових ситуацій.

Актуальність перелічених проблем, необхідність розробки ефективного механізму управління підприємствами малого бізнесу стосовно певного регіону і зумовили вибір теми дослідження, його мету і задачі. Тому обрана тема дослідження є актуальною.

Мета дослідження. Мета роботи полягає в розробці концепції контролінгу розвитку та функціонування підприємств малого бізнесу в ринкових умовах.

Для досягнення мети поставлено і вирішено такі задачі:

1. Дослідити особливості розвитку та функціонування малого бізнесу регіону в галузевому та територіальному аспектах.
2. Розробити методику та схему проведення фінансового контролінгу на підприємствах малого бізнесу.
3. Розробити контролінгову схему розвитку малого бізнесу.

Викладення основний матеріалу. В роботі на підставі узагальнення зарубіжної теорії та набутого досвіду по контролінгу, оцінки конкурентоспроможності та розробленого на їх базі науково-методичного забезпечення, практичного використання отриманих результатів захищаються теоретичні та практичні положення щодо концептуальних основ організації контролінгу малого бізнесу в ринкових умовах з урахуванням особливостей розвитку цих підприємств.

Для успішного розвитку малого підприємництва необхідно досить гнучко управляти цим сектором ринкової економіки. Серед сучасних наукових напрямків цілісну концепцію управління фінансово-економічними процесами, а також результатами діяльності підприємств являє контролінг, який націлений на виявлення всіх можливостей та ризиків, пов’язаних з одержанням прибутку в умовах ринкового середовища.

Необхідність контролінгу на сучасних підприємствах, а тим більше на підприємствах малого бізнесу, можна пояснити такими причинами:

- підвищення нестабільності зовнішнього середовища ставить допоміжні вимоги до системи управління підприємством, при цьому акцент переміщується з контролю минулого на аналіз майбутнього;
- ускладнення системи управління підприємством потребує механізму координації усіх ланок системи управління;
- інформаційний бум при недостачі істотної інформації потребує побудови спеціальної системи інформаційного забезпечення управління;
- загальне поривання до синтезу, інтеграції різноманітних галузей знань та людської діяльності.

В процесі діяльності підприємства малого бізнесу постійно виникають певні проблеми: завоювання долі ринку, переваги над конкурентами та інші.

Основною метою контролінгу є організація процесу управління на досягнення всіх завдань, які постають перед підприємством в процесі його виробничої діяльності.

Для реалізації цієї умови контролінг забезпечує виконання таких функцій:

- координацію управлінської діяльності для досягнення цілей підприємства;
- інформаційну та консультативну підтримку прийняття управлінських рішень;
- створення та забезпечення функціонування загальної інформаційної системи управління підприємством;
- забезпечення раціональності управлінського процесу.

В умовах ринкової економіки зовнішні умови функціонування підприємств постійно піддаються змінам. Відповіддю на це став контролінг як концепція управління. Виходячи з цього, проходить еволюція та трансформація функцій управління підприємством у напрямку до системи контролінгу. В цьому і проявляється основна тенденція комплексного підходу до управління малим бізнесом, яку можна описати в вигляді,поданому на рис. 1.

В процесі діяльності підприємства малого бізнесу постійно стикаються з різними труднощами через особливості економіки нашої держави: дуже високий рівень монополізму, повільний розвиток конкурентного середовища, тощо. Через це контролінгу на підприємствах малого бізнесу треба постійно надавати головну роль в системі та методах управління.

В структуру контролінгу, яка показана на рис. 2, включаються такі розділи: визначення мети, планування, оперативний та управлінський облік, система інформаційних потоків, моніторинг, контроль, аналіз планів, результатів та відхилень, розробка рекомендацій для прийняття управлінських рішень.

Кожний з цих розділів містить певні цілі, які формулюються для підприємств малого бізнесу з урахуванням специфічних особливостей їх розвитку. Основною задачею контролінгу малого бізнесу є постійне орієнтування системи управління підприємством на досягнення поставлених цілей.Размещено на Allbest.ru

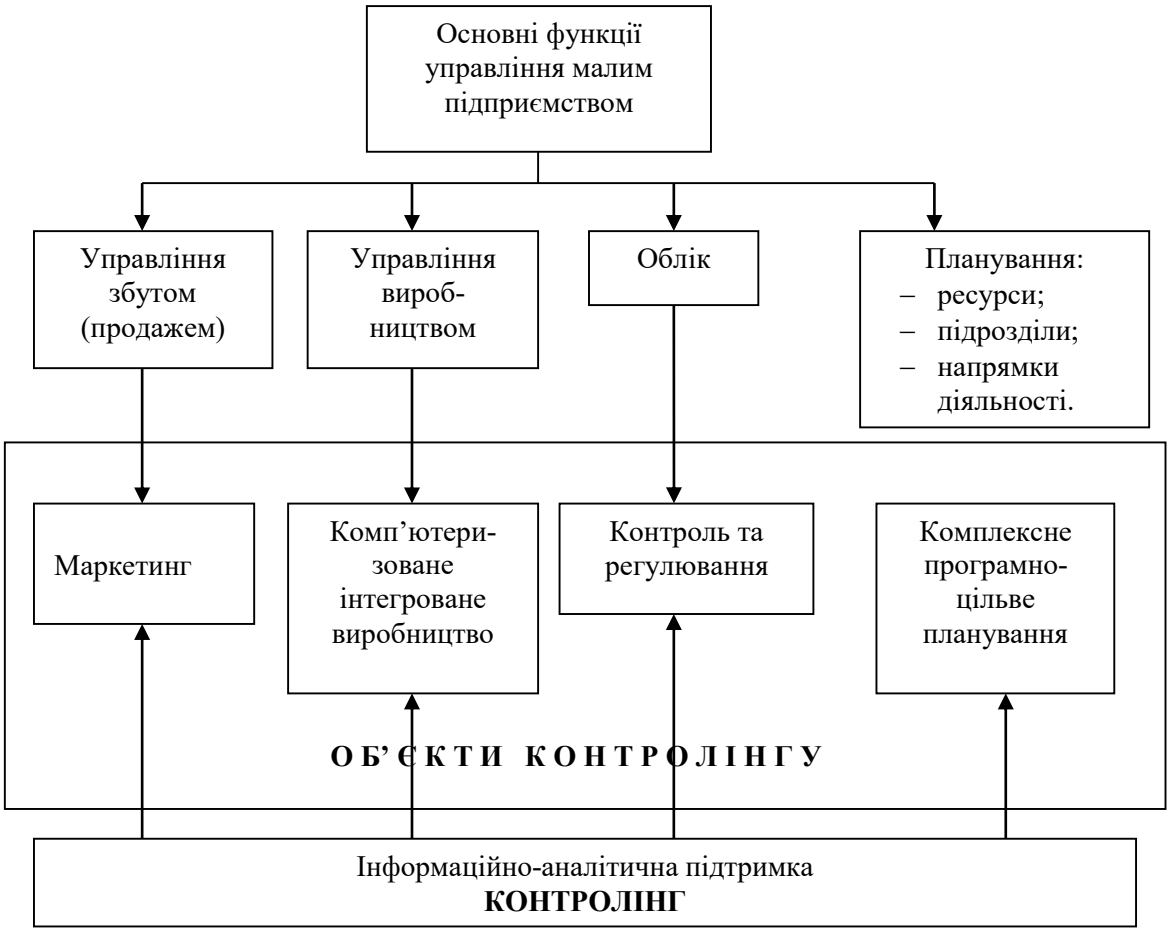


Рисунок 1 – Інформаційно-аналітична система «Контролінг малого бізнесу»

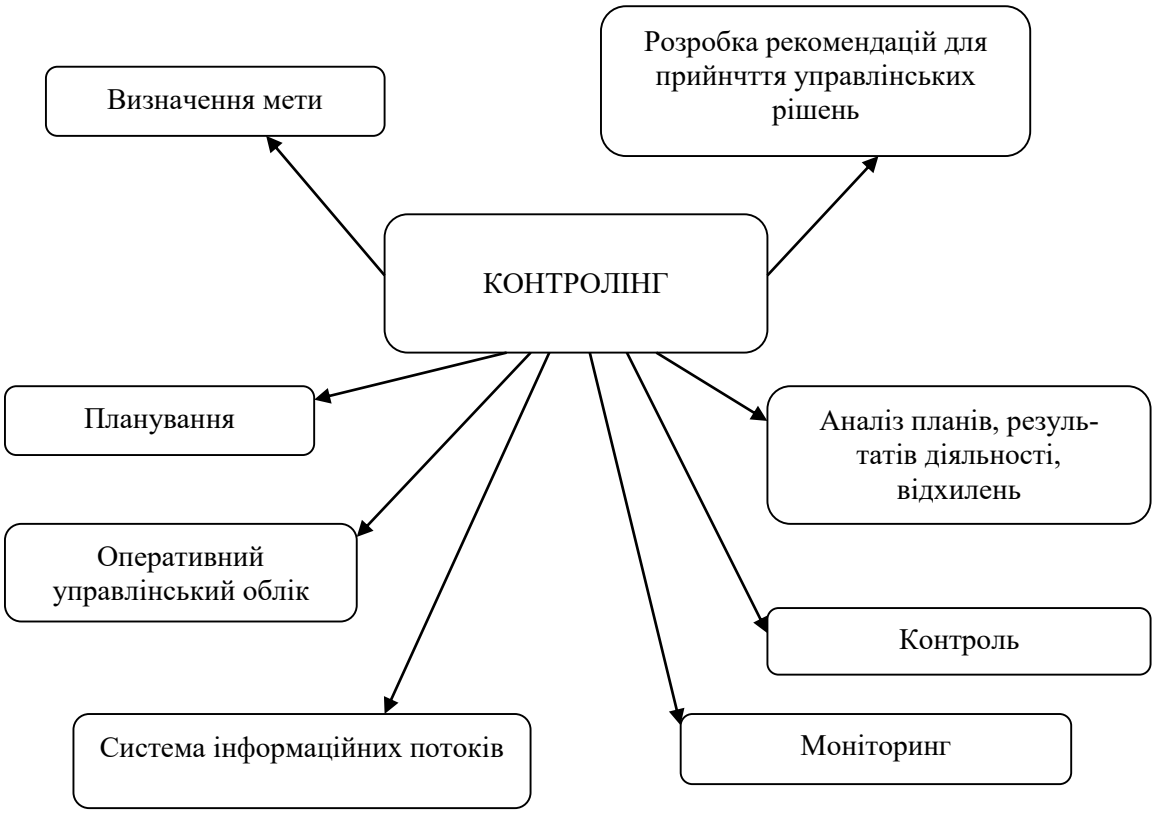


Рисунок 2 – Структурна схема розділів контролінгу

У системі контролінгу на підприємстві поряд з показниками та висновками обов'язково повинні бути присутніми організаційні складові – людина, яка займається контролінгом, та інформаційні потоки. Наявність малої кількості працюючих на підприємствах малого бізнесу створює специфічні особливості впровадження контролінгу в систему управління з урахуванням загальних вимог, які забезпечують ефективність в роботі даної служби. В залежності від структури апарату управління та економічних служб впроваджується один або декілька спеціалістів з контролінгу та інформаційних систем, пов'язується автоматизована обробка економічної інформації підприємства з оптимізацією інформаційних потоків.

Наявність позитивних переваг контролінгу дозволяє продемонструвати його вплив на покращення результатів діяльності підприємства. Але поряд з цим існують фактори, які перешкоджають впровадженню його в систему управління, ставлять його в зону ризику. При цьому створюються певні негативні реакції економічних та інших служб підприємства, з'являється система опору новим методам економічного аналізу та управління. Для подолання цього треба, використовуючи різні способи, знайти раціональний метод переконання всіх перешкод та поступово впроваджувати контролінгову систему. При цьому необхідно обов'язково триматись певної цілеспрямованої послідовності робіт, які дозволяють в процесі впровадження контролінгу вносити зміни в існуючі інформаційні потоки, використання інструментів контролінгу для проведення аналізу фінансово-господарського стану підприємства, вироблення нової стратегії розвитку.

Особливістю підприємства малого бізнесу є те, що його керівник повинен постійно стежити за результатами діяльності не тільки свого підприємства, а й підприємств – конкурентів, чітко знати систему показників для порівняння, взаємозв'язок між ними та значимість кожного.

В зв'язку з тим, що підприємства в своєму розвитку проходять різні стадії свого життєвого циклу, то на кожній стадії перед ними постають різні основні цілі та задачі, якими визначається функціонування підприємства. При цьому основою для прийняття стратегічних рішень повинна служити інформація стратегічної діагностики фінансово-господарського стану. З цих позицій сформульовано схему фінансового контролінгу та визначено його основні інструменти – показники рентабельності, ділової активності, платоспроможності та фінансової стійкості. В процесі проведення аналізу

показників спеціаліст по контролінгу знаходить ефективні важелі управління діяльністю підприємства для покращення фінансового стану та запобігання банкрутству.

Постійно необхідно застосовувати методику використання інструменту оперативного контролінгу – АВС-аналізу – для визначення ключових моментів при розрахунках підприємств малого бізнесу: контроль надходжень виручки за виконані роботи (послуги), а також погашення дебіторської заборгованості.

А також визначення конкуренції, умови функціонування конкурентного ринку, які створюються силами конкуренції. Викладено методику використання методів діагностики стратегічної позиції підприємства малого бізнесу для визначення його місця в ринковій конкуренції з використанням поняття конкурентного статусу підприємства. Для цього використовуються різні спеціальні методи: SWOT-аналіз, матриця Мак-Кінсі, конкурентний аналіз по Портеру. При використанні цих методів враховуються фактори та умови, які притаманні підприємствам малого бізнесу.

З урахуванням всіх умов та особливостей розвитку підприємств малого бізнесу визначено схему контролінгу конкурентоспроможності, а також економіко-математичну модель, яка характеризує конкурентоспроможність підприємств малого бізнесу та враховує систему основних обмежень по матеріальних запасах, ризику їх постачання та конкурентному ризику реалізації продукції для забезпечення максимальної рентабельності виробництва та досягнення найвищої конкурентної можливості визначеного напрямку розвитку (1)-(6):

Цільові функції мають вигляд:

$$\sum_{i=1}^{n} O_i K_i X_i \rightarrow \max, \tag{1}$$

$$\sum_{i=1}^{n} T_i L_i X_i \rightarrow \min, \tag{2}$$

$$\sum_{i=1}^{n} P_i X_i \rightarrow \max. \tag{3}$$

Обмеження по основних факторах рухомих сил конкуренції:

$$\sum_{k=1}^{m} \sum_{p=1}^{t} r_{ik} c_{ik}^{p} X_i \le M_i, \tag{4}$$

$$\sum_{k=1}^{m} \sum_{p=1}^{t} R_{ik}^{p} X_i \le R_i, \tag{5}$$

$$\sum_{j=1}^{q} \sum_{l=1}^{s} b_{ij} R_{ij}^{l} X_i \le \overline{R_i}, \tag{6}$$

де i = $\overline{1,n}$ – індекс напрямку розвитку,

j = $\overline{1,q}$ – індекс виду продукції,

k = $\overline{1,m}$ – індекс виду ресурсів,

p = $\overline{1,t}$ – індекс постачальника,

l = $\overline{1,s}$ – індекс виробника,

O_i – конкурентна оцінка і-го напрямку розвитку,

K_i – значимість і-го напрямку конкурентності,

T_i – оцінка небезпеки і-го напрямку,

L_i – значимість небезпеки і-го напрямку,

P_i - оцінка рентабельності і-го напрямку,

M_i – матеріальні витрати в і-му напрямку;

r_{ik} – потреба в ресурсах k-го виду по і-му напрямку,

c_{ik}^{p} – ціна k–го виду ресурсів і-го напрямку р-го постачальника,

R_{ik}^{p} – ризик постачання,

X_i – булева змінна, яка приймає значення 0 або 1,

R_{ij}^{l} – конкурентний ризик реалізації продукції j-го виду з боку l-го виробника,

b_{ij} – виробництво продукції (послуг) j-го виду по і-му конкуренту малого бізнесу,

R_i – граничний коефіцієнт ризику постачання ресурсів і-го виду;

$\overline{R_i}$ – граничний коефіцієнт ризику реалізації виробленої продукції і-го виду.

Цільові функції забезпечують: досягнення найкращої конкурентної можливості і-го напрямку розвитку (1), зниження до мінімуму небезпеки і-ої можливості (2), одержання найвищої рентабельності (3).

Обмеження (4) враховує максимальні матеріальні витрати і-го напрямку діяльності. Обмеження (5) та (6) враховують граничні ризики постачання запасів (ресурсів) та реалізації продукції в умовах конкуренції.

Задачі конкурентоспроможності підприємств малого бізнесу та вибору оптимальної стратегії розвитку можуть бути сформульовані в результаті аналізу контролінгової схеми конкурентної боротьби, зображеної на рис. 3.

Було досліджено тенденції розвитку підприємств малого бізнесу регіону. Так, за період з 2002 по 2017 роки кількість діючих підприємств подвоїлася, але цей показник не може повністю характеризувати розвиток цього сектора економіки. Це пояснюється тим, що практично «виживає» тільки кожне третє зареєстроване підприємство. Коефіцієнт підприємницького комерційного

ризику, який за Шумпетером характеризується як «ризик, зв'язаний з відсутністю комерційного успіху» – значно високий та досягає 62,8%. Тому особливе значення повинно надаватись процесу управління системою малого бізнесу в умовах високої динамічності ринків.



Рисунок 3 – Схема контролінгу конкурентоздатності підприємства

Проведений аналіз статистичних даних дав можливість зробити висновки, що розвиток малого бізнесу в регіоні знаходиться не на належному рівні. Так, до 2014 року спостерігалося значне зростання кількості підприємств, а в наступні роки зростання сповільнюється. Ця ситуація пояснюється тим, що в регіоні вже склалася структура підприємств, як по видах діяльності, так і в регіональному аспекті. В значній мірі склалися виробничі зв'язки та взаємовідносини між підприємствами, а тому поява нових підприємств створює значні труднощі для розвитку, ставлячи їх в залежність від інших, більш розвинутих.

В регіоні досить низький показник кількості підприємств на 1000 мешканців області – 3,1. Але в той же час, в економічно високорозвинутих країнах цей показник вище в декілька десятків разів (49,6 – Японія, 74,2 – США). По регіонах області цей показник значно коливається: від 0,6 по м. Дзержинську до 6,2 по м. Донецьку.

Значна кількість підприємств, не маючи ні фінансової, ні податкової підтримки з боку держави, орієнтує свою діяльність на такі види, які дають

прибуток без досить значних витрат. А саме цьому в сфері виробництва в 2017 році функціонувала майже третина всіх діючих підприємств, а в торгівлі – майже 49%. На кінець року виробництвом займались лише 22,5% діючих підприємств, а в сфері торгівлі – 54,3%. В сфері торгівлі працювало майже 40% середньоспискової чисельності зайнятих в малому бізнесі; підприємствами цього виду діяльності одержано найвищий прибуток, частка якого складає 44,8% від прибутку, одержаного всіма підприємствами малого бізнесу.

Підприємствами малого бізнесу одержано за 2017 рік виручку від реалізації продукції в сумі 4722,9 млн. грн., що становило 15,1% виручки всіх підприємств. Всього на цих підприємствах працювало 931 тисяча чоловік, що склало 6,8% від чисельності зайнятих в народному господарстві області. А це досить низький показник, він свідчить про незначну роль малого бізнесу в створенні додаткових робочих місць (на 1.01.16 року в Японії – 78%). Середня виручка одного працюючого підприємств малого бізнесу склала 36 тис. грн., а це майже в 2,5 рази більше, ніж на підприємствах основного кола.

В сукупності підприємств значна частка належала підприємствам колективної форми власності (65,8%), а також приватної (32,2%). Таким же чином розподілились і середньоспискова чисельність працюючих (73,2% і 24%), і виручка від реалізації продукції, робіт чи послуг (78,9% і 20,1%). Уміле маневрування трудовими ресурсами дозволило керівникам підприємств в окремі моменти діяльності при потребі залучати робітників до тимчасової роботи по сумісництву чи по трудових угодах.

З урахуванням означених тенденцій розвитку та особливостей, притаманних підприємствам малого бізнесу, процес функціонування цих підприємств можна описати за допомогою наступної економіко-математичної моделі, яка орієнтована на максимальну зайнятість населення.

В результаті проведення приватизації утворилась значна кількість малих підприємств сфери побутового обслуговування. Аналіз стану і результатів діяльності підприємств цієї галузі показав, що, залишившись без ефективної системи управління, вона занепала. Про це свідчать як кількісні характеристики, так і показники реалізованих населенню обсягів послуг, а також ставлення населення до цих суб’єктів ринкової економіки

В період проведення приватизації кількість підприємств побутового обслуговування зменшилась майже на 1000 одиниць. І це в той час, коли в

результаті приватизації утворювались на базі структурних підрозділів малі підприємства і сукупність цих підприємств повинна була збільшуватись. Але не маючи дійової підтримки з боку місцевих органів влади, не володіючи ефективними методами управління, не маючи фінансових ресурсів, ці суб'єкти або припиняли свою діяльність на якийсь час, або перепрофільовувалися на інші прибуткові види діяльності. Все це впливало на якість та рівень побутового обслуговування населення, які стали занадто низькими, збільшились терміни виконання послуг. І тому народжувалося негативне ставлення населення регіону до підприємницьких структур побутового обслуговування та підприємництва і малого бізнесу взагалі. Наявним доказом цього та інших аспектів в процесах створення та становлення нового сектору економіки, які в значній мірі впливали на розвиток та виживання підприємств малого бізнесу, служать результати вибіркового соціологічного опитування, в якому автор приймав участь. Як правило, більшість респондентів відповіла, що в регіонах їх мешкання в результаті малої приватизації зменшилась не тільки кількість підприємств побутового обслуговування, а також зменшилась кількість або повністю відсутні життєво необхідні види послуг. Практика та опитування підтвердили, що проведена приватизація в такому вигляді дала можливість підприємницьким структурам використовувати підприємства на інші потреби, одержати виграш в цьому процесі представникам «тіньової економіки». В результаті зменшення кількості підприємств та видів послуг значно почали зростати ціни на послуги, а тому саме через це населення стало відмовлятися від багатьох видів послуг. А це посилило соціальну напруженість в суспільстві, аж ніяк не сприяло розвитку малого бізнесу.

Проведений аналіз результатів діяльності малих підприємств побутового обслуговування регіону та соціологічного опитування дав можливість розробити контролінгову схему управління процесом приватизації підприємств сфери послуг, використання якої дозволило б контролювати відбір підприємства для приватизації, процес самої приватизації та розробки стратегії діяльності підприємств, які створюються в результаті приватизації. А це б, в свою чергу, супроводжувалося інтенсивним розвитком сфери послуг та малого бізнесу в цілому. Тому саме підприємства малого бізнесу здатні задовольнити потреби населення в послугах, саме в цій сфері діяльності вони розвиваються ефективно.

Проведено фінансовий контролінг підприємств малого бізнесу з використанням інструментів оперативного контролінгу. Зіставлення даних

показало, що в 2017 році уставний фонд одного підприємства збільшився в середньому з 15,2 тис. грн. на початку року майже в 3 рази на кінець року. І якщо доля основних фондів цих підприємств в загальній масі товарно-матеріальних цінностей підприємств на кінець 2017 року зменшилась, то на кінець 2018 року вона збільшилась в 1,2 рази. Доля ж обігових коштів протягом 2018 року майже не змінилася. Фінансові ресурси підприємств на кінець 2018 року більш, ніж в 2 рази були вищими, ніж на кінець 2017року. Вагому долю в фінансових ресурсах займає балансовий прибуток: 2017 рік – 50%, а 2018– 25,9%.

Істотними показниками фінансово-економічної діяльності підприємств є продуктивність праці та рентабельність. Для аналізу продуктивності праці, як по регіону в цілому, так і по містах і районах області, використано формулу:

$$W = B / T, \qquad (15)$$

де W – продуктивність праці;

B – балансовий прибуток;

T – чисельність працюючих.

Дані свідчать про те, що на більшості підприємств малого бізнесу вміло організовано виробничі процеси і це дає позитивні результати.

Другий відносний показник – рівень рентабельності P визначається як відношення прибутку від реалізації продукції R до собівартості реалізованої продукції C:

$$P = (R / C)\ \ 100\ \%.$$

Цей показник для підприємств малого бізнесу склав 3,9 %, а для підприємств основного кола області – 1,7 %. Показники свідчать про те, що малий бізнес працює значно ефективніше, і при умілому керівництві можна досягти ще вищих показників. Збитковими були тільки підприємства торгівлі, а підприємства виробничих галузей мали позитивні результати.

Показники ділової активності підприємств малого бізнесу також характеризують позитивні якості цього сектору економіки. Так, дебіторська заборгованість зробила за рік 4,79 обертів, оберт виконувався за 76 днів. Це дуже високий показник: в країнах з розвинутою економікою норматив складає 4,9 оберту.

Витрати на одну гривню виручки склали 0,8 грн., а у підприємств основного кола вони на 11,25% вищі.

Для визначення фінансового стану підприємств визначено показники

ліквідності та платоспроможності. Показник абсолютної ліквідності на початок року складав 6%, а на кінець – ще менше (5%) при нормативному значенні 25-30%.

Коефіцієнт швидкої ліквідності змінювався на протязі року з 0,74 до 0,83 (при нормативному значенні з 0,5 до 1,0). Зростання цього показника є свідченням того, що покращуються умови для зменшення дебіторської заборгованості.

Показник загальної ліквідності показав, що практично підприємства малого бізнесу не мали можливостей погасити кредиторську заборгованість тому, що на кожну гривню кредиторської заборгованості приходилось тільки 14 копійок ліквідних коштів.

Для визначення фінансової стійкості визначено коефіцієнт автономії, який мав значення 0,43 на початок року і 0,36 на кінець року. А всі значення, менші ніж 0,5, вважаються критичними. Практично, не маючи в достатньому обсязі обігових коштів, підприємства малого бізнесу значно залежать від позичок. Про що і свідчить коефіцієнт співвідношення власних та позичкових коштів, який на протязі року змінився з 0,78 до 0,58. Тобто на кінець року на кожну одиницю власних коштів, вкладених в активи підприємств, припадало майже в 2 рази більше позичкових коштів.

Виконуючи аналіз деяких показників діяльності підприємств малого бізнесу промисловості, було встановлено, що підприємства цієї галузі мають значний промисловий потенціал, вони здатні швидко та гнучко реагувати на зміни в процесі виробництва. Визначено долю підприємств цієї галузі в показниках діяльності підприємств малого бізнесу.

Доля продукції промислових підприємств малого бізнесу склала 22,9% від загального обсягу всіх малих підприємств. А виручка від реалізації продукції промислових підприємств становила всього 2,4% в обсязі промислового виробництва області. Промисловими підприємствами малого бізнесу одержано прибуток в сумі 38,2 млн. грн., що становить 21,5% від прибутку, одержаного всіма підприємствами малого бізнесу. На одну гривню виручки від реалізації продукції промислових підприємств одержано прибутку 0,1096 гривні, а всіх малих підприємств – в 3 рази менше (0,0376). Рівень рентабельності промислових підприємств склав 12,7%, це більш, ніж в 3 рази вище, ніж в цілому по підприємствах малого бізнесу.

Висновки

З позицій системного підходу до проблеми управління розвитком малого бізнесу в дослідженні відображено результати теоретичних, методологічних розробок і, відповідно до цілей дослідження, отримано такі результати:

1. Необхідно розробити концепцію системи контролінгу малого бізнесу, яка забезпечує якісно нову інтерпретацію ролі цієї системи в ринкових умовах господарювання.

2. Побудувати модель розвитку малого бізнесу з урахуванням виробничих факторів: одержання норми прибутку, ризику закриття підприємства, професіонального складу працюючих, попиту на продукцію, форми власності підприємства, кількості малих підприємств на 1000 мешканців. При цьому оптимізується зайнятість працездатного населення.

3. Виявлена модель, яка описує конкурентний статус підприємства, дозволяє вибрати шляхи та напрямки розвитку в сучасних конкурентних умовах.

4. Запропоновано контролінгову схему управління конкурентоздатністю підприємства малого бізнесу для вибору оптимальної стратегії розвитку. Проведення діагностики стратегічної позиції підприємства дозволяє визначити фактори успіху, виконати аналіз оптимальної стратегії розвитку та здійснити вибір напрямку розвитку.

5. Аналіз інвестиційної проблеми з урахуванням обмежень пріоритетного розвитку, можливостей одержання інвестицій та реалізації проекту пріоритетного розвитку з використанням побудованої схеми дозволяє проводити контроль процесу впровадження цього проекту на територіях пріоритетного розвитку.

Конкуренція постійно створює суб’єктам ринку свої умови, в яких підприємствам доводиться відмовлятися від основного принципу реалізації товарів та послуг по фактичній оплаті, наслідком цього є зростання дебіторської заборгованості. Зростання треба постійно тримати під контролем.

Література

1. Благодарный А.И. Анализ общего финансового состояния предприятий малого бизнеса области // Управление экономикой переходного периода: Сб. науч. тр. НАН Украины. Ин-т экономики пром-сти. Донецк, 2016. С.199-205 .

2. Погорельцев В.М. Контроллинг деятельности малого бизнеса области // Менеджер. 2017. № 4. С. 67-73.

3. Гузь Н.Г., Очкас М.В. Контроллинг в малом би знесе // Новое в экономической кибернетике: сб. науч. тр. Модели контроллинга. Винница:

ДонГУ, 2016. №4. С.75-81.

4. Орлова Н.А., Трисеева Л.А. Проблемы малой приватизации объектов городского хазяйства // Проблемы развития современного города. Международный научно-практический семинар. НАН Украины.Виница, 2016. С. 143-145.

5. Трисеева Л.А., Балычевцева Г.И., Оценка состояния бытового обслуживания населения в связи с осуществлением малой приватизации // Реформирование хозяйственных комплексов городов Украины: Сб. науч. тр. НАН Украины 2017. С. 215-224.

Рецензенти:
Боняр С.М., д-р екон. наук, Київська державна академія водного транспорту.
Гречан А.П., д-р екон. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:
Boniar S.M., Dr. Econ. Sci., Kyiv State Academy of Water Transport.
Hrechan A.P., Dr. Econ. Sci., National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **16.09.2017 р**.

БУДІВЕЛЬНИ МЕХАНІКА ТА СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ

УДК 519.68; 681.513.7; 612.8.001.57; 007.51/.52

Гавриленко О.В., канд. фіз-мат. наук, **Дідківська В.А.**

ТЕХНОЛОГІЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ СПОРТИВНИХ ЗМАГАНЬ

Анотація. В даній роботі розглядається метод прогнозування результатів тенісних турнірів шляхом використання ланцюгів Маркова. У ході роботи було розглянуто стандартну реалізацію ланцюга Маркова за умови подавання гравцем і запропоновано модифікацію методу, у якій обрахунок ймовірності виграшу враховує ймовірність виграшу очка гравцем при прийомі м'яча.

Об'єкт дослідження – прогнозування результатів тенісних турнірів за допомогою ланцюгів Маркова.

Мета роботи – покращення способу перевірки даних та впровадження модифікації у алгоритм побудови ланцюгів Маркова.

Прогнозування результатів спортивних змагань являється актуальною дослідницькою задачею. Розробка методів та способів математичного моделювання дає змогу з достатньо високою точністю оцінити, яким буде результат змагання суперників. Одним із таких видів спорту є теніс – за протистоянням спортсменів щороку спостерігають мільйони шанувальників із усіх куточків світу. Із запалом дивляться такі змагання витривалості й вчені – комерційний та науковий інтерес зумовили сплеск досліджень у сфері прогнозування результатів тенісних турнірів. Більшість сучасних моделей для прогнозування тенісу використовують ієрархічні стохастичні вирази на основі ланцюгів Маркова. На даному етапі розвитку алгоритмів прогнозування результатів тенісних турнірів ланцюги Маркова являються менш комплексними у порівнянні з методами машинного навчання, за допомогою яких можна враховувати великий спектр параметрів матчу та історичну статистику. Однак, прогнозування на основі ланцюгів Маркова та модифікації даного методу можуть бути використані для оцінки результатів роботи методів прогнозування тенісних турнірів, заснованих на машинному навчанні. Перевірка правильності результатів новостворених методів являється важливою складовою процесу

дослідження, а, отже, повинні бути розглянуті ієрархічні стохастичні вирази на основі ланцюгів Маркова та запропоновані модифікації для оптимізації їх роботи.

Розглянуті методи прогнозування результатів тенісних турнірів допомагають оцінити результати навчання нейронних мереж алгоритмам прогнозування. Поліпшення даних алгоритмів підвищує точність прогнозування та достовірність отриманих результатів.

Ключові слова: прогнозування спортивних змагань, теніс, ланцюги маркова, теорія ймовірності, ймовірність виграшу

UDC 519.68; 681.513.7; 612.8.001.57; 007.51/.52

Havrilenko O., Cand. Phys.-Math. Sci. (Ph.D.), **Didkivska V.**

TECHNOLOGY FOR FORECASTING THE RESULTS OF SPORTS COMPETITIONS

Abstract. In this paper, the method of forecasting the results of tennis tournaments using the Markov chains is considered. In the course of the work, the standard implementation of the Markov chain was considered when the player serves and suggested a modification of the method, in which the calculation of the probability of winning takes into account the probability of winning a point by the player recepts.

The object of the study is to predict the results of tennis tournaments using Markov chains.

The goal of the work is to improve the way data is verified and to introduce a modification into the algorithm for constructing Markov chains.

Forecasting the results of sports competitions is a modern task for researchers. The development of methods and methods of mathematical modeling makes it possible to estimate with a high enough accuracy what will be the result of competition of rivals. One of these sports is tennis – for the confrontation of athletes annually observed by millions of fans from all over the world. They watch with such fervor such endurance competitions and scientists – commercial and scientific interest – caused a surge in research in the field of predicting the results of tennis tournaments. Most modern models for predicting tennis use hierarchical stochastic expressions based on Markov chains. At this stage of the development of algorithms for predicting the results of tennis tournaments, the Markov chains are less complex in comparison with the methods of machine learning, with the help of which one can take into account a large

range of match parameters and historical statistics. However, predictions based on Markov chains and modification of this method can be used to evaluate the results of the methods of forecasting tennis tournaments based on machine learning. Verification of the correctness of the results of the new methods is an important component of the research process, and therefore, hierarchical stochastic expressions based on Markov chains should be considered and modifications proposed to optimize their work.
The methods of forecasting the results of tennis tournaments are considered to help evaluate the results of training neural networks for prediction algorithms. The improvement of these algorithms increases the accuracy of forecasting and the reliability of the results obtained.
Keywords: forecasting of sports competitions, tennis, markova chain, probability theory, probability of winning

УДК 519.68; 681.513.7; 612.8.001.57; 007.51/.52

Гавриленко Е.В., канд. физ-мат. наук, **Дедковская В.А.**

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ СПОРТИВНЫХ СОРЕВНОВАНИЙ

Аннотация. В данной работе рассматривается метод прогнозирования результатов теннисных турниров путем использования цепей Маркова. В ходе работы были рассмотрены стандартную реализацию цепи Маркова при подачи игроком и предложено модификацию метода, в которой расчет вероятности выигрыша учитывает вероятность выигрыша очка игроком при приеме мяча.
Объект исследования - прогнозирование результатов теннисных турниров с помощью цепей Маркова.
Цель работы - улучшение способа проверки данных и внедрение модификации в алгоритм построения цепей Маркова.
Прогнозирование результатов спортивных соревнований является актуальной исследовательской задачей. Разработка методов и способов математического моделирования позволяет с достаточно высокой точностью оценить, каким будет результат соревнования соперников. Одним из таких видов спорта является теннис – за противостоянием спортсменов ежегодно наблюдают миллионы поклонников со всех уголков мира. С жаром смотрят такие соревнования выносливости и ученые - коммерческий и научный интерес обусловили всплеск исследований в области прогнозирования результатов теннисных турниров.

Большинство современных моделей для прогнозирования тенниса используют иерархические стохастические выражения на основе цепей Маркова. На данном этапе развития алгоритмов прогнозирования результатов теннисных турниров цепи Маркова являются менее комплексными по сравнению с методами машинного обучения, с помощью которых можно учитывать большой спектр параметров матча и историческую статистику. Однако, прогнозирования на основе цепей Маркова и модификации данного метода могут быть использованы для оценки результатов работы методов прогнозирования теннисных турниров, основанных на машинном обучении. Проверка правильности результатов вновь методов является важной составляющей процесса исследования, а, следовательно, должны быть рассмотрены иерархические стохастические выражения на основе цепей Маркова и предложены модификации для оптимизации их работы.

Рассмотрены методы прогнозирования результатов теннисных турниров помогают оценить результаты обучения нейронных сетей алгоритмам прогнозирования. Улучшение данных алгоритмов повышает точность прогнозирования и достоверность полученных результатов.

Ключевые слова: прогнозирование спортивных соревнований, теннис, цепи маркова, теория вероятности, вероятность выигрыша.

Вступ

Прогнозування результатів спортивних змагань являється актуальною дослідницькою задачею. Розробка методів та способів математичного моделювання дає змогу з достатньо високою точністю оцінити, яким буде результат змагання суперників. Одним із таких видів спорту є теніс. За протистоянням спортсменів щороку спостерігають мільйони шанувальників із усіх куточків світу. Із запалом дивляться такі змагання витривалості й вчені. Комерційний та науковий інтерес зумовили сплеск досліджень у сфері прогнозування результатів тенісних матчів зокрема і турнірів взагалі. Більшість сучасних моделей для прогнозування тенісу використовують ієрархічні стохастичні вирази на основі ланцюгів Маркова. На даному етапі розвитку алгоритмів прогнозування результатів тенісних турнірів ланцюги Маркова являються менш комплексними у порівнянні з методами машинного навчання, за допомогою яких можна враховувати великий спектр параметрів матчу та історичну статистику. Однак, прогнозування на основі ланцюгів Маркова та модифікації даного методу можуть бути використані для оцінки результатів

роботи методів прогнозування тенісних турнірів, заснованих на машинному навчанні. Перевірка правильності результатів новостворених методів являється важливою складовою процесу дослідження, а, отже, повинні бути розглянуті ієрархічні стохастичні вирази на основі ланцюгів Маркова та запропоновані модифікації для оптимізації їх роботи.

Постановка задачі

Є тенісний матч проти одного суперника (сингл) – одиночний тенісний матч. Необхідно показати спосіб моделювання гейму даного матчу за допомогою ланцюгів Маркова, запропонувати покращення з точки зору підвищення точності прогнозу результатів.

Ланцюги Маркова у прогнозуванні тенісного турніру

Ланцюг Маркова – це випадковий процес, що задовольняє властивість Маркова і який приймає скінченну чи зліченну кількість значень (станів). Випадкова послідовність подій називається ланцюгом Маркова, якщо кожен перехід з одного стану в інший не залежить від того, коли і як система прийшла у поточний стан. Початковий стан може бути заданим заздалегідь або бути випадковим. Необхідно звернути увагу на те, що наступний стан залежить лише від поточного стану системи, усі попередні стани не враховуються – основуючись на цьому твердженні, можна побудувати ланцюг Маркова для тенісного матчу.

Імовірність виграшу очка у професійному тенісі являється ключовою у більшості способів прогнозування. Дана величина забезпечує обчислювальну базу, на якій засновується розрахунок ймовірності виграшу матчу. До наукової роботи, яка була написана Ф. Клаассеном та Й. Магнусом [1] вважалося, що очки матчу є незалежними й однаково розподіленими, тобто ймовірність виграшу очка константна протягом матчу. Вони ж, в свою чергу, перевірили дане припущення та спростували його, довівши, що очки в тенісі розподіляються незалежно та не однаково. Однак, відхилення від незалежних й однаково розподілених величин настільки незначне, що їх можна використовувати на практиці, так як незалежні й однаково розподілені величини дають зручні усереднені значення.

Сформулюємо математичну постановку задачі. Є два гравці тенісного матчу, перший гравець – А, другий гравець – В. Припустимо, що p – ймовірність того, що гравець А виграє очко, якщо подаватиме. Відповідно, припустимо, що

q – ймовірність того, що гравець В виграє очко, якщо подаватиме. Нехай ймовірність виграшу очка незалежно та однаково розподілена.

Така постановка дає нам можливість побудувати ланцюг Маркова, за допомогою якого буде описано ймовірність виграшу гравця в геймі.

У тенісі гейм — відрізок сету, в якому право подачі належить виключно одному із супротивників, який повинен чергувати її, подаючи в ліву й праву половину корту. Стандартний гейм має наступний рахунок, рахунок гравця, що подає, називається першим:

– немає очок — «нуль»;
– перше очко — «п’ятнадцять»;
– друге очко — «тридцять»;
– третє очко — «сорок»;
– четверте очко — «гейм».

За винятком випадку, коли обоє гравців (пари) виграли по три очки, тоді рахунок оголошується «Рівне». Після «Рівне» рахунок стає «Більше» убік того гравця (пари), що виграв наступне очко. Якщо той же гравець виграє і наступне очко, цей гравець виграє «Гейм», якщо ж наступне очко виграє суперник, рахунок знову стає «Рівне». Гравець (пари) повинен виграти два очка поспіль після рахунку «Рівне», щоб виграти «Гейм».

Для перемоги у сеті потрібно виграти принаймні 6 геймів і принаймні на два більше, ніж супротивник. При рахунку 6:6 за геймами у більшості турнірів грається тай-брейк.

Вважатимемо рахунок простором станів, тоді переходи між станами – це ймовірності виграшу p першого гравця А або ймовірності виграшу q другого гравця В. Усі переходи, які означають очко, вигране гравцем А, мають ту ж ймовірність p, а всі переходи, які означають програне очко, мають ймовірність 1-p. Візуалізацію ланцюга Маркова за умови, що подає перший гравець А, наведено на рис.1 [2].

Виходячи з ідеї моделювання тенісних матчів з ланцюгами Маркова, Барнетт і Кларк [3] та О’Малі [4] розробили ієрархічні вирази для ймовівності того, що конкретний гравець виграє весь тенісний матч.

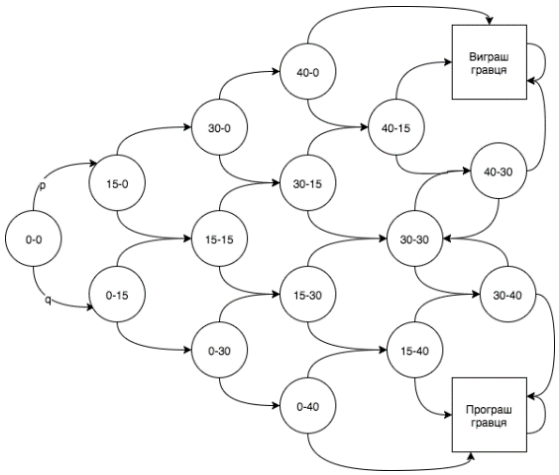


Рисунок 1 – Марківська модель гейму в матчі за умови, що подає гравець А

Барнетт і Кларк виражають ймовірність того, що гравець А виграв гру при своїй подачі $P_{гейм}$, використовуючи наступне рекурсивне визначення:

$$P_{гейм}(x,y) = p \cdot P_{гейм}(x+1,y) + (1-p)P_{гейм}(x,y+1). \quad (1)$$

Граничні значення записуються як:

$$P_{гейм}(x,y) = 1, \text{ якщо } x = 4,\ x - y \geq 2. \quad (2)$$

$$P_{гейм}(x,y) = 0, \text{ якщо } y = 4,\ y - x \geq 2. \quad (3)$$

$$P_{гейм}(x,y) = \frac{p^2}{p^2 + (1-p)^2}, \text{ якщо } x = 4,\ x - y \geq 2. \quad (4)$$

У наведеному вище, p – ймовірність того, що гравець А виграє очко при подачі, а x та y представляють кількість очок, виграних гравцями А та В, відповідно. Цей вираз явно відповідає ланцюжку Маркова.

Оцінка ймовірності виграшу при подачі

З огляду на ймовірність того, що обидва гравці виграють очко при їх подачі, ми можемо використовувати ієрархічні вирази, отримані Барнеттом і Кларком, щоб визначити переможця. Залишається питання, як оцінити ці ймовірності виграшу очка при подачі для ще не зіграних матчів. Барнетт і Кларк [3] дають ефективний метод для оцінки цих імовірностей з історичної статистики гравців:

$$f_i = a_i \cdot b_i + (1-a_i) \cdot c_i \quad (5)$$

$$g_i = a_{av} \cdot d_i + (1-a_{av}) \cdot e_i, \quad (6)$$

де f_i – відсоток очок, виграних при подачі гравцем і;

g_i – відсоток очок, виграних при прийомі м’яча гравцем і;

a_i – відсоток перших подач гравця і;

a_{av} – средний відсоток перших подач для всіх гравців;

b_i – відсоток виграшу при першій подачі гравця і;

c_i – відсоток виграшу при другій подачі гравця і;

d_i – відсоток виграшу при прийомі першої подачі гравцем і;

e_i – відсоток виграшу при прийомі другої подачі гравцем і.

Отже, для матчу між гравцями А і В ми можемо оцінити ймовірності виграшу очка при подачі гравцями А і В відповідно як f_{AB} і f_{BA}, використовуючи наступне рівняння:

$$f_{AB} = f_t + (f_i + f_{av}) - (g_i - g_{av}), \quad (7)$$

де f_t – відсоток очок, вигранних при подачі гравцем і;

f_{av} – відсоток очок, вигранних при прийомі м'яча гравцем і;

g_{av} – відсоток перших подач гравця і.

Модифікація методу ланцюга Маркова до вирішення задачі прогнозування тенісних матчів може покращити отримувані результати та підвищити точність прогнозу. Кнотттенбельт [5] уточнив моделі Барнета, використавши для обчислення ймовірності виграшу очка при подачі лише матчі зі спільними суперниками гравців, замість усіх суперників. Цей підхід дозволяє знизити похибку, що виникає через те, що гравці в минулому зустрічалися з суперниками різного рівня.

Мадурська [6] далі розширила модель загального суперника Кнотттенбельта, використавши різні ймовірності виграшу очка при подачі для різних сетів. Таким чином, автор відмовилася від допущення IID і її модель відображає накопичення фізичної втоми у гравця по ходу матчу.

Моделювання тенісного гейму враховуючи статистичні дані гравця

В даній роботі, з метою підвищення точності прогнозу, наведено ще один варіант модифікації методу ланцюга Маркова.

Враховуючи те, що на даний момент існує вільний доступ до різноманітних статистичних даних тенісистів, то на початку матчу в якості ймовірності виграшу можем обрати відповідні дані з попередніх матчів або тренувань гравця (відсоток подачі (прийому), виграшів з подачі (прийому), тощо) [7]. Згідно з цим можна побудувати 2 дерева – для подачі та прийому гравцем м’яча. Окрім того, постійне оновлення статистичних даних дає змогу у кожному наступному геймі враховувати результати попереднього. Також слід зазначити, що таким чином можна враховувати статистику ейсів, відсотки

попадання 1-ї та 2-ї подач та подвійних помилок, що робить схеми Маркова максимально докладними.

В якості прикладу проведемо модифікацію наведеного раніше способу побудови ланцюга Маркова для тенісного матчу між гравцем А та гравцем В [8].

Знайдемо умовні ймовірності отримання очок кожним із гравців та ймовірність виграшу гейму гравцем В за умови подачі та прийому, побудувавши таблиці умовних ймовірностей для обох віпадків та візуалізуємо їх марківськими моделями гейму.

Візьмемо за основу гейм і вважатимемо рахунок простором станів. Побудуємо модель для гравця В за умови, що не він подавав (прийняв) – оберемо деяке p, що означатиме ймовірність виграшу очка цим гравцем за умови, що він подає (приймає). Ймовірність виграшу очка суперником - гравцем А позначимо як q=l-p.

Для нашого прикладу, скориставшись статистичними даними матчу, встановлюємо, що ймовірність виграшу очка при подачі гравця В – це p=0,77, тоді ймовірність виграшу очка гравцем А – це q=1-p=0,23.

При прийомі гравця В – це p=0,41, тоді ймовірність виграшу очка гравця А – це q=1-p=0,59.

Побудуємо марківський процес із дискретним часом, кінцевим станом та матрицею переходів М і початковим станом I_0. Множина станів цього ланцюга являється поглинаючою (або замкненою), так як включає в себе 2 стани, з яких не може бути переходу в наступний стан – це стан виграшу гравця А та стан виграшу гравця В. Оскільки ми модифікуємо ситуацію гри гейму, то матриця М набуває вигляду:

$$M = \begin{bmatrix} m_{1,1} \ldots m_{1,17} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ m_{17,1} \ldots m_{17,17} \end{bmatrix}. \quad (8)$$

Це зумовлено тим, що при моделюванні марківського ланцюга для гейму гри може бути всього 17 станів системи. Запишемо загальний вигляд блочної структури даної матриці:

$$M = \begin{bmatrix} EO \\ RW \end{bmatrix}, \quad (9)$$

де Е – одинична підматриця, порядок якої збігається з числом поглинаючих станів;

W – квадратна підматриця ймовірностей переходів на множині неповоротних станів;

R – прямокутна підматриця переходів з неповоротних станів в поглинаючі;

O – нульова підматриця. Якщо число загальних станів – 17, з них 2 – поглинаючі стани, тоді підматриці мають наступний порядок:

$$M_{17*17}, E_{15*15}, W_{2*2}, R_{2*15}, O_{15*2}.$$

Результати обчислень умовних імовірностей отримання очка при подачі наведені у таблиці 1:

Таблиця 1 – Таблиця умовних імовірностей отримання очка при подачі

		гравець А				
		0	15	30	40	Гейм
гравець В	0	0.962890674	0.896661648	0.737136081	0.419136599	0
	15	0.98267337	0.944312142	0.832122939	0.544333246	0
	30	0.994131919	0.977823203	0.918086095	0.706926293	0
	40	0.999003354	0.995666754	0.981159802	0.918086095	
	Гейм	1	1	1		

Ці данні показують, що гравець В зможе виграти гейм при подачі з ймовірністю 98%. Що і сталося в реальному матчі.

Знайдемо умовні ймовірності отримання очок кожним із гравців та ймовірність виграшу гейма гравцем В за умови, що він приймає подачу. Для цього побудуємо таблицю умовних ймовірностей та візуалізуємо її марківською моделлю гейму.

Результати обчислень умовних імовірностей отримання очка при прийомі наведені у таблиці 2:

Таблиця 2 – Таблиця умовних імовірностей отримання очка при прийомі подачі

		гравець А				
		0	15	30	40	Гейм
гравець В	0	0.285501053	0.173073318	0.081225575	0.022444053	0
	15	0.447287306	0.30524446	0.165813619	0.054741592	0
	30	0.651690425	0.505888841	0.325648973	0.133516079	0
	40	0.86150246	0.765258408	0.602132894	0.325648973	
	Гейм	1	1	1		

Ці данні показують, що гравець В зможе виграти гейм при прийомі подачі з ймовірністю 28 %. Тобто з великою ймовірністю, що складає 72 %, він програє цей гейм. Що і сталося в реальному матчі.

Візуалізацію ланцюга за умови, що гравець В приймає подачу наведено на рис.2:

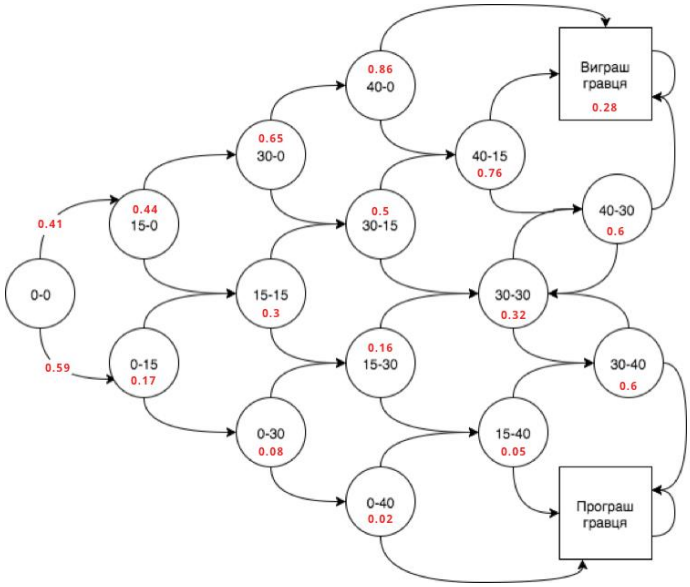


Рисунок 2 – Марківська модель гейму в матчі за умови, що гравець В приймає подачу

Візуалізацію ланцюга за умови, що гравець В подає наведено на рис.3:

Порівнявши отримані данні з даними статистики матчу можемо вважати, що даний спосіб аналізування тенісного гейму може бути використаний для практичного застосування та давати результати, що цілком узгоджуються з реальними даними. При цьому похибка є невеликою.

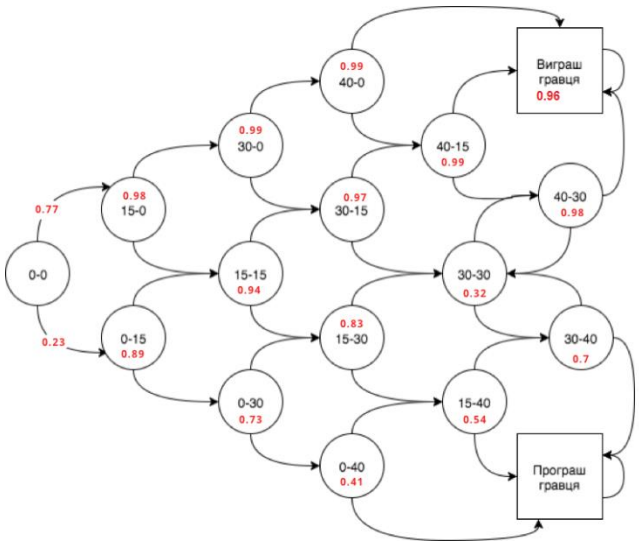


Рисунок 3 – Марківська модель гейму в матчі за умови, що гравець В подає

Висновки

У даній роботі було розглянуто використання ланцюга Маркова до задачі прогнозування тенісних турнірів. Було показано основні принципи побудови та умови, за яких побудова може бути виконана. Для покращення роботи даного методу можна застосовувати модифікації, пов'язані зі способом визначення ймовірності виграшу очка гравцем при подачі та на прийомі.

Використання марківських ланцюгів для прогнозування результатів тенісних турнірів не можна вважати досконалим методом, оскільки при цьому абсолютно ігнорується безліч факторів, що впливають на гру: самопочуття гравця, наявність нещодавніх травм, графік тренування, тип покриття корту тощо. Але урахування різноманітних статистичних даних спортсменів дає змогу ще більше наблизити до реального стану речей дану ідеалістичну модель і побудувати ланцюги Маркова, які точніше відображають сутність тенісного матчу.

Література

1. F.J.G.M. Klaassen and J.R. Magnus. Are Points in Tennis Independent and Identically Distributed? Evidence From a Dynamic Binary Panel Data Model. Journal of the American Statistical Association, 96:500–509, 2001.

2. M. Sipko. Machine Learning for the Prediction of Professional Tennis Matches. Technical report, Imperial College London, London, 2015.

3. T. Barnett and S. R. Clarke. Combining player statistics to predict outcomes of tennis matches. IMA Journal of Management Mathematics, 16:113–120, 2005.

4. J.A. O'Malley. Probability Formulas and Statistical Analysis in Tennis. Journal of Quantitative Analysis in Sports, 4(2), 2008.

5. W. J. Knottenbelt, D. Spanias, and A. M. Madurska. A common-opponent stochastic model for predicting the outcome of professional tennis matches. Computers and Mathematics with Applications, 64:3820–3827, 2012.

6. A. M. Madurska. A Set-By-Set Analysis Method for Predicting the Outcome of Professional Singles Tennis Matches. Technical report, Imperial College London, London, 2012.

7. ATP World Tour: Tennis Statistics. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.atpworldtour.com/en/players/

8. Australian Open (м) 2018. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.championat.com/tennis/_grandslam/13109/match/669971.html#text-all

Рецензенти:
Гамеляк І.П., д-р техн. наук, НТУ (Київ)
Скобелєв В.Г., д-р техн. наук, д-р фіз.-мат. наук, професор, провідний науковий співробітник Інституту кібернетики ім. В.М.Глушкова, Київ, Україна.

Reviewers:
Hameliak I.P., Dr.Tech.Sci., NTU (Kyiv)
Skobeliev V.H, Dr.Tech.Sci., Dr.Phys.Math.Sci., professor, senior researcher, Hlushkov Institute of Cybernetics (Kyiv)

Стаття надійшла до редакції: **08.09.2017 р.**

ТРАНСПОРТНІ СПОРУДИ

УДК 625.8

Гуляєв В.І., докт. техн. наук, **Гайдайчук В.В.,** докт. техн. наук,
Мозговий В.В., докт. техн. наук, **Заєць Ю.О.,** канд. техн. наук,
Шевчук Л.В., канд. техн. наук, **Куцман О.М., Баран С.А.**

МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КОНСТРУКЦІЇ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ ПІД ДІЄЮ ТРАНСПОРТНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Анотація. Поставлена задача про визначення напружено-деформованого стану шаруватого напівпростору під дією транспортних навантажень. Побудована скінченно-елементна модель пружної деформації масиву, виконаний комп'ютерний аналіз системи. Показано, що найнебезпечніші для покриття напруження розтягу локалізуються у нижній зоні шарів із монолітних матеріалів.
Ключові слова: автомобільна дорога, асфальтобетонне покриття, транспортні навантаження, поле напружень, напружено-деформований стан.

UDC 625.8

Huliaev V., Dr.Tech.Sci., **Haidaichuk V.,** Dr.Tech.Sci.,
Mozhovyi V., Dr.Tech.Sci., **Zaiets Yu.**, Cand. Eng. Sci. (Ph.D.),
Shevchuk L., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Kutsman O., Baran S.**

SIMULATION OF STRESS-STRAIN STATES OF ROAD STRUCTURES UNDER ACTION OF TRANSPORT LOADS

Abstract. The problem on analysis of stress-strain states of a layered road massif under action of transport loads is formulated. The finite element model of the elastic massif equilibrium is constructed, the computer analysis of the system is performed. It is demonstrated that the most dangerous tensile stresses are localized in the lower zones of the second layer, while the maximal values of the shear stresses take place in the

first layer in the vicinity of the external load application. The question of crack generation and layer destruction are discussed.
Keywords: automobile road, asphalt-concrete coating, transport loads, stress fields, stress-strain state.

УДК 625.8

Гуляев В.И., докт. техн. наук, **Гайдайчук В.В.,** докт. техн. наук,
Мозговый В.В., докт. техн. наук, **Заец Ю.А.,** канд. техн. наук,
Шевчук Л.В., канд. техн. наук, **Куцман А.М., Баран С.А.**

Аннотация. Поставленная задача об определении напряженно-деформированного состояния слоистого полупространства под действием транспортных нагрузок. Построена конечно-элементная модель упругой деформации массива, выполненный компьютерный анализ системы. Показано, что самые опасные для покрытия растягивающие напряжения локализуются в нижней зоне слоев с монолитных материалов.
Ключевые слова: автомобильная дорога асфальтобетонное покрытие, транспортные нагрузки, поле напряжений, напряженно-деформированное состояние.

Вступ

Розтріскування асфальтобетонного покриття автомобільних доріг, викликане низькими температурами і дією транспортних навантажень, є однією з основних причин їх передчасного руйнування. У процесі експлуатації дороги наявність тріщини призводить до несної здатності монолітних шарів, а також і до проникнення через неї вологи в конструкцію дорожнього одягу і ґрунтове полотно. Моделювання напружено-деформованого стану дозволить оцінити вірогідність утворення тріщин, сприяти їх прогнозуванню та зниженню рівня негативного впливу на міцність і довговічність системи.

Зазначені ефекти давно привертали увагу вчених і фахівців-дорожників, тому явище утворення тріщин стало предметом їхніх багаторічних досліджень. Так, починаючи ще з 50-60-х років минулого століття, тривають як теоретичні, так і експериментальні роботи, спрямовані на вивчення проблем розтріскування асфальтобетонного покриття автомобільних доріг. Тим не менш, саме фізичне явище, при виникненні якого має місце розтріскування дорожнього

асфальтобетонного покриття, до сих пір не вивчено повністю. Як зазначено в роботі [1], основними причинами, що викликають утворення тріщин, є низькотемпературний вплив і деформаційні ефекти, спричинені дією статичних і динамічних транспортних навантажень. Чисто механічні погляди на процес виникнення тріщин не дали переконливого пояснення багатьом практично важливим особливостям поведінки конструкції дорожнього одягу під час експлуатації.

Наприклад, в умовах впливу низьких температур виникають наступні питання:

1. Чому на початковому етапі формування низькотемпературні тріщини орієнтовані, як правило, в поперечному напрямку дороги?

2. Чому кількість низькотемпературних тріщин на розглядуваному покритті збільшується з року в рік?

3. Чим можна пояснити приблизно рівні відстані між ними?

4. Як пов'язані їхні кількісні характеристики з показниками погодно-кліматичних умов місцевості?

5. Чи можна знайти такий матеріал для дорожнього покриття, при використанні якого не з'являються низькотемпературні тріщини або їхня кількість буде істотно меншою в порівнянні з традиційними видами асфальтобетону?

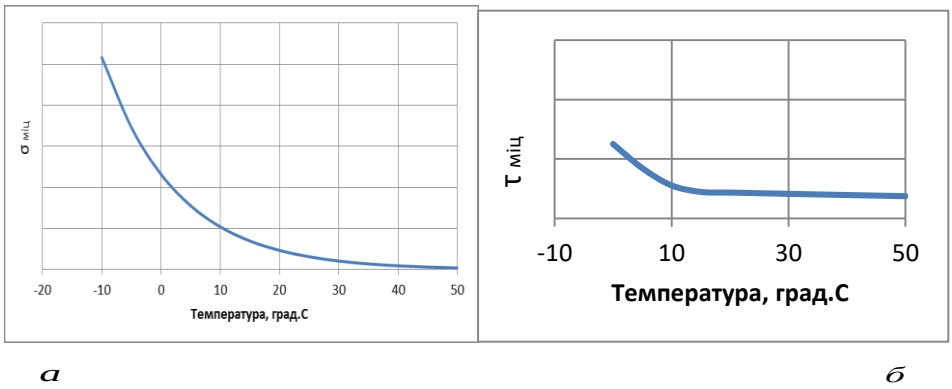
6. Які конструктивні і технологічні заходи можна вжити, щоб повністю або частково запобігти появі низькотемпературних тріщин? та ін.?

Відповіді на деякі з цих питань подані в роботах [2, 3].

Не менш складним є також питання аналізу утворення тріщин на асфальтобетонному покритті під дією транспортних навантажень. Ця складність зумовлена тим, що асфальтобетони проявляють властивості в’язкопружних матеріалів, тому аналіз їх деформування повинен здійснюватися з урахуванням досить складних реологічних процесів релаксації та повзучості, а навантаження від транспортних засобів викликають в багатошаровому масиві конструкції дороги тривимірний напружено-деформований стан з суттєвими градієнтами стискаючих, розтягуючих та зсувних напружень. Необхідно також врахувати, що асфальтобетон по-різному чинить опір цим видам напружень і особливо їх комбінації. Так, якщо його міцність при стисненні порівняно велика, то при розтягуванні та зсуві вона є значно меншою і до того ж суттєво залежить від температури. На рис.1 представлені, отримані експериментально [4], графіки

нормальних напружень розриву $\sigma_{міц}$ та зсувних напружень $\tau_{міц}$ асфальтобетону в залежності від температури.

Не менш актуальним є вивчення питання міцності асфальтобетонних шарів під дією дотичних напружень, оскільки в реальних умовах вони досить слабо чинять опір зсуву. Причому здатності чинити опір цим діям сприяють додаткові об'ємні стискаючі напруження в розглянутій зоні і зменшують напруження розтягу.



а *б*

Рисунок 1 - Значення граничних напружень розтягу $\sigma_{міц}$ (а) і зсувних напружень $\tau_{міц}$ (б) для асфальтобетонних матеріалів

З огляду на ці обставини, можна спробувати встановити деякі найбільш загальні особливості і тенденції настання граничних напружено-деформованих станів конструкцій дорожнього одягу, як шаруватих масивів дороги, методами тривимірної теорії пружності, визначаючи зони з найбільшими розтягуючими та зсувними напруженнями і аналізуючи умови, при яких мають місце їхні найбільш несприятливі комбінації.

Постановка задачі. Сформулюємо задачу про визначення напружено-деформованого стану конструкції дороги під дією транспортних навантажень. Дослідимо характер розподілу зон розтягуючих і зсувних напружень під колесами великовантажного автомобіля (рис.2) з метою аналізу впливу накладення полів напружень в залежності від міжосьових відстаней «a» і «b» і відстаней між колесами «c» і «d». Будемо вважати, що відповідно до загальноприйнятої методики [1] і результатів натурних спостережень пляма від контакту колеса з поверхнею дорожнього покриття (рис.3) являє собою прямокутник (рис.4), ширина «e» якого визначається конструкцією колеса і не змінюється зі зміною навантаження на колесо, а висота « f » залежить від цього

навантаження так, що рівнодіюча P контактного тиску «p» дорівнює силі, що діє на колесо, тобто

$$P = p \cdot e \cdot f \,, \tag{1}$$

де p – тиск в пневматиці.

Приймемо, що P і p відомі, тоді висота « f » плями визначається рівністю

$$f = P/(p \cdot e) \,. \tag{2}$$

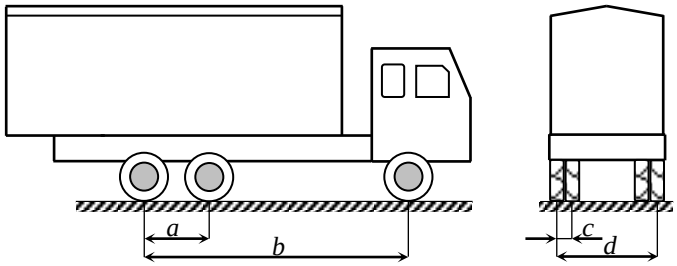


Рисунок 2 – Геометрична схема розташування коліс трьохвісного автомобіля

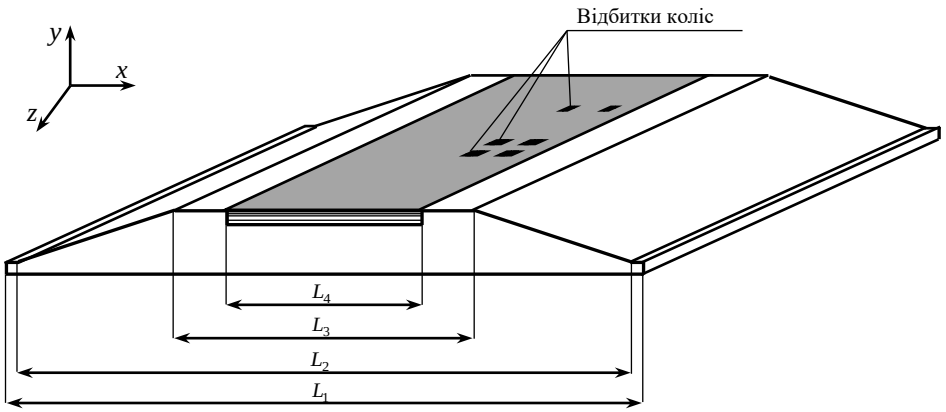


Рисунок 3 – Конструктивна схема дорожньої конструкції

Представлена задача є тривимірною. Для її розв'язання необхідно площинами $x = const$, $y = const$, $z = const$ виділити із загального неоднорідного шаруватого масиву прямокутний паралелепіпед і, задавши відповідні граничні умови на відповідних граничних площинах, розв'язати відповідні рівняння теорії пружності чисельним методом.

При побудові цих рівнянь врахуємо, що швидкості поширення хвиль пружних деформацій в масиві, що розглядається, (складові сотні метрів в секунду) набагато перевищують швидкості руху автомобілів. Тому

навантаження від сил тяжіння рухомого транспортного засобу можна вважати квазістатичним і задачу формулювати в статичній постановці.

Вважаємо, що конструкція дороги складається з чотирьох шарів, що лежать на ґрунтовій основі (рис.3). Надамо їм номери 1-4 в порядку слідування зверху вниз, номер 5 присвоїмо ґрунтовій основі. Тоді в межах кожного фрагменту 1-5 дороги задовольняються рівняння пружної рівноваги [4]

$$\mu\nabla^2\vec{u} + (\lambda + \mu)graddiv\vec{u} = 0. \qquad (3)$$

Тут λ і μ – параметри Ляме. Вони виражаються через модуль пружності E і коефіцієнт Пуассона за допомогою співвідношень

$$\lambda = \frac{vE}{(1+v)(1-2v)}, \qquad \mu = \frac{E}{2(1+v)}.$$

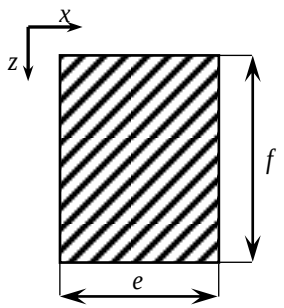


Рисунок 4 – Схема плями контакту між колісним пневматиком і поверхнею покриття

На вільних площинах шару 1 і ґрунтовому масиві задані умови рівності нулю нормальних і дотичних напружень

$$\sigma_y = 0, \quad \tau_{yx} = \tau_{yz} = 0. \qquad (4)$$

У межах плями контактної взаємодії напруження σ_y дорівнює тиску p в пневматиці, тому

$$\sigma_y = -p. \qquad (5)$$

На площинах зчленування суміжних шарів, а також четвертого шару з ґрунтовою основою задавалися умови неперервності переміщень

$$u_{i-1} = u_i, \qquad v_{i-1} = v_i, \qquad w_{i-1} = w_i \ (i = 2,3,...5). \qquad (6)$$

Для розв’язання задачі був використаний метод скінченних елементів. При цьому виділений для розрахунків шаруватий масив розбивався на тривимірні скінченні елементи (рис.5) і система диференціальних рівнянь замінювалася системою алгебраїчних скінченно-елементних рівнянь

$$[K_u]\{u\} = \{q\}, \qquad (7)$$

сформованих з урахуванням граничних рівнянь (4) – (6). Тут $[K_u]$ – матриця жорсткості для скінченно-елементної моделі всього пружного масиву, $\{u\}$ – вектор вузлових переміщень, $\{q\}$ – вектор навантаження.

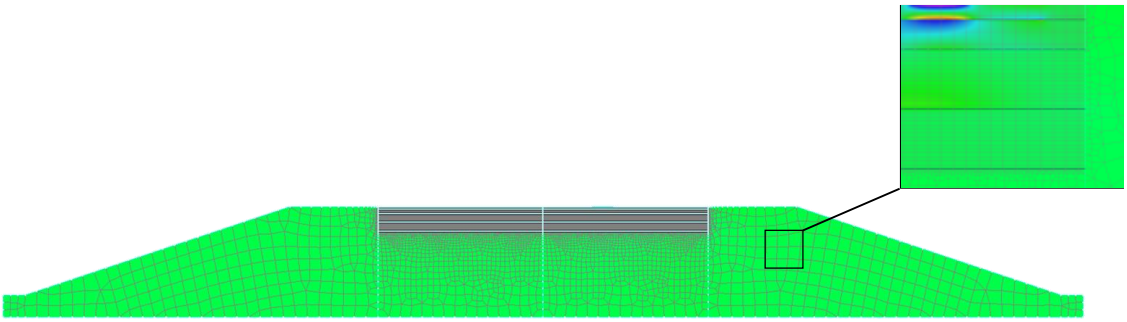


Рисунок 5 – Скінченно-елементна модель перерізу дорожнього масиву

В результаті розв'язання цієї системи обчислювалися деформації у всіх вузлах скінченно-елементної моделі і будувалися поля напружень. Обробка результатів обчислень проводилася із застосуванням спеціально розробленого постпроцесора, що дозволяє кожному знайденому значенню шуканої функції ставити у відповідність кольоровий мазок на виділеному полі і за допомогою кольорової шкали ідентифікувати їх величини.

Результати чисельного аналізу. Для аналізу обрано чотиришарова конструкція дорожнього покриття з габаритними розмірами $L_1 = 24{,}5$ м, $L_2 = 23{,}5$ м, $L_3 = 11{,}5$ м, $L_4 = 7{,}5$ м. Матеріали шарів, їх товщини і механічні властивості обрані наступними: шар 1 – асфальтобетон дрібнозернистий, $h = 0{,}05$ м, $E = 5 \cdot 10^9$ Па, $v = 0{,}2$; шар 2 – асфальтобетон пористий крупнозернистий, $h = 0{,}1$ м, $E = 1{,}4 \cdot 10^9$ Па, $v = 0{,}25$; шар 3 – щебінь, $h = 0{,}2$ м, $E = 0{,}4 \cdot 10^9$ Па, $v = 0{,}3$; шар 4 – пісок, $h = 0{,}2$ м, $E = 0{,}1 \cdot 10^9$ Па, $v = 0{,}3$; ґрунт – $h = 2{,}5$ м, $E = 0{,}1 \cdot 10^9$ Па, $v = 0{,}35$.

Для розрахунку виділений масив дороги довжиною $l = 1{,}8$ м. Скінченно-елементна схема перетину конструкції дороги представлена на рис. 5. Загальна кількість скінченних елементів для неї склало 331104, число вузлів – 236475, число шуканих невідомих – 687633.

В роботі [1] методами експериментального і комп'ютерного моделювання встановлено, що взаємний вплив полів напружень від коліс, які закріплені на двох найближчих сусідніх осях автомобіля (рис. 2), не перевищує 10%. Тому на початковому етапі вважалося, що на верхній шар діє вертикальне навантаження

від одного колеса, яке розташоване на одній осі, і дія навантажень від інших коліс не враховувалась. У зв'язку з тим, що задача розв’язувалася в тривимірній постановці, а шари покриття мають малу товщину, верхній шар був апроксимований всього лише двома елементами по вертикалі.

З урахуванням того, що розглянута система має симетрію відносно площини $z=0$, яка проходить через осьову лінію коліс, для розрахунку виділений масив дороги, обмежений площинами $z=0$ і $z=1{,}8$ м. У математичній моделі на цих площинах задавалися граничні умови симетрії.

На рис. 6 у кольоровому зображенні показано поля розподілу вертикальних переміщень в перерізі дорожнього масиву. Справа подана шкала значень кольорової палітри, яка відповідає значенням переміщень $u_z(x,y)$. Як видно, максимальне переміщення склало $3\cdot10^{-4}$ м. При цьому максимальні значення функцій напружень локалізуються у прилеглій до колеса зоні. В зв'язку з цим, тут доречно звернути увагу на висновки, які зроблені американськими вченими в роботі [1]. Вони відзначили, що оскільки, конструкція дороги складається з тонких шарів покриття, доводиться їх апроксимувати скінченними малих розмірів і для досягнення необхідної точності приходиться будувати скінченно-елементні моделі з великим числом ступенів вільності. В результаті розв’язання, сформульованих таким чином систем рівнянь, вимагає великого обсягу розрахункового часу на сучасних швидкодіючих комп'ютерах. Тому для якісного аналізу полів напружень у фрагментах конструкції і встановлення найбільш загальних закономірностей їх розподілу в роботі [1] запропоновано розв’язати двовимірну задачу в площині Oxy, яка проходить через вісь автомобіля перпендикулярно напрямку Oz дороги.

У нашому випадку відстань між серединними площинами коліс $c=0{,}365$ м, центр крайнього колеса віддалений від краю покриття дороги на величину $0{,}5$ м, ширина контактної плями $e=0{,}2$ м, інтенсивність рівномірно розподіленого тиску колеса на поверхню дороги дорівнює тиску в пневматиці $p=0{,}8$ МПа.

Завдяки моделюванню задачі в двовимірній постановці, вдалося істотно згустити скінченно-елементну сітку в площині XoY і апроксимувати верхній шар десятьма рядами скінченних елементів у висоту. При такій апроксимації число скінченних елементів у всій моделі виявилося рівним 195028, число вузлів – 294777, число шуканих переміщень – 687600.

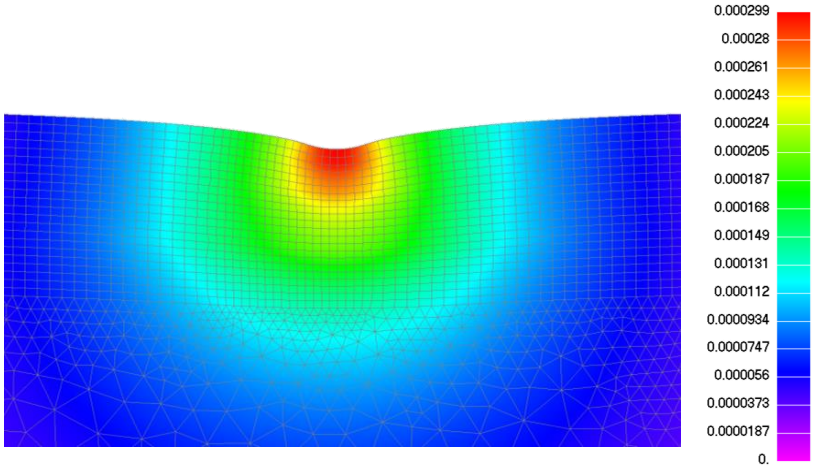


Рисунок 6 – Поле переміщень в шаруватому масиві під дією навантаження від одного колесо

На рис. 7 показано перетин конструкції дороги під колесами в деформованому стані. Максимальне переміщення u_y під колесами склало $3{,}23 \cdot 10^{-3}$ м.

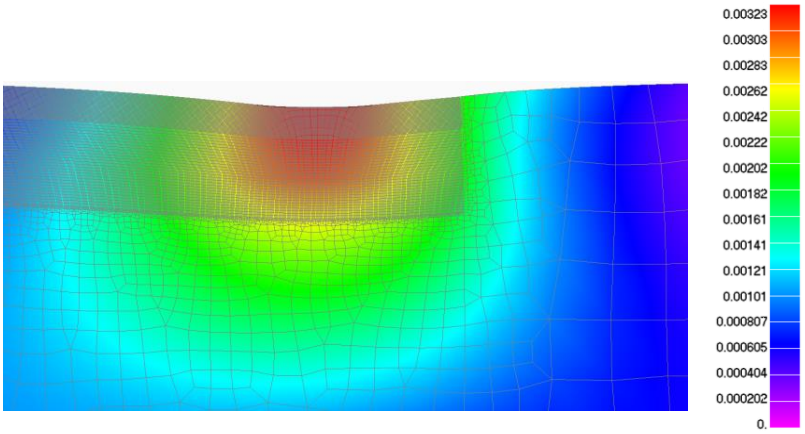


Рисунок 7 – Поле переміщень в шаруватому масиві під дією навантаження коліс від двох

Поле розподілу нормальних напружень σ_y на горизонтальних площадках пружного масиву представлено на рис. 8. Вони всюди від'ємні, тобто є стискаючими і швидко зменшуються по вертикалі.

Більш істотний інтерес представляє характер розподілу в перерізі функції нормальних напружень σ_x, оскільки вони є знакозмінними. На рис. 9 ділянки максимальних по модулю від'ємних і додатних напружень виділені окремо. Вони мають місце у верхній і нижній зонах першого і другого шарів асфальтобетонного покриття, причому стискаючі напруження істотно перевищують значення напружень розтягу. Такий характер розподілу напружень σ_x можна пояснити тим, що значення модулів пружності E_1, E_2 двох верхніх

шарів набагато більші модулів пружності нижніх шарів, тому два верхніх шара можна вважати плитою, яка лежить на пружній основі, утворену двома шарами, які нижче лежать, і ґрунтовим масивом, а конструкцію покриття для обраного навантаження можна моделювати як згин плити на пружній основі.

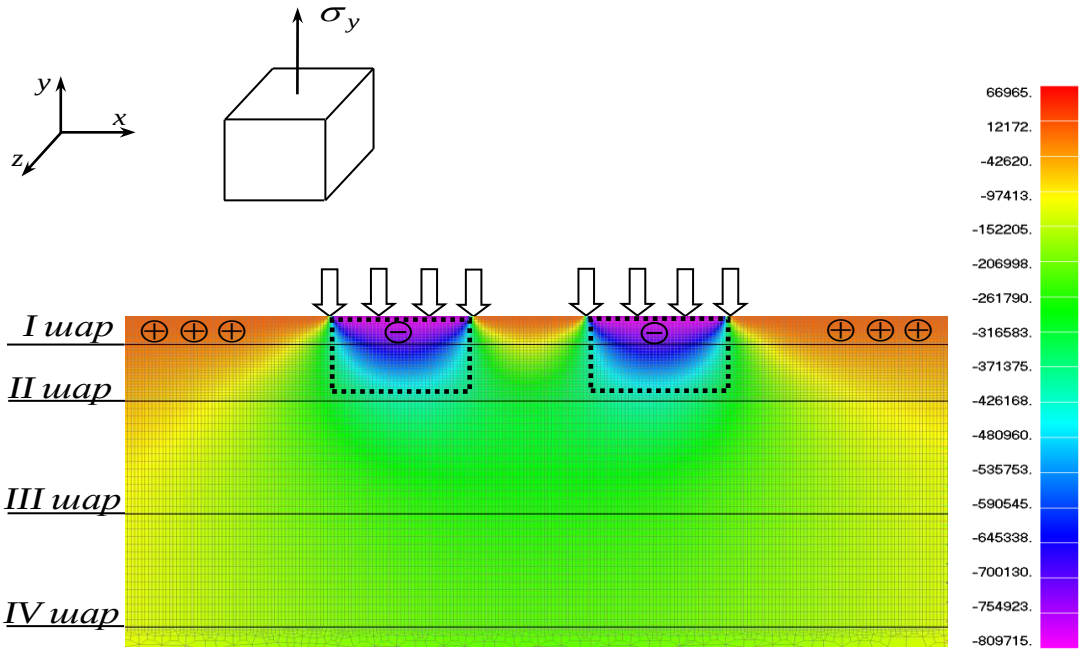


Рисунок 8 – Поле напружень σ_y у перерізі дорожного покриття

У цьому випадку верхні елементи шару 1 стиснуті, а нижні елементи нижнього шару 2 – розтягнуті. Природно очікувати, що утворення тріщин і руйнування цієї конструкції має починатися з нижніх елементів другого шару, якщо причиною руйнування є розтягнення.

Звернемося тепер до поля розподілу дотичних напружень τ_{xy}, що діють на площадках $x = cont$ в напрямку осі Oy, (рис. 10). Зони їх максимальних величин виділені в прямокутники і їх числові значення подані праворуч на кольоровій шкалі. Як і вище, кожен колірний відтінок цієї палітри відповідає певному значенню даної величині.

Співставляючи результати обчислень на рис. 9 і 10, випишемо максимальні значення цих величин: $\sigma_x^{max} = 0{,}813$ МПа, $\tau_x^{max} = 0{,}512$ МПа.

Необхідно підкреслити, що максимальні значення зсувних напружень τ_x^{max} реалізуються в зонах, де нормальні напруження σ_x, σ_y, σ_z є стискаючими, тому в ній елементи покриття можуть чинити опір зсувним навантаженням. Однак для встановлення конкретного рівня небезпеки тих і інших напружень необхідно на

основі діаграм, представлених на рис. 1, досліджувати окремо вплив кожного з цих видів напружень.

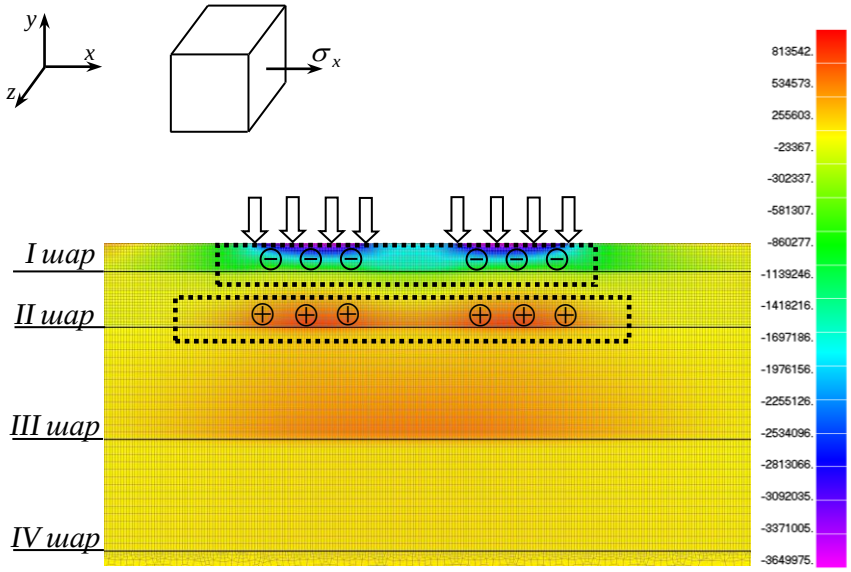


Рисунок 9 – Поле напружень σ_x у перерізі дорожнього покриття

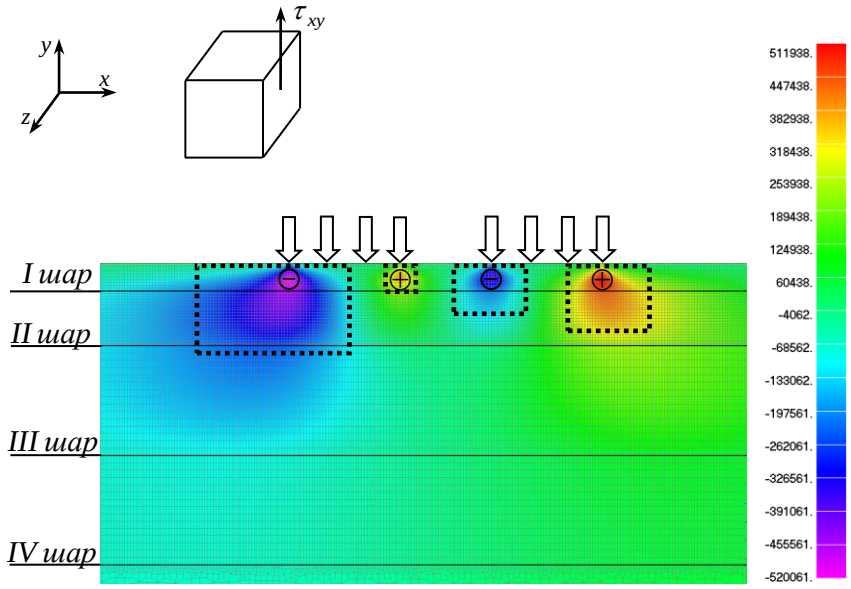


Рисунок 10 – Поле розподілу дотичних напружень τ_{xy}

Однією з причин прогресуючого руйнування дорожнього покриття є порушення зв'язків між його шарами. Для аналізу впливу розшарування на поля напружень в його конструкції приймемо, що на деякій ділянці дороги сталося відшарування першого шару від другого і шари можуть вільно ковзати відносно один одного. При цьому в напрямку вертикальної осі між ними реалізуються нормальні стискаючі напруження і контакт між ними зберігається.

Для такої постановки задачі виконано комп'ютерне моделювання напружено-деформованого стану покриття транспортного навантаження. Вважалося, що розшарування одягу сталося на ділянці, яка розташована на відстані на 2,34 м зліва і праворуч 0,54 м від центру колісної пари.

Розрахунки показали, що конструкція в цьому випадку стала більш піддатливою і її максимальний прогин склав $u_x^{\max} = 3{,}51 \cdot 10^{-3}$ м. Відбулася також деяка перебудова полів напружень.

Література

1. Litton R.L., Tsai F.L., Lee S.I., Luo R., Hu S., Zhou F. «Models for Predicting Reflection Cracking of Hot-Mix Asphalt Overlays» Research Report 669, Texas Transportation Institute, Texas A&M University, College Station, Texas, 2010. P.61.

2. Radovsky B. Ways to reduce low-temperature cracking of asphalt pavements / B. Radovsky,V. Mozgovoj // 4-th Eurobitum Symposium. Summaries and papers. Madrid, 4-9 Oct. 1989. Vol. 1. – P. 571-575.

3. Мозговой В.В. Повышение гидроизоляционной способности асфальтобетонного покрытия / В.В. Мозговой // Проблемы механики и строительства транспортных сооружений: Труды II Международной научно-практической конференции. - Алматы. – 2015. – С. 54-60.

4. Страгис В. И. Зависимость параметров сдвига асфальтобетона от температуры / В.И. Страгис, С.Ю. Рокас // Санитарная техника. Дороги. Гидротехническое строительство. Инженерная геодезия. Основания и фундаменты. Материалы Республиканской XIX научно-технической конференции. – Каунас. – 1969. – С. 51-54.

5. Гуляєв В.І. Дослідження термонапруженого стану конструкцій дорожнього одягу / В.І. Гуляєв, В.В. Гайдайчук, В.В. Мозговий, Ю.О. Заєць, Л.В. Шевчук // Промислове будівництво та інженерні споруди. – 2017. – №1. – С. 6-12.

6. Гайдайчук В.В. Чисельне моделювання термонапруженого стану шаруватого покриття автомобільної дороги / В.В. Гайдайчук, В.В. Мозговий, Ю.О. Заєць, Л.В. Шевчук // Опір матеріалів і теорія споруд. – 2017. – Вип. 100 – С. 6-12

Рецензенти:
Савенко В.Я., д-р тех. наук, Національний транспортний університет.
Марчук О.В., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:
Savenko V.Ya., Dr. Tech. Sci., National Transport University
Marchuk O.V., Dr. Tech. Sci., National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **15.08.2017 р.**

УДК 625.7/.8

Палій В.Я., Точона Л.В, Шаргородський І.Л., Рублик В.В.

НОВИЙ АВТОДОРОЖНІЙ МІСТ «ТУРКМЕНАБАТ – ФАРАП» ЧЕРЕЗ р. АМУ-ДАР`Я В ТУРКМЕНІСТАНІ

Анотація. У кінці 2016 року українська компанія ТОВ «Дорожнє будівництво «Альтком» завершила будівництво великого автодорожнього моста через р. Аму-Дар'я у м Туркменабат. Для перекриття отвору моста завдовжки 1600 м були використані дві нерозрізні балкові системи довжиною 800 м кожна з поділом на прогони по схемі: 40 + 100 + 6х110 + 6х110 + 100 + 40 м. Габарит мосту прийнятий Г-17,0 і включає чотири смуги руху шириною 3,75 м кожна (по дві в кожному напрямку), а також смуги безпеки завширшки 1,0 м по зовнішнім кромкам проїжджої частини. По обидва боки мосту передбачено влаштування тротуарів шириною 1,5 м кожен. Загальна ширина мосту 21,23 м. Прогонова будова сталева, в поперечному перерізі складається з трьох коробчастих головних балок, об'єднаних між собою в рівні верхнього поясу ортотропною плитою. Повна ширина прогонової будови по верху – 21,23 м.

Ключові слова: міст, прогонова будова, ортотропна плита

UDC 625.7/.8

Palii V., Tochona L., Sharhorodskyi I., Rublyk V.

NEW AIRCRAFT CITY "TURKMENABAT – FARAP" THROUGH r. AMU-DARIYA IN TURKMENISTAN

Abstract. At the end of 2016, the Ukrainian company Road Construction LLC Altcom completed construction of a large road bridge over the Amu Darya River in Turkmenabat. To overlap the opening of a bridge of 1600 m in length, two inertia beam systems of 800 m in length each with a division into runways according to the scheme: 40 + 100 + 6x110 + 6x110 + 100 + 40 m were used. The dimension of the bridge is adopted by the G-17.0 and includes four lanes The width is 3.75 m each (two in each direction), as well as safety strips with a width of 1.0 m along the outer edges of the

carriageway. On both sides of the bridge there is an arrangement of sidewalks in width of 1,5 m each. The total width of the bridge is 21.23 m. The runway structure is steel, in the cross section consists of three box-shaped main beams, which are joined together in the level of the upper belt by an orthotropic plate. The total width of the runway structure is 21.23 m.

Keywords: bridge, runway structure, orthotropic plate

УДК 625.7/.8

Палій В.Я., Точона Л.В, Шаргородський І.Л., Рублик В.В.

НОВЫЙ АВТОДОРОЖНЫЙ МОСТ «ТУРКМЕНАБАТ – ФАРАП» ЧЕРЕЗ р. АМУ-ДАРЬЯ В ТУРКМЕНИСТАНЕ

Аннотация. В конце 2016 года украинская компания ООО «Дорожное строительство «Альтком»завершила строительство большого автодорожного моста через р. Аму-Дарья в г. Туркменабат. Для перекрытия отверстия моста длиной 1600 м были использованы две неразрезные балочные системы длиной 800 м каждая с разделением на прогоны по схеме: 40 + 100 + 6х110 + 6х110 + 100 + 40 м. Габарит моста принят Г -17,0 и включает четыре полосы движения шириной 3,75 м каждая (по две в каждом направлении), а также полосы безопасности шириной 1,0 м по внешним кромкам проезжей части. По обе стороны моста предусмотрено устройство тротуаров шириной 1,5 м каждый. Общая ширина моста 21,23 м. Пролетного строения стальная, в поперечном сечении состоит из трех коробчатых главных балок, объединенных между собой в уровне верхнего пояса ортотропной плите. Полная ширина пролетного строения ро верху – 21,23 м.

Ключевые слова: мост, пролетное строение, ортотропная плита

У кінці 2016 року українська компанія ТОВ «Дорожнє будівництво «Альтком» завершила будівництво великого автодорожнього моста через р. Аму-Дар'я у м Туркменабат. Проектну документацію розробила компанія ТОВ «Союзтранспроект», яка раніше виконала проект автодорожнього моста «Атамурат-Керкічі» через р. Аму-Дар'я.

Міст розташований на сході країни в Лебапському велаяті між м. Туркменабат і сел. Фарап. Загальна довжина ділянки будівництва (включаючи підходи) становить 7, 521 км.

Район будівництва характеризується складними геологічними, гідрологічними і кліматичними умовами. Розрахункова сейсмічність території розташування мостового переходу становить 8 балів. Русло р. Аму-Дар'я складають піщано-мулисті легко розмивні ґрунти, що сприяє його значному загальному деформуванню і виникненню великих місцевих розмивів в період потужних весняно-літніх паводків. Район будівництва відноситься до IVA кліматичної зони, де переважає сухий і спекотний клімат з частими сильними вітрами і піщаними бурями.

Для перекриття отвору моста завдовжки 1600 м були використані дві нерозрізні балкові системи довжиною 800 м кожна з поділом на прогони по схемі: 40 + 100 + 6х110 + 6х110 + 100 + 40 м.

Габарит мосту прийнятий Г -17,0 і включає чотири смуги руху шириною 3,75 м кожна (по дві в кожному напрямку), а також смуги безпеки завширшки 1,0 м по зовнішнім кромкам проїжджої частини. По обидва боки мосту передбачено влаштування тротуарів шириною 1,5 м кожен. Загальна ширина мосту 21,23 м.

Прогонова будова сталева, в поперечному перерізі складається з трьох коробчастих головних балок, об'єднаних між собою в рівні верхнього поясу ортотропною плитою. Повна ширина прогонової будови поверху – 21,23 м. Відстані між осями коробок – 6,971 м, а їх ширина однакова і становить 2,32 м. Для забезпечення двосхилого поперечного профілю проїзної частини головні балки мають різну висоту стінок в напрямку поперек мосту. Найбільша висота стінки – 3,16 м, найменша – 3,021м. Уздовж моста висота стінок постійна, а товщина змінюється від 12 до 20 мм. Ортотропна плита складається з сталевого листа, товщиною на ділянці проїзної частини 16 мм, а на тротуарах – 12 мм і поздовжніх ребер висотою 180 мм і товщиною від 12 до 20 мм. Нижні пояси коробок - листи товщиною від 12 до 40 мм, причому в деяких місцях ці листи посилюються двома листами шириною від 500 до 900 мм і товщиною 32 і 40 мм. Монтажні стики блоків прогонової будови комбіновані - болтозварні на високоміцних болтах М22. Для несучих конструкцій прогонової будови застосована сталь 10ХСНД-2, а для інших елементів - Ст3сп5, Ст3пс6. Загальна вага сталі прогонових будов склав 17635 т.

Для антикорозійного захисту сталевих елементів прогонової будови були застосовані високоефективні системи покриття компанії WELESGARD (Україна). Вони забезпечують не тільки довгостроковий (більше 25 років) захист від корозії, але і на тривалий термін зберігають свої декоративні властивості в умовах високої сонячної активності.



Рисунок 1 – Загальний вигляд моста

Обпирання прогонових будов на всіх проміжних опорах шарнірно-рухоме в поздовжньому напрямку з використанням сейсмостійких опорних частин фірми MAURER SÖHNE (Німеччина).



Рисунок 2 – Антисейсмічний прилад на проміжній опорі

Для сприйняття поперечних сейсмічних зусиль, їх амортизації, а також запобігання скиданню прогонової будови, на опорах встановлені антисейсмічні пристрої, розроблені фахівцями ТОВ «Союзтранспроект».



Рисунок 3 – Спорудження устою

Устої моста виконані у вигляді залізобетонної монолітної рамної конструкції, що складається з стіни укріпленої контрфорсами і об'єднаної з довгою і масивною зубчастої плитою, яка є одночасно фундаментом на природній основі і антисейсмічним анкером в тілі насипу. Устої сприймають все подовжнє сейсмічне навантаження від прогонової будови, для чого торці прогонової будови шарнірно об'єднані зі стінами устоїв. Шарнірний вузол являє собою шість циліндричних елементів - «пальців» з високоміцної сталі, що проходять через отвори в посилених торцях стінок головних балок і відповідних отворах в сталевих анкерних елементах, що забетоновані в тілі устоїв.

Проміжні опори - монолітні залізобетонні масивної конструкції на буронабивних палях діаметром 1500 мм довжиною 42-45 м. В межах руслової частини річки палі захищені від пошкоджень наносами склополіефірними трубами.

Загальний об'єм залізобетону опор склав 44600 м^3

Мостове полотно виконано з поперечним ухилом 20 ‰ в обидві сторони від осі моста. Два тротуари шириною 1,5 м кожен відокремлені від проїжджої частини оцинкованим металевим напівжорстким бар'єрним огородженням висотою 1,1 м і утримуючою здатністю 460 кДж. Із зовнішньої сторони тротуарів встановлено металеве поручневе огородження висотою 1,2 м над пішохідною частиною з декоративними елементами висотою 1,8 м нижче пішохідної частини.



Рисунок 4 – Шарнірний вузол об'єднання прогонової будови та устою

На мосту встановлені опори освітлення та влаштоване декоративне підсвічування прогонової будови.

Для забезпечення поздовжніх переміщень, викликаних коливаннями температури і впливом тимчасового навантаження, між секціями прогонової будови посередині моста і на крайніх опорах встановлені деформаційні прилади. Деформаційний прилад XLS2600, розташований посередині моста, виготовлений фірмою MAURER SÖHNE (Німеччина) і є одним з найбільших в світі. Він сприймає сумарне подовжнє переміщення до 2,6 м і обладнаний спеціальними елементами для поліпшення комфортності проїзду.

Вперше в Азії для влаштування дорожнього покриття мосту зі сталевою ортотропною плитою застосована система BRIDGEMASTER, розроблена компанією Stirling Lloyd (Великобританія). Сумарна товщина покриття проїжджій частині – 11 мм, тротуарів – 5,4 мм.

Переваги покриття:

- водостійкість;

- високі механічні властивості, зносостійкість, стійкість до утворення колійності та як наслідок - висока довговічність з терміном експлуатації системи більше 25 років;

- легкість і швидкість нанесення на бетонні або сталеві підстави, що дозволило виконати покриття в найкоротші терміни;

- система BRIDGEMASTER, завдяки своїм високим механічним властивостям внесла помітний внесок в загальну жорсткість і несучу здатність сталевого листа ортотропной плити;

- зниження власної ваги прогонової будови і зменшення, більш ніж на 35% сейсмічних впливів від нього на опори моста з відповідним зменшенням матеріалоємності конструкцій.

- будь-яке пошкодження покриття можна легко відремонтувати протягом всього терміну служби конструкції без застосування громіздкого обладнання, що перекриває рух транспорту на мосту.

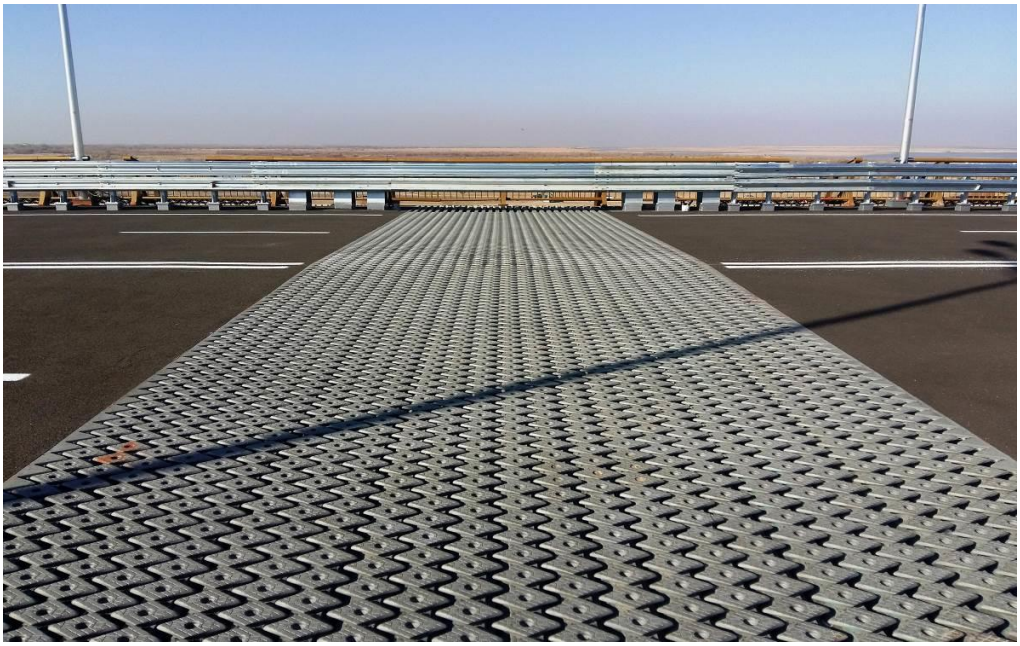


Рисунок 5 – Деформаційний прилад XLS 2600

Для обслуговування мостових конструкцій і можливості влаштування інженерних мереж, уздовж головних балок прогонової будови, а також на опорах влаштовані оглядові проходи.

Передбачена можливість судноплавства в трьох прогонах при забезпеченні судноплавного габариту висотою 10 м і шириною 100 м. Для забезпечення безпеки судноплавства в зазначених прольотах встановлена суднова сигналізація.

Для захисту конструкцій моста від розмиву і запобігання розмивів берегів споруджені струменеспрямовуючі і берегозахисні ґрунтові дамби загальною довжиною 3,4 км.



Рисунок 6 – Влаштування покриття BRIDGEMASTER

В основі ґрунтової дамби, для запобігання її підмиву, виконана металева шпунтова стінка. Шпунт об'єднаний поверху залізобетонною шапковою балкою і заанкерений в грунт берега за допомогою залізобетонної анкерної балки і металевих анкерів. Висота шпунта визначена за результатами інженерних вишукувань і гідравлічних розрахунків. З урахуванням ситуаційних особливостей і характеру річки в районі будівництва (наявність широкої заплави на лівому березі) лівобережна секція прогонової будови збиралася на тимчасових опорах. Для запобігання пересипанню руслової частини річки, притиснутою до правого берега, будівництво правобережної секції прогонової будови здійснювалося методом поздовжнього насування. Укрупнювальне збирання із заводських блоків проводилося на стапелі, а потім за допомогою системи тягнучих домкратів прогонова будова переміщувалася в проектне положення. До головної частини балки кріпився аванбек довжиною 55 м, який сприяв зменшенню монтажних зусиль і плавній вибірці прогинів консолі при наїзді на опору, де встановлювалися пристрої ковзання. Збірка і насування 750-метрової секції прогонової будови вагою більш 8000 т була здійснена в рекордно короткий термін, що склав трохи більше двох місяців.



Рисунок 7 – Насування прогонової будови

Проектування і будівництво мостового переходу через р. Аму-Дар'я у м. Туркменабат представляло собою складне технічне завдання, яке було успішно виконане українськими компаніями ТОВ «Дорожнє будівництво «Альтком» і ТОВ «Союзтранспроект», із залученням фахівців та технологій більш, ніж з п'ятнадцяти країн. Багато проектних рішень були застосовані вперше в практиці світового мостобудування і дозволили ефективніше і швидше реалізувати поставлене завдання.

Введення в дію автодорожнього моста «Туркменабат – Фарап» відкриває нові логістичні можливості для Туркменістану, значно посиливши його транзитний потенціал. З введенням в експлуатацію даного мосту відновлюється історичний Шовковий Шлях, який буде відігравати велике значення в подальшому економічному розвитку країни.

Рецензенти:
Гамеляк І.П., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.
Снитко В.П. канд. нехн. наук. Національний транспортний університет.

Reviewers:
Gameliak I.P., Dr. Tech. Sci., National Transport University.
Snytko V. P., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **03.05.2017 р**.

ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА БЕЗПЕКА РУХУ

УДК 656.13

Вакарчук І.М., канд. техн. наук, **Корітчук С.О.**

УДОСКОНАЛЕННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ

Анотація. В статті запропоновано вирішення проблеми забезпечення ефективності функціонування регіональних транспортних систем при взаємодії видів транспорту. Використані сучасні положення концепції логістики пасажирських перевезень. При цьому, транспортний комплекс слід розглядати як структуровану систему, а процес надання транспортних послуг - як логістичний ланцюжок операторів та об'єктів інфраструктури, що взаємодіють через логістичні зв'язки.

Ключові слова: взаємодія видів транспорту, логістичний підхід, пасажирські перевезення, регіональні транспортні системи.

UDC 656.13

Vakarchuk I., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Koritchuk S.**

THE IMPROVEMENT OF PASSENGER TRAFFIC INVOLVING THE INTERACTION OF DIFFERENT MODES OF TRANSPORT

Abstract. The article suggests solving the problem of ensuring the efficiency of regional transport systems in the interaction of transport modes. The current concept of passenger traffic logistics has been used. Thus, the transport system should be viewed as a structured system. The provision of transport services should be viewed as both logistics chain of operators and infrastructure objects that interact through logistics connections.

Keywords: interaction between modes of transport, logistics approach, passenger traffic, regional transport systems.

УДК 656.13

Вакарчук И. Н.. канд. техн. наук**, Коритчук С.А.**

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ВИДОВ ТРАНСПОРТА

Аннотация. В статье предложено решение проблемы обеспечения эффективности функционирования региональных транспортных систем при взаимодействии видов транспорта. Использованы современные положения концепции логистики пассажирских перевозок. При этом, транспортный комплекс следует рассматривать как структурированную систему, а процесс предоставления транспортных услуг - как логистическую цепочку операторов и объектов инфраструктуры, которые взаимодействуют через логистические связи.

Ключевые слова: взаимодействие видов транспорта, логистический подход, пассажирские перевозки, региональные транспортные системы.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Сучасні місце і роль транспортної системи в суспільному виробництві визначені пріоритетним розвитком транспорту загального користування з відповідною розгалуженою інфраструктурою. Для України стала актуальною тріада визначень «виклик - потреба - вимога». Категорія «виклик» визначена необхідністю вирішення проблем впровадження нових технологій пасажирських перевезень за рахунок узгоджених дій різних видів транспорту для розширення міжнародних транспортних зв'язків, ефективного використання транзитного потенціалу та інтеграції транспортної системи країни у світову.

Категорія «потреба» визначена необхідністю вивчення закономірностей формування попиту на перевезення для обґрунтування нових технологій пасажирських перевезень у зв'язку з форс-мажорними обставинами на Сході країни, що призвели до істотного зсуву питомих величин пасажиропотоків в регіональних транспортних системах.

Категорія «вимога» визначена створенням ефективної системи управління, яка включає організацію та координацію роботи різних видів транспорту для

приведення рівня транспортного обслуговування населення до вимог міжнародних соціальних стандартів та скорочення сумарних витрат часу на пересування за обмежуючих умов впровадження нових технологій пасажирських перевезень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Здійснений аналіз засвідчив багато проблем, що заважають стратегічному розвитку транспортної системи й розширенню масштабів надання галузям економіки і населенню високоякісних транспортних послуг. На цьому втрачає не лише сам транспорт, а й гальмується зростання багатьох галузей економіки. Важливо відмітити, що транспорт – це той складник, який забезпечує міжрегіональну інтеграцію та співпрацю, це елемент, який формує зовнішні зв'язки країни, напрями транскордонної співпраці і більш далеких соціальних, економічних і культурних зв'язків країн. Транспорт є важливим складником у формуванні собівартості української продукції відповідної конкурентоспроможності. Крім того, він створює потужний соціальний ефект і спроможний надавати, чи навпаки, позбавляти стимулів розвитку регіонів.

До таких проблем по-перше, належить відсутність балансу між попитом і пропозицією на ринку транспортних послуг. По-друге, вагомим чинником на сьогодні є недостатня увага з боку уряду країни до проблем впровадження логістичних принципів транспортного обслуговування, насамперед пасажирських автомобільних перевезень. По-третє, відсутність нормативної бази з основних принципів логістики унеможливлює вирішення стратегічних питань у програмі реформ і основних напрямів державної економічної політики, а саме розвитку транспортної системи України.

Огляд довгострокових державних цільових економічних програм України, а саме: Програми економічних реформ на 2010-2014рр. «Заможне суспільство, конкурентоспроможна економіка, ефективна влада» (п.9: розвиток логістичної інфраструктури щодо створення спеціальних режимів для залучення інвестицій; ІІІ етап: підвищення рейтингу логістичної ефективності України зі 102-го до 60-го місця до 2014р.); Транспортної стратегії України на період до 2020р. (в основних напрямах реалізації вказано на створення мережі логістичних центрів; в пріоритетах розвитку – про логістичні операції); Державної цільової економічної програми розвитку автомобільного транспорту на період до 2015 року (нічого немає про логістику); Стратегії розвитку Києва до 2025р. (у

потенційних конкурентних кластерах Києва: центр авіаційної логістики України, Співдружності Незалежних Держав, Центрально-Східної Европи - ефект на зайнятість 40-50тис., ефект на валовий регіональний продукт 4-6%; у розвитку міської агломерації: будівництво логістичних центрів і терміналів для розвантаження Києва від вантажівок; у основних потенційних кластерах використання переваг Києва: пасажирський і вантажний транспорт і логістика (насамперед авіакомпанії, за умови розвитку інфраструктури); інших діючих нормативно-правових актів та розробок і впроваджень нових документів перспективного розвитку країни довів неналежне ставлення до використання чи запровадження логістичних технологій або взагалі їх відсутність.

В той же час, для здійснення ефективних транспортних процесів чинним законодавством України визначені головні завдання управління в галузі транспорту, які повинні забезпечити своєчасне, повне і якісне задоволення потреб населення і суспільного виробництва в пасажирських перевезеннях. Для досягнення цієї мети мають здійснитися синергетичні дії відносно трьох основних процесів - це адекватне планування, ефективні обмін знаннями та оперативною інформацією між різними видами транспорту загального користування і поточна координація їх роботи [1].

За економічними та адміністративно-територіальними логістичними ознаками пасажирський транспорт являє собою макросистему з основними рисами: складність, ієрархічність, цілісність, структурність. В системі існує взаємозв'язок між основними завданнями та напрямками її функціонування, що забезпечують права громадян на гарантоване транспортне обслуговування, а саме: законодавство, заходи організації та управління, технічне забезпечення, інфраструктура, фінансування і безпека.

Положення чинного законодавства України [2] встановлює повноваження виконавчих органів міських рад щодо «забезпечення необхідного рівня та якості транспортних послуг», «затвердження маршрутів і графіків руху», «залучення на договірних засадах підприємств різних форм власності до участі в транспортному обслуговуванні населення»; інший законодавчий акт [3] зобов'язує «вирішення питань транспорту» та «забезпечення організації транспортного обслуговування підприємствами незалежно від форм власності».

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Сучасне використання положень концепції

логістики пасажирських перевезень, яка має на меті інтеграцію процесів дотранспортного, транспортного та післятранспортного обслуговування, вимагає проведення глибоких досліджень щодо вирішення проблеми забезпечення ефективності функціонування регіональних транспортних систем при взаємодії видів транспорту.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). У зв'язку з вищенаведеним, мета дослідження передбачає вирішити наступні задачі з використанням логістичного підходу:

1. Визначення потреби в транспортному обслуговуванні на поточний період;
2. Розробка варіантів проектних маршрутів транспортного обслуговування;
3. Розробка заходів щодо реалізації варіантів проектних маршрутів;
4. Визначення навантаження діючої та проектної маршрутних систем;
5. Визначення необхідного модельного ряду транспортних засобів на маршрутах;
6. Розрахунок витрат на організацію проектних маршрутів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Слід зазначити, що вирішення поставлених задач вимагає системного підходу, як одного з логістичних принципів. При цьому транспортний комплекс слід розглядати як структуровану систему, а процес надання транспортних послуг - як логістичний ланцюжок операторів та об'єктів інфраструктури, що взаємодіють через логістичні зв'язки [4].

Метою запропонованого логістичного підходу при організації маршрутів в системі пасажирських перевезень та взаємодії видів транспорту є: забезпечення гарантованої і безпересадочної поїздки; забезпечення високого рівня безпеки та якості надання транспортних послуг; ефективність управління інформаційними потоками; забезпечення мінімальних витрат всіх учасників транспортного процесу (організатора, перевізника, пасажира).

Організація проектних маршрутів при взаємодії видів транспорту передбачає виконання наступного алгоритму [5]:

Етап 1. Підготовка сукупності вихідних даних та інформації;

Етап 2. Прогнозування і розрахунок даних для проектування маршрутної системи;

Етап 3. Коригування діючої маршрутної системи та розробка варіантів проектних маршрутів;

Етап 4. Розробка проекту організації руху на транспортній мережі;

Етап 5. Розробка проекту інформаційного забезпечення у зв'язку з організацією проектних маршрутів;

Етап 6. Узгодження і затвердження проекту переліку заходів з організації проектних маршрутів;

Етап 7. Впровадження заходів з організації проектних маршрутів.

Даний підхід спрямований на збереження єдиної інфраструктури та створення інтегрованої системи пасажирських перевезень за умови одночасного зниження ресурсної складової міста як організатора та залучення перевізників різних форм власності до обслуговування проектних маршрутів. Особливістю використання даного підходу організації перевезень при взаємодії видів транспорту є різноманітність характеру послуг та їх форм організації, що дозволяє уникнути протиріччя між цілями державних адміністрацій, транспортних операторів різних форм власності, що діють на суміщених сегментах ринку транспортних послуг і пасажирів, як споживачів цих послуг.

Аналіз стану організації транспортного обслуговування при взаємодії видів транспорту за відсутності логістичного підходу виявив такі проблеми: планування перевезень засноване на звітних даних і обліку часу без відповідного економічного обґрунтування; відсутність певних факторів, що обґрунтовують обсяги і структуру перевезень; наявність невідповідності при плануванні роботи транспорту та обслуговуючого персоналу, експлуатаційних витрат і собівартості перевезень; тарифна система пасажирських перевезень містить соціальне навантаження та деформує реальне ціноутворення; недостатньо використовуються можливості пасажирського транспорту для підвищення експлуатаційної швидкості, зростання продуктивності праці, зниження собівартості, підвищення рентабельності та культури обслуговування пасажирів; відсутнє єдине правове забезпечення, що регулює діяльність різних транспортних операторів. Належить розробити і прийняти нормативно-правові акти (НПА) відповідно до національного законодавства (НЗ) і гармонізацію раніше прийнятих міських НПА з НЗ.

Таким чином, розробка та використання даного підходу, заснованого на використанні елементів логістики пасажирських перевезень [6, 7] актуальні при вирішенні задач транспортного обслуговування та взаємодії видів транспорту.

Далі розглянемо можливість застосування системного аналізу та логістичного підходу для забезпечення процесу транспортного обслуговування при взаємодії видів транспорту. Системний аналіз, започаткований на комплексному підході до вирішення задач координації, є єдиною гарантією прийняття рішення близького до оптимального і дійовим та ефективним засобом вирішення складних проблем в різних галузях економічної діяльності. Для дослідження використані основні положення і принципи системного аналізу, які повинні враховувати особливості складної системи пасажирських перевезень.

Пасажирські перевезення у нашому випадку можна представити як координовану систему, виходячи з системного аналізу транспортного комплексу, розглянутої системи принципів удосконалення транспортного обслуговування; задачі координації пасажирських перевезень різними видами транспорту та методики організації та управління пасажирськими перевезеннями під час транспортного обслуговування при взаємодії видів транспорту.

Технологія системного аналізу пасажирських перевезень при взаємодії різних видів транспорту має включати вибір структури системи, основних її елементів і функцій управління, організацію взаємодії між елементами, оцінку відповідності обраного варіанту вимогам системи.

При цьому проводиться: аналіз діючих систем організації за видами транспорту; аналіз функціонального складу систем, їх інформаційного, математичного, технічного, організаційного, правового і кадрового забезпечення; аналіз форм взаємодії всіх видів транспорту і транспортної системи з суміжними галузями народного господарства; визначення функцій і конкретних задач координованої системи; обґрунтування критеріїв оптимальності вирішення загальнотранспортних задач.

Важливим елементом комплексної системи при цьому стає система диспетчерського управління. Відмітимо, що система диспетчерського управління – це сукупність технічних засобів і технологій перевезень пасажирів, що забезпечують регулярний рух на маршруті. Так, як диспетчерське управління рухом транспорту передбачає задачу якісного обслуговування пасажирів, ефективного використання транспортних засобів (ТЗ) і зниження собівартості перевезень, до функцій диспетчерської служби з управління рухом транспортом

входять: контроль за випуском ТЗ на лінію; дотримання розкладу руху; забезпечення регулярності руху ТЗ на лінії; вивчення розміру і характеру пасажиропотоку; регулювання руху ТЗ при відхилені від розкладу або при зміненні умов експлуатації та обсягу перевезень; прийняття заходів щодо забезпечення своєчасної технічної допомоги для ТЗ на лінії; забезпечення швидкою медичною допомогою постраждалих внаслідок дорожньо-транспортних пригод; оформлення шляхової та звітної диспетчерської документації та своєчасна передача інформації про рух ТЗ на лінії; аналіз роботи диспетчерського управління; підготовка пропозицій щодо удосконалення організації руху.

При організації пасажирських перевезень варіанти схем маршрутів накладаються на існуючу транспортну мережу, тому організацію диспетчерського управління та розташування диспетчерських пунктів пропонується здійснити з використанням існуючих диспетчерських служб, а саме: диспетчерська служба аеропортів, вокзалів, автостанцій тощо. Таким чином виникає необхідність вирішення проблем впровадження нових технологій пасажирських перевезень за рахунок узгоджених дій та взаємодії видів транспорту для покращання рівня транспортного обслуговування і скорочення витрат часу на пересування.

Важливим засобом впровадження зазначених технологій є створення ефективної системи управління, яка включає організацію і координацію роботи всіх видів транспорту. Нами використані ідеї щодо розробки та впровадження автоматизованої системи організації і управління, що дозволяє приведення роботи систем окремих видів транспорту у відповідність до вимог сучасного ринку транспортних послуг та розвитку і підтримки нових підходів щодо їх впровадження.

Важливим засобом удосконалення транспортного процесу є ефективний метод організації та координації пасажирських перевезень різними видами транспорту. Їх технологічна взаємодія повинна розповсюджуватись на весь шлях слідування пасажирів від пункту відправлення до пункту призначення, на основі здійснення координованого регулювання пасажиропотоків, формування транспортної мережі, раціонального розподілу транспорту на визначених маршрутах та ефективну побудову розкладів руху. Особливого значення ці питання набувають у ланцюжку подорожі з використанням авіаційного та подальшого обслуговування наземними видами транспорту.

Для України є актуальною концепція «єдиного неба» та інтеграції до європейського повітряного простору. Організація повітряного руху України відповідає стратегічним напрямам розвитку системи АТМ відповідно до Глобального плану впровадження систем зв'язку, навігації, спостереження/організації повітряного руху CNS/ATM. До того ж, елементи системи організації повітряного простору, обслуговування повітряного руху та організації потоків повітряного руху України та ЄС є функціонально сумісними. Основним інструментом планування заходів, яких вжито для реалізації цього плану та впровадження елементів системи CNS/ATM, План конвергенції та імплементації LCIP для України, в якому було передбачено, серед інших, низка заходів, скоординованих на регіональному рівні.

Нами розглянуті вимоги до інтероперабельності між існуючими системами, складовими та пов'язаними з ними процедурами регіональної мережі управління та взаємодії окремих видів пасажирського транспорту. Враховуючи узагальнену схему управління процесом пасажирських перевезень в умовах взаємодії різних транспортних систем, що покладено в основу побудови системи управління (СУ), розглянуті основні вимоги до підсистем та елементів, що дозволяють ефективне функціонування СУ різних видів транспорту (табл. 1).

Вимоги до інтероперабельності між системами, складовими та пов'язаними процедурами регіональної мережі управління і взаємодії окремих видів пасажирського транспорту, враховують необхідні міжнародні та вітчизняні норми щодо технологічних процесів пасажирських перевезень, їх організації та управління.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку

Розглянемо умови управління при взаємодії різних видів транспорту. Враховуючи вимоги до узгоджених організації і управління процесом пасажирських перевезень, базою динамічної моделі пасажирських перевезень є дані про пасажиропотоки та кореспонденції. При формалізації процесу перевезень різними видами транспорту, застосовуються елементи теорії граф та розкладів, що дозволяють дослідити закономірності формування пасажиропотоків на транспортній мережі і в часі [8]. До особливостей формування пасажиропотоків слід віднести специфічність у відмінностях

структурної побудови граф та матриць транспортних зв'язків на пасажирських терміналах (аеропорт, автовокзал, залізнична станція тощо).

Таблиця 1 – Вимоги до систем регіональної мережі управління

Найменування системи	Зміст спеціальних вимог	Врахування національних вимог
Управління транспортом	Доступність транспортного простору	Вимоги щодо техніки безпеки
Управління транспортними потоками	Обмін інформацією щодо транспортного процесу	Вимоги щодо оптимального використання транспортного простору
Служби організації руху видів транспорту	Обробка даних транспортної роботи, нагляду та наявність інтерфейсу «користувач-машина»	Вимоги щодо тактичної корди-нації, інтероперабельності, покращання якості послуги
Диспетчерські служби видів транспорту	Тривалість, цілісність, доступність та безперервність обробки повідомлень	Вимоги щодо якості послуги, покриття та резервування
Системи та технології перевезень	Правильність та функціональні можливості для заданого середовища	Вимоги щодо узгодженого та затвердженого принципу експлуатації
Системи та процедури нагляду	Досягнення потрібних експлуатаційних параметрів у заданому середовищі	Вимоги щодо визначеності, покриття, радіусу дії та якості послуги
Служби довідкової інформації	Чітка та послідовна довідкова інформація для оперативного розпорядження	Вимоги щодо послідовного вдосконалення ефективності використання транспортного простору та транспортних вузлів
Служби метеорологічної інформації	Послідовність, швидкість надання та якість подання інформації	Вимоги щодо отримання даних в розпорядження та оперативного використання

Прогнозований обсяг пасажирів змушує приділяти більше уваги розподілу пасажиропотоків в часі та формуванню розкладів руху, що підтверджує доцільність застосування елементів теорії логістики пасажирських перевезень при взаємодії видів транспорту. Застосування логістичного підходу при взаємодії різних видів транспорту дозволяє визначити подальші напрями вдосконалення процесу транспортного обслуговування, особливо на завершальному етапі подорожі з пасажирських терміналів до місця призначення.

Література

1. Марунич В.С. Синергія технологій пасажирських перевезень в інтегрованих транспортних системах/ В.С. Марунич, І.М. Вакарчук, М.Г. Іщенко, В.С. Харута // Проблеми транспорту: Збірник наукових праць: Вип. 9. – К.: НТУ, 2012. – С. 43-47.

2. Про місцеве самоврядування. Закон України від 21.05.1997р. № 280/97-ВР. Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%D1%80. – Назва з екрану.

3. Про місцеві державні адміністрації. Закон України від 09.04.1999р. № 586-XIV. Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/586-14. – Назва з екрану.

4. Дмитрієв М.М. Концепція сітілогістики і пасажирські перевезення / М.М. Дмитрієв, Т.А. Воркут, І.Ф. Шпильовий, В.С. Марунич та інші // Вісник НТУ: Ч. 2. – К.: НТУ, 2012. Випуск 26. – С. 72-78.

5. Марунич В.С. Щодо логістичних технологій реалізації транспортного обслуговування ЄВРО-2012 / В.С. Марунич, І.М. Вакарчук // Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики: Збірник доповідей 11 Міжнародної науково-практичної конференції. – К.: МТЗУ, 2009. – С. 33-36.

6. Смоловик О.М. Застосування на пасажирському автомобільному транспорті логістичних технологій / О.М. Смоловик // Автошляховик України №3 (209), 2009. – С. 17-19.

7. Марунич В.С. Системний аналіз і логістика: [навч. посібник] / В.С. Марунич, О.І. Мельниченко, О.М. Смоловик, І.М. Вакарчук. – К: Арістей, 2008. – 254 с.

8. Левковець П.Р. Теорія граф і пасажирські перевезення / П.Р. Левковець, В.С. Марунич, О.М. Смоловик, І.М. Вакарчук // Автошляховик України. Окремий Випуск. – 2002. – №5. – С. 10-12.

Рецензенти:
Денисенко М.П., доктор економічних наук, Київський національний університет технологій та дизайну.
Левківський О.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет

Reviewers:
Denisenko M.P., Doctor of Economic Science, Kiev national university of technologies and design
Levkivskiy O.P., Doctor of Technical Sciences, National Transport University

Стаття надійшла до редакції: **18.05.2017 р.**

УДК 656.022.8

Король В.Ю.

ОБОСНОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ГРУЗОВЫХ ПАРТИЙ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ LCL (LESS THAN CONTAINER LOAD) ПЕРЕВОЗОК

Аннотация. В статье исследуется вопрос обоснования количественного состава грузовых партий при формировании сборных отправок в контейнерах, разработаны и сформулированы соответствующие теоретические и методические положения, а также математические модели.
Ключевые слова: контейнер, LCL (less than container load) перевозка, транспортно-экспедиторская деятельность, загрузка контейнера.

UDC 656.022.8

Korol V.

JUSTIFICATION OF THE QUANTITATIVE COMPOSITION OF CARGO PARTIES AT THE ORGANIZATION OF LCL (LESS THAN CONTAINER LOAD) TRANSPORTATIONS

Abstract. The article examines the question of justifying the quantitative composition of cargo parties in the formation of consolidated shipments in containers, developed and formulated the corresponding theoretical and methodological provisions, as well as mathematical models.
Keywords: container, LCL (less than container load) transportation, freight forwarding activities, container loading.

УДК 656.022.8

Король В.Ю.

ОБҐРУНТУВАННЯ КІЛЬКІСНОГО СКЛАДУ ВАНТАЖНИХ ПАРТІЙ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ LCL (LESS THAN CONTAINER LOAD) ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Анотація. У статті досліджується питання обґрунтування кількісного складу вантажних партій при формуванні збірних відправок в контейнерах, розроблені

та сформульовані відповідні теоретичні і методичні положення, а також математичні моделі.

Ключові слова: контейнер, LCL (Less than Container Load) перевезення, транспортно-експедиторська діяльність, завантаження контейнера.

Постановка проблемы в общем виде. Экономический рост любой страны невозможно сегодня представить без международной торговли. В ее транспортном обеспечении важную роль играют контейнерные перевозки. Организация таких перевозок практически не обходится без участия компаний, занимающихся транспортно-экспедиторской деятельностью (ТЭД). Одной из широко распространенных услуг, предоставляемых такими компаниями, является организация LCL (less than container load) перевозок. В процессе реализации LCL перевозок осуществляется доставка сборных грузов в составе консолидированного контейнера, в котором размещается небольшая партия груза одного клиента совместно с небольшими партиями грузов других отправителей. При этом оплата осуществляется не за контейнер в целом, а только за то место, которое занимает соответствующий груз. LCL перевозка является хорошим решением для небольших компаний, которые не нуждаются в аренде целого контейнера, а также выгодным направлением транспортного бизнеса для компаний, занимающихся ТЭД.

Одной из основных и весьма актуальных проблем экспедитора при организации LCL доставки является обоснование количественного состава грузовых партий при формировании загрузки контейнера сборными грузами различных клиентов транспортно-экспедиторской компании (ТЭК).

Анализ исследований и публикаций, в которых начато решение данной проблемы. Различным аспектам контейнерных перевозок и интермодальных технологий посвящены работы многих ученых. Состояние и использование технических средств перевозок грузов в контейнерах по железным дорогам Украины рассмотрены в работах [1, 2]. В этих публикациях с помощью теории массового обслуживания формализована технология следования контейнерных поездов. Разработан комплекс математических моделей следования контейнерных поездов с выполнением грузовых операций без отцепки вагонов. Предложен метод определения технического оснащения контейнерного терминала, который учитывает время нахождения контейнера и производительность соответствующих технических средств, обеспечивая тем

самым ускорение оборота контейнера. Проблемы, связанные с техническими и технологическими аспектами функционирования контейнерных терминалов, исследованы в публикациях [3, 4]. В одной из них [3] предложена методика оптимизации процессов управления перегрузочными средствами на контейнерных терминалах. В другой [4] – разработана система усовершенствования работы контейнерного терминала. Описанная технология обеспечивает упрощение работы для технического персонала терминала, сокращает время обработки контейнера и время его нахождения на терминале, ускоряет погрузочно-разгрузочные операции и процесс переоформления документов. Процессы организации и управления работой судов в контейнерных и паромных транспортно-технологических системах исследованы в трудах [5–7]. В публикации [5] разработана модель линейного целочисленного программирования, реализация которой позволяет обосновывать решения по оптимальному распределению контейнеропотоков между магистральными и фидерными линиями. Модель минимизирует расходы судовладельца, а ограничения учитывают специфику регулярной формы судоходства, структуру судоходной линии, технико-эксплуатационные особенности судов-контейнеровозов и транспортные характеристики грузов. В [6] сформулированы положения по обоснованию такой загрузки парома, которая обеспечивает его коммерчески целесообразную работу, а также учитывает возможность одновременного размещения на борту судна грузов различной номенклатуры и пассажиров. В [7] предложена математическая модель, которая позволяет оптимизировать композитную загрузку парома, учитывает его технико-эксплуатационные характеристики, целостность партии одного отправителя, возможность одновременного перемещения грузов вместе с сопровождающими пассажирами. При этом в вышеуказанных работах, к сожалению, не освещают вопросы сборных отправок контейнеризированных грузов, не уточняются, а, следовательно, не учитываются варианты использования средств транспортного оборудования (full container load, FCL или less than conteiner load, LCL) и вопросы формирования их загрузок.

Общим теоретическим и практическим вопросам транспортно-экспедиторского обслуживания предприятий и организаций, независимо от специфики экспедируемых грузов, посвящены работы [8–10]. В работе [8] изложены основные этапы развития транспортно-экспедиторского обслуживания (ТЭО) на Украине и за рубежом. Проведен анализ различных

форм ТЭО, рассмотрены тенденции развития, принципы создания, структура и функции ТЭК. Представлены методики выбора рациональной формы организации ТЭО и определения целесообразности использования железнодорожного и автомобильного видов транспорта. В публикации [9] разработана система для определения оптимального варианта ТЭО, в работе [10] предложена многоцелевая модель этой системы. Однако, к сожалению, в [9-10] не рассматривается перевозка грузов морским транспортом, а также не освещается специфика ТЭО грузов в контейнерах.

Обзор указанных выше информационных ресурсов показывает следующее: вопросы организации LCL перевозок также, как и вопросы обоснования рационального состава грузовых партий в загрузке каждого контейнера при формировании сборных отправок, не находят отражения в работах современных авторов и остаются за пределами внимания ученых; ТЭО контейнерных грузопотоков в целом, а также организации сборных отправок грузов вовсе не уделяется внимания в научных публикациях; в практике компаний, занимающихся организацией LCL перевозок, все задачи, связанные с обоснованием рационального состава грузовых партий в контейнере, решаются на основе опыта и интуиции экспедиторов, поскольку формализованные методы их решения отсутствуют. Таким образом, сравнительный анализ существующих научных работ и прикладных аспектов контейнерных перевозок, позволяет выявить и сформулировать противоречие между теорией и практикой. С одной стороны, LCL перевозки являются перспективными и конкурентоспособными. С другой, – полностью отсутствует соответствующее методическое обеспечение, позволяющее экспедиторам обосновывать решения, связанные с формированием загрузки консолидированных контейнеров. В связи с этим, актуальным является решение вопроса обоснования количественного состава грузовых партий при формировании загрузки контейнера сборными грузами при организации LCL доставки.

Цель и задачи исследования. Целью статьи является разработка технологий обоснования количественного состава грузовых партий в загрузке консолидированного контейнера при организации LCL (less than container load) перевозок. Для достижения цели в работе поставлены следующие задачи:

– сформулировать общую постановку задачи обоснования количественного состава грузовых партий в загрузке консолидированного контейнера;

– сформулировать частные варианты интерпретации этой задачи, отражающие производственные ситуации, чаще всего возникающие на практике между экспедитором и грузовладельцем;

– для каждой из локальных производственных задач разработать технологию решения, которая учитывает особенности ситуации и исходной информации о планируемой отправке.

Результаты и пояснения. Количество однородного груза при формировании загрузки контейнера целесообразно осуществлять по методике, традиционно используемой в практике эксплуатации флота и портов [11]. Суть методики применительно к формированию моно загрузки контейнера заключается в следующем:

– определение удельной грузовместимости контейнера типоразмера i (w^i):

$$w^i = \frac{W^i}{D^i} = \frac{W^i}{D^i_{брутто} - D^i_o}, \text{ м}^3/\text{т}, \quad (1)$$

где W^i – грузовместимость контейнера типоразмера i, м^3; D^i – грузоподъемность контейнера типоразмера i, т; $D^i_{брутто}$ – максимально допустимая (брутто) грузоподъемность контейнера типоразмера i, т; D^i_o – масса порожнем контейнера типоразмера i, т;

– определение удельного объема грузового места: $u_r = (l_r \cdot b_r \cdot h_r) : m_r$, м^3/т, где l_r, b_r, h_r, m_r – линейные размеры (длина, ширина, высота) грузового места, подлежащего консолидации, а также его масса;

– определение удельно-погрузочного объема (УПО) груза: $\overline{u_r} = u \cdot k^{укл}$, м^3/т, где $k^{укл}$ – коэффициент укладки, который учитывает особенности размещения грузовых мест в контейнере, образовавшиеся технологические пустоты между ними, сепарацию и т. п.;

– установление категории груза на основании сравнения его УПО и удельной грузовместимости контейнера:

а) для любого груза r, если его УПО ($\overline{u_r}$) меньше либо равен удельной грузовместимости контейнера (w^i), т. е. $\overline{u_r} \le w^i$, то груз является для данного средства транспортного оборудования «тяжелым» ($r \in R^m$). При данном условии ($\overline{u_r} \le w^i$) загрузку контейнера лимитирует его грузоподъемность (D^i). Таким образом, при формирования FCL (Full Container Load) отправки, количество

«тяжелого» груза (Q_r^m) в контейнере (с учетом массы самого груза (Q_r), массы тары (Q_r^{mapa}) и сепарационных материалов (Q^{cen})) соответствует его чистой грузоподъемности (D^i):

$$\forall r \in R((\overline{u_r} \le w^i \to r \in R^m) \Rightarrow (Q_r^m = Q_r + Q_r^{mapa} + Q^{cen} = D^i)), \quad (2)$$

где R – множество грузов, которое включает подмножества «тяжелых» (R^m) и «легких» ($R^л$) грузов, соответственно: $R = R^m \bigcup R^л$;

б) для любого груза r, если его УПО ($\overline{u_r}$) больше удельной грузовместимости контейнера (w^i), т.е. $\overline{u_r} > w^i$, то груз принадлежит к множеству «лёгких» грузов ($r \in R^л$). В этом случае полностью может быть использована только грузовместимость контейнера (W^i). Таким образом, при формирования FCL отправки количество «легкого» груза ($Q_r^л$) в загрузке контейнера определяется по формуле:

$$\forall r \in R((\overline{u_r} > w^i \to r \in R^л) \Rightarrow Q_r^л = \frac{W^i}{\overline{u_r}} \le D^i, \quad (3)$$

В случае организации LCL доставки в состав контейнера входят небольшие партии грузов, принадлежащие различным грузовладельцам – клиентам ТЭК. При этом процесс принятия решений по формированию загрузки контейнера значительно усложняется. Это актуализирует разработку технологии обоснования такого количественного состава грузовых партий в загрузке консолидированного контейнера, при котором максимально используются его технико-эксплуатационные характеристик (ТЭХ). Причем, это является актуальным не только для ТЭК, но и для клиентов. Поскольку от качества использования ТЭХ контейнера зависит величина расходов каждого клиента (R_r^K), «участвующего» своим грузом r в данной LCL отправке. Предлагается следующая постановка данной задачи в общем виде.

В ТЭК поступил предварительный запрос $k = \overline{1,K}$ от грузовладельца на предоставление соответствующих услуг по экспедиторскому обслуживанию груза r. Его УПО составляет $\overline{u_r}$, $м^3/т$. Предварительный запрос $k = \overline{1,K}$ грузовладельца содержит либо нефиксированную (свободную), либо фиксированную (твердую) информацию о количестве Q_r планируемого к перевозке груза $r \in \overline{1,R}$. В связи с этим на этапе обработки оферт, поступающих от разных грузовладельцев, до заключения с ними договора, экспедитор:

– может обсуждать с грузовладельцем возможное количество Q_r груза $r \in \overline{1,R}$ в партии, планируемой к отправке, для последующей фиксации данной информации в основной заявке и договоре на транспортное экспедирование;

– не может обсуждать с грузовладельцем размер грузовой партии Q_r, планируемой к отправке.

При рассмотрении запросов экспедитор планирует формирование сборной отправки грузовых партий в контейнере типоразмера i со следующими основными ТЭХ: D^i – грузоподъемность контейнера типоразмера i, m; W^i – грузовместимость контейнера типоразмера i, $м^3$.

Экспедитору необходимо обосновать количественный состав грузовых партий различных клиентов в загрузке консолидированного контейнера, при котором максимально будет использована его грузоподъемность ($D^i \rightarrow max$) и/или грузовместимость ($W^i \rightarrow max$).

В производственной деятельности компаний, предоставляющих транспортно-экспедиторские услуги (ТЭУ) по организации LCL перевозок, наиболее частыми являются следующие типовые практические ситуации, отражающие конкретные условия относительно планируемой отправки:

Вариант 1 характеризуется тем, что совокупность предварительных запросов ($k = \overline{1,\mathrm{K}} = \overline{1,2}$), поступивших экспедитору от различных грузовладельцев, содержит информацию о двух грузовых партиях ($r = \overline{1,R} = \overline{1,2}$, $R = R^m \bigcup R^л$). Причем размеры партий не зафиксированы, а, следовательно, подлежат обсуждению.

Вариант 2 характеризуется тем, что совокупность предварительных запросов ($k = \overline{1,\mathrm{K}} = \overline{1,2}$), поступивших экспедитору от различных грузовладельцев, также содержит информацию о двух грузовых партиях ($r = \overline{1,R} = \overline{1,2}$). Однако, при этом размер одной партии строго зафиксирован, а второй – подлежит обсуждению.

Вариант 3 характеризуется тем, что совокупность предварительных запросов ($k = \overline{1,K}$, $K > 2$), поступивших от различных грузовладельцев, содержит информацию о более, чем двух партиях ($r = \overline{1,R}$; $R > 2$). Причем, размеры всех партий ($r = \overline{1,R}$; $R > 2$) в рассматриваемой совокупности запросов ($k = \overline{1,K}$, $K > 2$) не зафиксированы и могут согласовываться с грузовладельцами.

Вариант 4 также характеризуется тем, что совокупность предварительных запросов ($k = \overline{1,K}$, $K > 2$) содержит информацию о более, чем двух грузовых

партиях ($r = \overline{1,R}$; $R > 2$). Однако, при этом размеры всех грузовых партий ($r = \overline{1,R}$; $R > 2$) в рассматриваемой совокупности запросов ($k = \overline{1,K}$, $K > 2$) строго зафиксированы и не подлежат обсуждению с грузовладельцем.

Предлагается конкретизировать общую постановку задачи для каждой из приведенных производственных ситуаций и предложить конкретную технологию решения для каждой из них.

Для **варианта 1** сформулированная выше постановка задачи конкретизируется следующим образом. В ТЭК поступило два предварительных запроса ($k = \overline{1,K} = \overline{1,2}$) от различных грузовладельцев на ТЭО грузов r ($r = \overline{1,R} = \overline{1,2}$, $R = R^m \cup R^n$): груз 1 ($r = 1$) является «тяжелым» ($r \in R^m$), его УПО ($\overline{u_r}$) составляет $\overline{u_r} = \overline{u_1^m}$, *м*^{3}/*т*; груз 2 ($r = 2$) является «легким» ($r \in R^n$), его УПО ($\overline{u_r}$) составляет $\overline{u_r} = \overline{u_2^n}$, *м*^{3}/*т*.

По предварительной информации грузовладельцев, оба запроса содержат нефиксированную информацию о количестве Q_r планируемого к перевозке груза $r = \overline{1,R} = \overline{1,2}$, т.е. в процессе переговоров размер партии Q_r может согласовываться и уточняться. Экспедитору необходимо определить количественный состав сборной отправки грузов по рассматриваемым запросам. Полученные результаты решения задачи являются ориентиром для проведения последующих переговоров с грузовладельцами о размерах грузовых партий.

В рассмотренном случае для максимального использования ТЭХ консолидированного контейнера целесообразно воспользоваться подходом, который применяется в практике эксплуатации флота при формировании композитной загрузки судна [11]. На основании данного подхода предлагается решать следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} Q_r^m + Q_r^n = D^i; \\ Q_r^m \cdot \overline{u_r^m} + Q_r^n \cdot \overline{u_r^n} = W^i. \end{cases} \quad (4)$$

Данная систем уравнений (4) базируются на следующих условиях:

– суммарная масса всех грузов, предъявленных к перевозке клиентами ТЭК, должна быть равна грузоподъемности контейнера:

$$\sum_{r=1}^{R=R^m \cup R^n} Q_r = Q_1 + Q_2 = D^i; \quad (5)$$

– суммарный объем всех грузов должен быть равен грузовместимости контейнера:

$$\sum_{r=1}^{R=R^m \cup R^л} (Q_r \cdot \overline{u_r}) = Q_1 \cdot \overline{u_1} + Q_2 \cdot \overline{u_2} = W^i . \quad (6)$$

Таким образом, в рассматриваемом варианте 1 количество грузов ($Q_r^m = X_1^m - ?$, $Q_r^л = X_2^л - ?$) целесообразно определять в результате решения системы уравнений (4), которая содержит две неизвестные переменные:

$$\begin{cases} X_1^m + X_2^л = D^i ; \\ X_1^m \cdot \overline{u_1^m} + X_2^л \cdot \overline{u_2^л} = W^i ; \end{cases} \quad (7)$$

$$X_2^л = D^i - X_1^m ; \quad (8)$$

$$X_1^m \cdot \overline{u_1^m} + (D^i - X_1^m) \cdot \overline{u_2^л} = W^i ; \; X_1^m \cdot (\overline{u_1^m} - \overline{u_2^л}) + D^i \cdot \overline{u_2^л} = W^i ; \; X_1^m = \frac{W^i - D^i \cdot \overline{u_2^л}}{(\overline{u_1^m} - \overline{u_2^л})} . \quad (9)$$

В результате решения системы уравнений (7), определяем искомый размер партии «тяжелого» груза $X_1^m = Q_1^m$ (9), подставляем его значение в (8) и устанавливает размер партии «легкого» груза $X_2^л = Q_2^л$.

Сформулированная выше постановка задачи для **варианта 2** конкретизируется следующим образом. Аналогично рассмотренному выше варианту 1, в ТЭК поступило два предварительных запроса ($k = \overline{1,K} = \overline{1,2}$) от различных грузовладельцев на ТЭО грузов r ($r = \overline{1,R} = \overline{1,2}$, $R = R^m \cup R^л$). Один из грузов является «тяжелым» ($r = 1, r \in R^m, \overline{u_r} = \overline{u_1^m}$), другой – «легким» ($r = 2, r \in R^л$, $\overline{u_r} = \overline{u_2^л}$). При этом, один из запросов содержит фиксированную информацию относительно размера грузовой партии (Q_r), планируемой к перевозке, а другой – ориентировочную ($\approx Q_r = X_r - ?$) и подлежит согласованию. Экспедитору необходимо определить количество не зафиксированного в запросе груза ($\approx Q_r = X_r - ?$), при котором максимально будет использована грузоподъемность и/или грузовместимость контейнера. Таким образом, в процессе последующих переговоров может согласовываться размер только одной из партий. Ее величину предлагается устанавливать, исходя из упомянутого выше подхода [11]. При этом, если в запросе грузовладельца фиксируется количество «тяжелого» груза ($Q_r^m = Q_1^m$), а количество «легкого» ($Q_r^л = X_2^л - ?$) подлежит определению, то рассмотренная система уравнений (4) для данной производственной ситуации приобретает следующий вид:

$$\begin{cases} Q_1^m + X_2^л = D^i ; \\ Q_1^m \cdot \overline{u_1^m} + X_2^л \cdot \overline{u_2^л} = W^i . \end{cases} \quad (10)$$

Количество же «легкого» груза ($Q_r^л = X_2^л - ?$) при этом следует определять, исходя из второго уравнения, представленной системы (10):

$$X_2^л = \frac{W^i - Q_1^m \cdot \overline{u_1^m}}{\overline{u_2^л}}. \quad (11)$$

В свою очередь, первое уравнение системы (10) следует использовать для проверки качества использования грузоподъемности контейнера:

$$\alpha^i = \frac{Q_1^m + X_2^л}{D^i}, \quad (12)$$

где α^i - коэффициент использования грузоподъемности контейнера.

Наряду с этим, следует проверять и качество использования грузовместимости контейнера. В данном случае грузовместимость должна быть использована полностью, а значение соответствующего показателя (k_W^i) должно быть равным 1, т.е. составлять 100 %:

$$k_W^i = \frac{Q_1^m \cdot \overline{u_1^m} + X_2^л \cdot \overline{u_2^л}}{W^i} = 1 \ \ (100\%), \quad (13)$$

где k_W^i – коэффициента использования грузовместимости контейнера.

В свою очередь, если в запросе грузовладельца фиксируется количество «легкого» груза ($Q_r^л = Q_2^л$), а количество «тяжелого» ($Q_r^m = X_1^m - ?$) подлежит определению, то рассмотренная система уравнений (4) для данной производственной ситуации приобретает следующий вид:

$$\begin{cases} X_1^m + Q_2^л = D^i; \\ X_1^m \cdot \overline{u_1^m} + Q_2^л \cdot \overline{u_2^л} = W^i. \end{cases} \quad (14)$$

Количество «тяжелого» груза ($Q_r^m = X_1^m - ?$), в свою очередь, следует определять, исходя из первого уравнения, представленной системы (14):

$$X_1^m = D^i - Q_2^л. \quad (15)$$

Второе уравнение системы (14) при этом следует использовать для проверки качества использования грузовместимости контейнера:

$$k_W^i = \frac{X_1^m \cdot \overline{u_1^m} + Q_2^л \cdot \overline{u_2^л}}{W^i} = 1 \ \ (100\%). \quad (16)$$

Также рекомендуется проверять и качество использования грузоподъемности контейнера, которая в этом случае должна быть использована полностью, а величина соответствующего показателя (α^i) должна быть равной 1, т.е. составлять 100 %:

$$\alpha^i = \frac{X_1^m + Q_2^л}{D^i} = 1\ (100\%) \quad . \qquad (17)$$

Сформулированная выше постановка задачи для **варианта 3** конкретизируется следующим образом. В ТЭК поступило более двух запросов ($k = \overline{1,K}$, $K > 2$) от различных грузовладельцев на предоставление услуг по ТЭО грузов r ($r = \overline{1,R}, R = R^m \cup R^л$, $R > 2$): некоторые грузы являются «тяжелым» ($r = \overline{1,(r-1)}, r \in R^m$), УПО этих грузов составляют: $\overline{u_1^m}$, $\overline{u_2^m}$, …, $\overline{u_{r-1}^m}$, $м^3/т$; некоторые грузы являются «легким» ($r = \overline{r,R}$, $r \in R^л$), УПО этих грузов составляют: $\overline{u_r^л}$, …, $\overline{u_{R^л}^л}$, $м^3/т$.

Все запросы содержат незафиксированную информацию о количестве планируемого к перевозке груза, т.е. в процессе переговоров, размеры всех партий могут согласовываться и уточняться. Экспедитору необходимо определить количественный состав сборной отправки грузов по полученным предварительным запросам.

Для реализации сформулированной задачи предлагается следующая математическая модель с последовательно формализованными целевой функцией и ограничениями. Целевая функция (18) максимизирует количество всех грузов по массе в загрузке консолидированного контейнера:

$$Z = \sum_{r=1}^{R=R^m \cup R^л} X_r = \sum_{r=1}^{R=R^m} X_r^m + \sum_{r=1}^{R=R^л} X_r^л \to max \quad (r = \overline{1,R}; R = R^m \cup R^л). \qquad (18)$$

На усмотрение лица, принимающего решение (ЛПР), качество выполнения задачи по планированию сборной отправки может характеризовать и целевая функция, находящая экстремум суммарного количества грузов по объему:

$$Z = \sum_{r=1}^{R=R^m \cup R^л} (X_r \cdot \overline{u_r}) = \sum_{r=1}^{R=R^m} (X_r^m \cdot \overline{u_r^m}) + \sum_{r=1}^{R=R^л} (X_r^л \cdot \overline{u_r^л}) \to max \quad (r = \overline{1,R}; R = R^m \cup R^л). \qquad (19)$$

Система ограничений задачи представлена следующими уравнениями и неравенствами:

– ограничение (20) обеспечивает полное использование грузоподъемности контейнера при формировании сборной отправки. Запись данного ограничения в виде уравнения имеет смысл только при условии, что размеры всех грузовых партий в предварительных запросах грузовладельцев строго не зафиксированы, а, следовательно, могут согласовываться с ними:

$$\sum_{r=1}^{R=R^m} X_r^m + \sum_{r=1}^{R=R^л} X_r^л = D^i \quad (i=\overline{1,I}); \tag{20}$$

- ограничение (21) обеспечивает полное использование грузовместимости контейнера при планировании сборной отправки. Запись данного ограничения в виде уравнения также имеет смысл только при условии, которое конкретизировано в постановке задачи для варианта 3:

$$\sum_{r=1}^{R=R^m} (X_r^m \cdot \overline{u_r^m}) + \sum_{r=1}^{R=R^л} (X_r^л \cdot \overline{u_r^л}) = W^i \quad (i=\overline{1,I}); \tag{21}$$

- ограничения (22) отражают тот факт, что переменные задачи не могут принимать отрицательные значения вследствие физической сути:

$$X_r^m \geq 0;\ X_r^л \geq 0 \ (r=\overline{1,R};\ R=R^m \cup R^л), \tag{22}$$

где X_r – параметр управления, подлежащий оптимизации, Он отражает рекомендуемое грузовладельцам количество грузов в парии, с разбивкой на «тяжелые» (X_r^m) и «легкие» ($X_r^л$) грузы.

Задача, сформулированная выше в общей постановке, для **варианта 4** конкретизируется следующим образом. Аналогично предыдущему варианту 3, в ТЭК поступило более двух предварительных запросов ($k=\overline{1,K}$, $K > 2$) от различных грузовладельцев на предоставление услуг по экспедиторскому обслуживанию грузов r ($(i=\overline{1,I})$, $R=R^m \cup R^л$, $R > 2$):

Некоторые партии характеризуются «тяжелыми» грузами ($r=\overline{1,(r-1)}$, $r \in R^m$, $\overline{u_r}=\overline{u_1^m}$), некоторые – «легкими» ($r=\overline{r,R}$, $r \in R^л$, $\overline{u_r}=\overline{u_2^л}$). Причем, ряд запросов содержат фиксированную информацию относительно размера партии Q_r, планируемой к перевозке. Другая же часть запросов включает ориентировочные данные относительно количества груза ($\approx Q_r$).

Экспедитору необходимо определить размеры не зафиксированных в запросах грузовых партий ($\approx Q_r = X_r$ - ?), при максимальном использовании грузоподъемности ($D^i \rightarrow max$) и/или грузовместимости ($W^i \rightarrow max$) контейнера типоразмера i.

Таким образом, размеры грузовых партий, которые могут согласовываться в процессе последующих переговоров с грузовладельцем, определяются в результате реализации предложенной ниже математической модели (23)–(27). Модель представлена следующей совокупностью математических соотношений, описывающих суть решаемой задачи.

Целевая функция (23) максимизирует загрузку контейнера по его грузоподъемности с учетом тех грузов, количество которых строго зафиксировано в предварительных запросах клиентов.

$$Z = \sum_{r=1}^{R=R^m \cup R^л} Q_r + \sum_{r=1}^{R=R^m \cup R^л} X_r = \left[\sum_{r=1}^{R=R^m} Q_r^m + \sum_{r=1}^{R=R^л} Q_r^л \right] + \left[\sum_{r=1}^{R=R^m} X_r^m + \sum_{r=1}^{R=R^л} X_r^л \right] \to \max \quad (23)$$

$$(r = \overline{1,R}; R = R^m \cup R^л).$$

На усмотрение ЛПР, в качестве критерия оптимальности может быть также принята загрузка контейнера по его грузовместимости, которую необходимо максимизировать. При этом также следует учитывать грузы, количество которых зафиксировано в предварительных запросах грузовладельцев (первое слагаемое (24)).

$$Z = \sum_{r=1}^{R=R^m \cup R^л} Q_r \cdot \overline{u_r} + \sum_{r=1}^{R=R^m \cup R^л} X_r \cdot \overline{u_r} =$$

$$= \left[\sum_{r=1}^{R=R^m} Q_r^m \cdot \overline{u_r^m} + \sum_{r=1}^{R=R^л} Q_r^л \cdot \overline{u_r^л} \right] + \left[\sum_{r=1}^{R=R^m} X_r^m \cdot \overline{u_r^m} + \sum_{r=1}^{R=R^л} X_r^л \cdot \overline{u_r^л} \right] \to \max \quad (24)$$

$$(r = \overline{1,R}; R = R^m \cup R^л).$$

Система ограничений представлена следующими неравенствами:

– ограничение по грузоподъемности контейнера (25) обеспечивает такие размеры не зафиксированных партий, которые не превышают грузоподъемность контейнера с учетом грузов, количество которых строго оговорено в запросах:

$$\sum_{r=1}^{R=R^m} X_r^m + \sum_{r=1}^{R=R^л} X_r^л \le D^i - \left[\sum_{r=1}^{R=R^m} Q_r^m + \sum_{r=1}^{R=R^л} Q_r^л \right] (i = \overline{1,I}; R = R^m \cup R^л); \quad (25)$$

– ограничение по грузовместимости контейнера (26) обеспечивает формирование сборной отправки, при которой размеры не зафиксированных в запросах партий, не превышают грузовместимость контейнера за вычетом количества грузов, не подлежащих согласованию:

$$\sum_{r=1}^{R=R^m} (X_r^m \cdot \overline{u_r^m}) + \sum_{r=1}^{R=R^л} (X_r^л \cdot \overline{u_r^л}) \le W^i - \left[\sum_{r=1}^{R=R^m} (Q_r^m \cdot \overline{u_r^m}) + \sum_{r=1}^{R=R^л} (Q_r^л \cdot \overline{u_r^л}) \right] (i = \overline{1,I}; R = R^m \cup R^л); \quad (26)$$

– ограничения (27) – условия неотрицательности переменных:

$$X_r^m \ge 0; \; X_r^л \ge 0 \; (r = \overline{1,R}; R = R^m \cup R^л). \quad (27)$$

Выводы

Разработанные теоретические и методические положения, а также математические модели, с одной стороны, представляют научный интерес и

способствуют развитию теории транспортных процессов и систем. С другой - имеют прикладную направленность и представляют практический интерес для транспортных компаний (автотранспортных, судоходных, стивидорных, экспедиторских и т.п.), оказывающих транспортно-экспедиторские услуги в соответствии с законодательством Украины. Внедрение сформулированных положений обеспечит повышение эффективности производственной деятельности этих компаний и позволит осуществлять рациональное транспортно-экспедиторское обслуживания систем доставки контейнеризированных грузов в региональном, межрегиональном и международном сообщениях.

Література

1. Котенко А. М., Шевченко В. І. Математичні моделі та удосконалення технологій перевезення вантажів в універсальних контейнерах // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2007. №4/5(28). С. 31-35.

2. Шевченко В. І., Шилаєв П. С., Котенко А. М. Удосконалення технології перевезення вантажів в універсальних контейнерах // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2007. №6/5(30). С. 12-17.

3. Данько М. І., Крячко В. І., Крячко К. В. Оптимізація управління перевантажувальними засобами на контейнерних терміналах // Зб. наук. пр. – Харків: УкрДАЗТ. 2004. Вип. 62. С. 37-45.

4. Лаврухін О. В., Немировський Б. М. Удосконалення технології роботи контейнерних терміналів на основі впровадження інтелектуальних передових технологій // Транспортні системи та технології перевезень: зб. наук. праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. – Харків: ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. 2017. № 13. С. 46-51. DOI: https://doi.org/10.15802/tstt2017/110768.

5. Кириллова Е.В. До питання обґрунтування розподілу контейнеропотоків між суднами, обслуговуючими магістрально-фідерні лінії // Науковий вісник Херсонської державної морської академії: науковий журнал. – Херсон: Херсонська державна морська академія. 2014. № 2 (11). С. 55-68. - ISSN 2313-4763.

6. Kirillova Ye. V., Meleshenko Ye. S. Justification of Financial Safety Analysis Approach in Cargo-and-Passenger Ferry Operations Management // Transport and Telecommunication Journal. Riga : Transport and telecommunication institute (TSI). 2014. Vol. 15, Issue 2. pp. 111-119. DOI : 10.2478/ttj-2014-0010.

7. Kirillova Ye., Meleshenko Ye. Development of an economic and mathematical model of loading a freight and passenger ferry // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2016. № 3(4). С. 28-37. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.71215.

8. Нагорний Є. В., Черниш Н. Ю. Транспортно-експедиційне обслуговування підприємств та організацій в умовах ринку. – Харків: ХНАДУ. 2002. 358 с.

9. Павленко О.В. Розробка системи для визначення оптимального варіанту транспортно-експедиційного обслуговування // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Харьков. 2007. № 6 (30). С. 25-28.

10. Павленко О.В. Аналіз ефективності багатоцільової моделі системи транспортно-експедиційного обслуговування // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков. 2008. № 5/5 (35). С. 30-32.

11. Бакаев В.Г. Эксплуатация морского флота / В.Г. Бакаев. – М.: Транспорт. 1965. 560 с.

Рецензенти:
Мішутін А.В., д-р техн. наук, ОДАБА (Одеса)
Безуглий А.О, канд. економ. наук, заступник директора ДП “ДерждорНДІ” (Київ)

Reviewers:
Mishutin A.V., Dr.Tech.Sci., OSACEA (Odesa)
Bezuglyi A.M., Ph.D., Deputy Director of “DerzhdorNDI” (Kyiv)

Стаття надійшла до редакції: **01.09.2017 р**.

УДК 656.073

Мельниченко О.І., канд. техн. наук, **Чечет А.М., Магомаєв Ю.М.**

ПЕРЕДУМОВИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОГРАМИ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ МІСТ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТРАНСПОРТОМ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ

Аннотация. В статті розглянуті основні проблеми пасажирських перевезень транспортом загального користування в контексті розроблення структури проектів регіональної програми розвитку раціональної роботи транспортної системи міст щодо покращення надання якості транспортних послуг.

Об’єкт дослідження – пасажирські перевезення транспортом загального користування.

Мета роботи – виокремити основні фактори проблемної ситуації транспортних систем міст та сформувати структуру проектів регіональної програми розвитку транспорту загального користування.

Аналіз проведених досліджень дозволив побудувати «дерево проблем» при організації транспортних систем міст. Головною проблемою, яку необхідно вирішити, є неефективне функціонування пасажирського автомобільного транспорту по задоволенню потреб населення у перевезеннях транспортної системи міст, що викликано як постійним збільшенням пасажиропотоків, так і не задоволення потреб населення якістю транспортних послуг.

Одним з найважливіших напрямків процесу організації пасажирських перевезень є підвищення якості надання транспортних послуг, яке на сьогоднішній день здійснюється за допомогою управління проектами.

Управління проектами в пасажирських перевезеннях для покращення якості перевезень можуть бути розроблені проекти, програми розвитку міського пасажирського транспорту, програми розвитку транспортного комплексу міст, інфраструктурні проекти в галузях автомобільного та міського транспорту, а саме проект «Міський громадський транспорт в Україні» над яким Міністерство інфраструктури продовжує плідну роботу із міжнародними фінансовими організаціями стосовно залучення коштів для фінансування проектів із розвитку міського пасажирського транспорту. Метою даних програм та проектів є

впровадження конкурентних умов пасажирських перевезень у містах, які безпосередньо впливають на якість обслуговування.
Спеціалісти у сфері проектного менеджменту вважають, що якість розробки проектів та програм і неухильне проведення контролю за їхнім виконанням безперечно запобігають неналежному задоволенню потреб споживачів транспортних послуг.
Тому доцільним розробити та виокремити проекти, які забезпечать раціональну роботу транспортної системи міст транспортом загального користування.
Результати статті можуть бути використані в подальших наукових дослідженнях.
Ключевые слова: проект, програма, пасажирські перевезення, надання транспортних послуг, транспортна система.

UDC 656.073

Melnychenko O., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Chechet A., Magomaev Yu.**

PRECAUTIONS FOR IMPLEMENTATION OF THE PROGRAM OF DEVELOPMENT OF TRANSPORT SYSTEMS OF THE CITY OF PASSENGER TRANSPORTATION BY GENERAL USE

Abstract. The article deals with the main problems of passenger transportation by public transport in the context of developing the structure of projects of a regional program for the rational operation of the transport system of cities in order to improve the quality of transport services.
The object of research – passenger transportation by public transport.
The purpose of the work is to identify the main factors of the problem situation of the transport systems of cities and to form the structure of projects of the regional program of development of public transport.
The analysis of the conducted research allowed to construct a tree of problems in the organization of transport systems of cities. The main problem to be solved is the inefficient functioning of passenger motor transport to meet the needs of the population in the transportation of the urban transport system, which is due to the continuous increase in passenger traffic and the lack of satisfaction of the needs of the population by the quality of transport services.

One of the most important trends in the organization of passenger transportation is the improvement of the quality of transport services, which is currently being implemented through project management.

Project management in passenger transport to improve the quality of transportation may be developed projects, programs for the development of urban passenger transport, programs for the development of the transport complex of cities, infrastructure projects in the areas of automobile and urban transport, namely the project "Urban Public Transport in Ukraine" over which the Ministry of Infrastructure continues fruitful work with international financial institutions in attracting funds to finance urban passenger development projects of transport. The purpose of these programs and projects is to introduce competitive conditions for passenger transportation in cities that have a direct impact on the quality of service.

Specialists in the field of project management believe that the quality of project and program development and the steady control over their implementation undoubtedly prevent improper satisfaction of the needs of transport services users.

Therefore, it is expedient to develop and design projects that will ensure the rational operation of the transport system of cities by public transport.

The results of the article can be used in further research.

Keywords: draft, program, passenger transportation, transport services, transportation system.

УДК 656.073

Мельниченко А. И., канд. техн. наук, **Чечет А.М., Магомаев Ю.М.**

ПРЕДПОСЫЛКИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ГОРОДОВ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК ТРАНСПОРТОМ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Анотація. В статье рассмотрены основные проблемы пассажирских перевозок транспортом общего пользования в контексте разработки структуры проектов региональной программы развития рациональной работы транспортной системы городов по улучшению предоставления качества транспортных услуг.

Объект исследования – пассажирские перевозки транспортом общего пользования.

Цель работы – выделить основные факторы проблемной ситуации транспортных систем городов и сформировать структуру проектов региональной программы развития транспорта общего пользования.

Анализ проведенных исследований позволил построить «дерево проблем» при организации транспортных систем городов. Главной проблемой, которую необходимо решить, является неэффективное функционирование пассажирского автомобильного транспорта по удовлетворению потребностей населения в перевозках транспортной системы городов, вызвано как постоянным увеличением пассажиропотоков, так и не удовлетворение потребностей населения качеством транспортных услуг.

Одним из важнейших направлений процесса организации пассажирских перевозок является повышение качества предоставления транспортных услуг, которое на сегодняшний день осуществляется с помощью управления проектами.

Управление проектами в пассажирских перевозках для улучшения качества перевозок могут быть разработаны проекты, программы развития городского пассажирского транспорта, программы развития транспортного комплекса городов, инфраструктурные проекты в области автомобильного транспорта, а именно проект «Городской общественный транспорт в Украине» над которым Министерство инфраструктуры продолжает плодотворную работу с международными финансовыми организациями по привлечению средств для финансирование проектов по развитию городского пассажирского в транспорта. Целью данных программ и проектов является внедрение конкурентных условий пассажирских перевозок в городах, которые непосредственно влияют на качество обслуживания.

Специалисты в сфере проектного менеджмента считают, что качество разработки проектов и программ и неуклонное проведение контроля за их выполнением бесспорно предотвращают ненадлежащем удовлетворению потребностей потребителей транспортных услуг.

Поэтому целесообразно разработать и выделить проекты, которые обеспечат рациональное работу транспортной системы городов транспортом общего пользования.

Результаты статьи могут быть использованы в дальнейших научных исследованиях.

Ключові слова: проект, программа, пассажирские перевозки, предоставление транспортных услуг, транспортная система.

Постановка проблеми. Автомобільний транспорт є складовою частиною єдиної транспортної системи України, і його успішне функціонування багато в чому залежить від координації роботи. Саме цей вид транспорту в України є основним транспортом для поїздок на короткі та середні відстані. Він являє собою одну з найбільших галузей народного господарства зі складною та різноманітною технікою, технологією, а також специфічною організацією і системою управління. Пасажирський транспорт є найважливішою складовою соціальної інфраструктури великого міста. Стійка і ефективна робота транспорту є необхідною умовою стабілізації та підйому економіки, поліпшення умов і рівня життя населення [1].

З проблемами міського пасажирського транспорту на сьогодні стикаються як у великих, так і в малих містах України, зокрема формування проектів з організації пасажирських перевезень здійснюється органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, а також перевізниками. Організація пасажирських перевезень в кожному місті вирішується по-різному.

Система міського пасажирського транспорту займає особливе місце в загальній структурі пасажирського транспорту, що пояснюється підвищенням ролі міст у житті суспільства, обумовленого розподілом праці та концентрацією виробництва. Зміни в житті України призвели до значної модифікації структури потреб населення в перевезеннях і перебудові маршрутних систем більшості міст України. У той же час прийняття рішень про зміну маршрутних систем являє собою складну науково-практичну задачу та має величезне соціальне й економічне значення.

Метою міської політики в сфері міських пасажирських перевезень є стійке і ефективне функціонування пасажирського автомобільного транспорту по задоволенню потреб населення у безпечних та якісних транспортних послугах.

Транспортний процес пасажирських перевезень залежить від побудови, досконалості маршрутної системи міста, а також стану організації та управління безпосереднім переміщенням нею задіяного рухомого складу.

Значну роль у вирішенні питань щодо розробки та побудови в галузі підвищення ефективності функціонування міського пасажирського транспорту ведуться як в Україні, так і за кордоном. У цьому напрямку мають розробки такі

вчені як: Л.Л. Афанасьєва, М.О. Брайловський, Т.В. Бутко, А.І. Воркут, Е.В. Гаврилов, М.Я. Говорущенко, Б.І. Грановський, В.К. Доля, Г.А. Заблоцькій, О.С. Ігнатенко, В.М. Кобозев, О.Я. Коцюк, О.П. Лопатин, Л.Б. Міротіна, Г.І. Нечаєв, Д.С. Самойлов, Є.А. Сафронов, М.С. Фішельсон, В.Ф. Штанов, D. Hasselstroem, C. Mandl, H. Nebelung, H. Sonntag та ін.

Питанням вибору місткості та технічній компоновці автобусів для роботи на міських маршруті присвячено [2].

Автори О.С. Ігнатенко та В.К. Доля, [3, 4] у своїх роботах розглянули проблемам технології та організації автобусних перевезень пасажирів у містах. Вони наводять методи й технології міських пасажирських перевезень, а також методики удосконалення рівня транспортного обслуговування населення враховуючи управління технологічними процесами.

Підвищенню ефективності якості транспортних послуг в умовах планової економіки присвячено роботи А.І. Воркута та Л.Б. Міротіна. Зокрема ці та інші дослідники запропонували основні показники якості транспортного обслуговування пасажирів міського пасажирського транспорту, а саме: комфортабельність транспортного пересування, доступні тарифи, безпека поїздки, наповненість транспортних засобів пасажирами, зменшення затрат часу на перевезення, тощо. Нажаль, але не всі розробки були втілені у реальне життя міст, адже це пояснюється складністю задачі, відсутністю ресурсів транспортних засобів та відповідного контролю.

Значна увага приділялась вдосконаленню автобусних маршрутних систем та дослідженням формування пасажиропотоків дане питання розглядали та удосконалювали такі науковців, як О.Я. Коцюк та Д.С. Самойлов, це питання є важливим, оскільки на їх основі вирішують задачі організації перевезень у практичній діяльності [5]. Підвищення рівня якості пасажирських перевезень приділяється таким основним напрямкам, як удосконалення маршрутизації, який включає в себе проектуванню нових та коригуванню існуючих мереж.

Науковці [6, 7] оцінюють організацію роботи транспорту декількома основними категоріями, такими як: безпека руху, витрати часу на пересування, комфорт поза транспортними потребами в часі та просторі та у транспортних засобах.

Віддаючи належне науковим досягненням у галузі розвитку транспортних систем міст, слід вказати, що питання щодо задоволення потреб населення

якістю транспортних послуг в межах міської транспортної мережі у сучасних ринкових умовах потребують подальших наукових досліджень.

Аналіз проведених досліджень дозволив побудувати «дерево проблем» при організації транспортних систем міст. Головною проблемою, яку необхідно вирішити, є неефективне функціонування пасажирського автомобільного транспорту по задоволенню потреб населення у перевезеннях транспортної системи міст, що викликано як постійним збільшенням пасажиропотоків, так і не задоволення потреб населення якістю транспортних послуг.

Основні фактори проблемної ситуації транспортних систем міст представлені в «дереві проблем» на рис. 1.

У науковій роботі Васильєва В.В. [8] проаналізовано та розглянуто основні проблеми конкурентоспроможності пасажирського транспорту. Вчений відзначає, що одним із найважливіших напрямів забезпечення стійкості автотранспортних підприємств і конкурентоспроможності надання пасажирських послуг – підвищення комфортності для пасажирів та привабливості вибору транспорту.

В сучасних умовах і найближчому майбутньому показником соціальної ефективності функціонування підприємств міського пасажирського транспорту повинна виступати якість послуг, що надаються, на основі прийнятних для споживачів тарифів [9]. Стратегія розвитку міського громадського транспорту повинна бути спрямована на досягнення високої економічної ефективності роботи вітчизняних транспортних підприємств, зростання якості перевезень та забезпечення екологічної безпеки міст.

Сучасний стан міського пасажирського транспорту є кризовим, що негативно позначається на якості транспортних послуг. З кожним роком якість транспортного обслуговування населення міст погіршується. Високий рівень фізичного і морального зносу основних фондів міського транспорту, зокрема рухомого складу, суттєво знижують рівень якості перевезень. Збитковість, низька інвестиційна привабливість, невизначеність джерел фінансування інноваційного оновлення технічної бази громадського транспорту не дозволяють повною мірою задовольнити транспортні потреби населення міст та призводять до зниження рівня безпеки перевезення пасажирів. Якісний рівень транспортного обслуговування відстає від вимог населення.

Однією з головних стратегічних цілей транспортних підприємств міського пасажирського транспорту на сучасному етапі є забезпечення населення високоякісними транспортними послугами.

До основних проблем, з якими стикнулися транспортні підприємства при роботі в ринкових умовах є: 1) нерегульована конкуренція; 2) сильне податкове навантаження; 3) недосконала система державного замовлення; 4) недостатність стабільного фінансування.

Головною проблемою транспортних підприємств малих міст є те, що в продовж багатьох років не поводять обстеження пасажиропотоків, фактично сьогодні неможливо науково обґрунтовано розрахувати кількість маршрутів, кількість рухомого складу на маршрутах та ін. Проте вирішення цієї проблеми вимагає значних фінансових витрат, оскільки почати доведеться з обстеження пасажиропотоків, а це процедура дорога та складна.

Автотранспортні підприємства мають ряд негативних факторів, через які вони не можуть конкурувати на ринку транспортних послуг: застарілий рухомий склад, низька якість наданих послуг, високий рівень витрат при наданні послуг, відсутність системи управління просуванням послуг на ринок.

Для підвищення якості перевезень міським громадським транспортом необхідно забезпечити впровадження та функціонування на підприємствах систем управління якістю послуг як ефективного інструменту досягнення рівня якості, який відповідатиме світовим стандартам. Соціально-економічний ефект від впровадження систем управління якістю на міському транспорті виявляється у підвищенні комфортності та безпеки перевезень пасажирів, покращенні умов праці працівників, більш ефективному використанні рухомого складу, в економії матеріальних та трудових ресурсів при проведенні ремонтів рухомого складу. Ефективне функціонування систем управління якістю на підприємствах міського пасажирського транспорту є запорукою створення дієвих економічних механізмів регулювання соціально-економічного розвитку громадського транспорту в містах України.

Нажаль розглянуті проблеми щодо нерентабельність пасажирських перевезень транспортної системи міст та автотранспортних підприємств не можуть бути вирішені на локальному рівні.

Відмітимо, що на протязі останніх років, досить велика увага приділяється саме впровадженню проектного управління в організаціях.

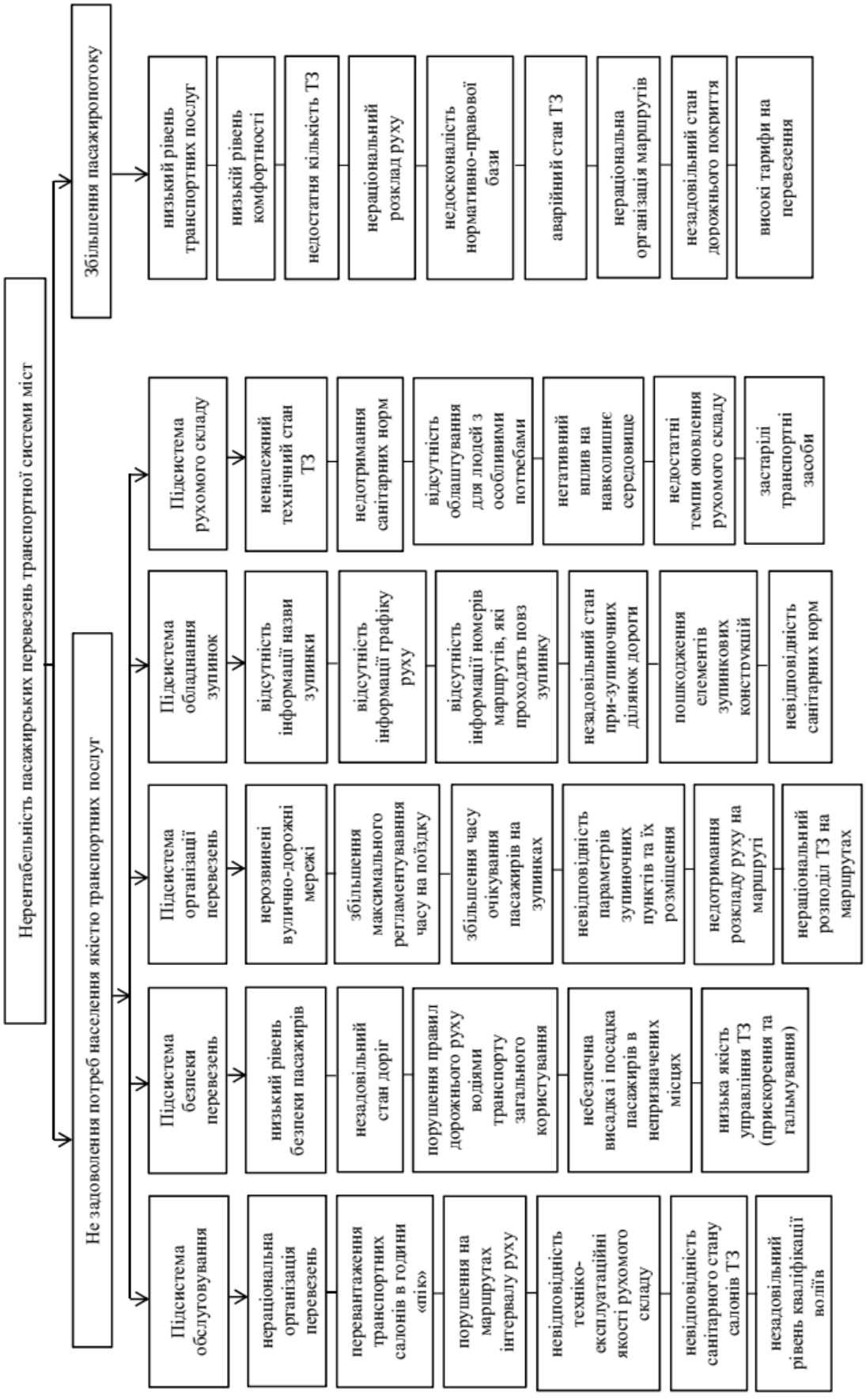


Рисунок 1 – Дерево проблем транспортної системи міст

В роботах [10,11] зазначено, що практичні результати проектів значно відрізняється від їх цілей, заплановані терміни і бюджет порушуються, а особливо цінні ресурси розподіляються на незначні для організації завдання.

На сьогоднішній день, необхідною умовою успішної діяльності підприємств є розуміння стратегічних цілей і ефективних способів їх досягнення. До досягнення названих цілей може привести кілька шляхів, і вибір залежить від наявності ресурсів і зовнішніх чинників підприємств. Отже, керівництво більшості підприємств спрямоване на професійний підхід до управління проектами. Будь-яке проектно-орієнтоване підприємство прагне реалізувати свою діяльність стійко і з випереджаючими темпами. Необхідність вирішення цього завдання є джерелом впровадження методів професійного управління, які направлені у всі напрямок її діяльності, в тому числі і в управлінні проектами.

Досвід країн з ринковою економікою демонструє, що саме якість, ефективне управління проектами та програмами пасажирських перевезень – головний інструмент, який при проектуванні транспортних систем дає змогу: задовольняти потребу населення та виробництва пасажирськими перевезеннями; удосконалювати технології перевезень та управління ними; раціонально використовувати всі види ресурсів; знижувати витрати виробництва і підвищувати продуктивність праці персоналу транспорту, сприяючи успішній діяльності перевізника; виконувати вимоги до транспортних послуг , згідно зі стандартами європейського рівня.

Спеціалісти у сфері проектного менеджменту вважають, що якість розробки проектів та програм і неухильне проведення контролю за їхнім виконанням безперечно запобігають неналежному задоволенню потреб споживачів транспортних послуг.

Одним з найважливіших напрямків процесу організації пасажирських перевезень є підвищення якості надання транспортних послуг, яке на сьогоднішній день здійснюється за допомогою управління проектами.

Управління проектами представляє собою сукупність методології, методики моделей, технічних і програмних засобів, застосованих при розробці і/або реалізації проектів, тобто, унікальних процесів, обмеження в часі та потребують витрат ресурсів [12]. Проаналізувавши дані визначення можемо дійти до висновку, що управління проектами дозволяє розглядати проекти як окрему діяльність. Тому в дослідженні актуально розглянути управління проектами щодо пасажирських перевезеннях.

Управління проектами в пасажирських перевезеннях для покращення якості перевезень можуть бути розроблені проекти, програми розвитку міського пасажирського транспорту, програми розвитку транспортного комплексу міст, інфраструктурні проекти в галузях автомобільного та міського транспорту, а саме проект «Міський громадський транспорт в Україні» над яким Міністерство інфраструктури продовжує плідну роботу із міжнародними фінансовими організаціями стосовно залучення коштів для фінансування проектів із розвитку міського пасажирського транспорту. Метою даних програм та проектів є впровадження конкурентних умов пасажирських перевезень у містах, які безпосередньо впливають на якість обслуговування.

Доцільним є розглянути та виокремити проекти, які забезпечують раціональну роботу транспортної системи міст транспортом загального користування (рис. 2).



Рисунок 2 – Структура проектів регіональної програми розвитку транспортної системи міст транспорту загального користування

Регіональна програма розвитку транспортних систем міст сприятиме створенню умов для транспортного забезпечення подальшого економічного та

соціального розвитку міст та зростанню рівня забезпеченості населення своєчасними, повними та якісними пасажирськими транспортними послугами. А також забезпечить безпечне функціонування транспорту та захист економічних інтересів підприємств і організацій в сфері дорожнього господарства, пасажирського автотранспорту та споживачів транспортних послуг, створення рівних умов для розвитку господарської діяльності підприємств і організацій пасажирського автотранспорту та дорожнього господарства.

Висновок

Таким чином, було встановлено, що стан міського пасажирського транспорту є кризовим, що негативно позначається на якості транспортних послуг та з кожним роком якість транспортного обслуговування населення міст погіршується. Високий рівень фізичного і морального зносу основних фондів міського транспорту, зокрема рухомого складу, який суттєво знижують рівень якості та комфортність пасажирських перевезень транспортом загального користування. Тому на основі «дерева проблем» розроблено та запропоновано регіональну програму розвитку транспортних систем міст, які забезпечать раціональну роботу транспортом загального користування та допоможе розв’язувати найскладніші завдання розвитку в умовах жорсткої конкуренції, обмежених ресурсів та часу.

Література

1. Лігум Ю.С. Економічна модель якості обслуговування пасажирів на маршрутах міської пасажирської транспортної системи / Ю.С. Лігум, Є.Г. Логачов // Науковий економічний журнал: актуальні проблеми економіки. – 2004. – №1. – С. 124-139.

2. Афанасьев Л.Л. Единая транспортная система и автомобильные перевозки: учебник для вузов / Л.Л. Афанасьев, Н.Б. Островский, С.М. Цукерберг. – М.: Транспорт, 1984. – 333 с.

3. Ігнатенко О.С. Теоретичні та практичні аспекти вдосконалення пасажирських перевезень в містах / О.С. Ігнатенко, В.С.Марунич // Автошляховик України. – 1994. – Вип. 1. – С. 6-9.

4. Доля В.К. Методы организации перевозок пассажиров в городах/ В.К. Доля. – Х.: Основа, 1992. – 144 с.

5. Коцюк А.Я. Совершенствование автобусных маршрутных систем в крупных и крупнейших городах: автореф. дис. на соискание уч. степени канд.

техн. наук: спец. 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» /А.Я. Коцюк. – Киев, 1990. – 19 с.

6. Ігнатенко О.С. Основи методології побудови пасажирської транспортної системи / О.С. Ігнатенко, В.С. Марунич // Автошляховик України. – 1995. – Вип.3. – С. 5- 7.

7. Цибулка Я. Качество пассажирских перевозок в городах / Я. Цибулка. – М.: Транспорт, 1987. – 239 с.

8. Васильєва В.В. Назенмый общественный пассажирский транспорт – на новый уровень / В.В. Васильев // Автомобильный транспорт. – 2004. – №14. – С. 37-39.

9. Костецький В.В. Особливості організації фінансового забезпечення функціонування і розвитку підприємств міського електротранспорту // Формування ринкових відносин в Україні. - №2 (57). – 2006. – С.39-42.

10. Матвеев А.А. Модели и методы управления портфелями проектов / А.А. Матвеев, Д.А. Новиков, А.В. Цветков. – М.: ПМСОФТ, 2005 – 206 с.

11. Мариненко О.С. Планирование портфеля научно-технических проектов с учетом инновационной готовности организации: дис. канд. техн. наук: 05.13.10: Тверь, 2004. – 203 с.

12. Баркалов С.А. Минимизация упущенной выгоды в задачах управления проектами / Баркалов С.А., Бурков В.Н. – М.: ИПУ РАН, 2001. – 56 с.

Рецензенти:
Поліщук В.П., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.
Павлюк Д.О., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:
Polischuk V.P., Dr. Tech. Sci., National Transport University.
Pavliuk D.O., Dr. Tech. Sci., National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **28.07.2017 р.**

УДК 625.7/.8

Смирнова Н.В., д-р техн. наук

ОБГРУНТУВАННЯ МІНІМАЛЬНО БЕЗПЕЧНОЇ ДИСТАНЦІЇ ВІД ШВИДКОСТІ РУХУ ТА ДОРОЖНІХ УМОВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ

Анотація. У статті наведено основні положення щодо аналізу дистанцій та інтервалів між автомобілями. Виконано моделювання руху транспортних потоків та дослідження його пропускної здатності. Реалізовано уточнення моделі розподілу інтервалів для оцінки можливості виконання обгонів, що необхідно для моделювання транспортних потоків на ділянках доріг з різними дорожніми умовами на двохсмугових дорогах. Приведені результати моделювання.
Ключові слова: Автомобільна дорога, дистанція, інтервал між автомобілями, пропускна здатність, транспортні диаграми.

UDC 625.7/.8

Smirnova N., Dr. Tech. Sci.

JUSTIFICATION OF MINIMALLY SAFE DISTANCE FROM THE SPEED OF MOTION AND ROAD CONDITIONS FOR SOLVING THE PROBLEM PASSAGE TASKS

Abstract. The analysis of distances and intervals between cars was performed. Modeling of traffic flow and the research of its capacity was done. The number of intervals sufficient to perform a variety of overtaking maneuvers, integration into transit traffic at crossroads or at merge of the bands and so on, defines speed modes of individual vehicles and traffic in general, determines the capacity of individual road sections including ability to perform such maneuvers. The purpose of this article is to refine the model of intervals distribution to assess the possibility of the overtaking, that is necessary to simulate the traffic flow on the road sections with different road conditions on two-lane roads. Normalization of minimal visibility of the road, to substantiate the minimal radius of vertical convex curves to justify design decisions

when designing roads was performed. In practice these driving distances are considered as an optimal ones, following the criteria of efficiency and safety: large distance reduces the capacity of roads and causing drivers behind you, the desire to go to overtake, making it difficult to move, and less distance leads to the danger of collision with vehicles in their sudden stop. To solve these problems, one usually uses the laws of probability distribution of intervals between cars in the flow. Intervals distribution model refinement implemented to assess the possibility of the overtaking, which is necessary for the simulation of traffic flow on the road sections with different road conditions on two-lane roads. The results of simulation were represented.
Keywords: road, distance, interval, capacity, traffic diagrams.

УДК 625.7/.8

Смирнова Н.В., д-р техн. наук

ОБОСНОВАНИЕ МИНИМАЛЬНО БЕЗОПАСНОЙ ДИСТАНЦИИ ОТ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ И ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ

Аннотация. В статье приведены основные положения анализа дистанций и интервалов между автомобилями. Выполнено моделирование движения транспортных потоков и исследования пропускной способности. Реализовано уточнение модели распределения интервалов для оценки возможности выполнения обгонов, что необходимо для моделирования транспортных потоков на участках дорог с разными дорожными условиями на двухполосных дорогах. Приведены результаты моделирования.
Ключевые слова: Автомобильная дорога, дистанция, интервал между автомобилями, пропускная способность, транспортные диаграми.

Актуальность исследований моделирования транспортных потоков на двухполосных дорогах общего пользования, подтверждена анализом их протяженности: в дорожной сети Украины протяженность двухполосных дорог составляет чуть менее 90 % от общего количества, а многополосних всего 1,6 %; однополосных дорог V категории около 9 %. Моделирование движения транспортных потоков и исследования его пропускной способности невозможно

без анализа дистанций и интервалов между автомобилями. Интервалы между автомобилями в потоке неравномерные во времени и в пространстве. Количество интервалов, достаточных для выполнения разных маневров обгона, встраивания в транзитный поток на перекрестках или при слиянии полос и тому подобное, определяет скоростные режимы отдельных автомобилей и транспортных потоков в целом, определяет величину пропускной способности отдельных участков дорог с учетом возможностей выполнения отмеченных маневров. В решении этих задач используются закономерности распределения вероятностей интервалов между автомобилями в потоке.

В любой точке дороги и в любой момент времени интервалы между автомобилями распределены стохастически. Проще было бы моделировать движение потока при постоянных интервалах. Именно такой традиционный подход известен при расчетах пропускной способности при проектировании дорог. При этом считают, что все автомобили потока двигаются с постоянной скоростью и с постоянными дистанциями и интервалами [4, 7].

Такая «колонная» модель потока абсолютно не соответствует структуре потока при интенсивностях меньше пропускной способности. Реальный поток при таких интенсивностях неоднородный по скоростным характеристикам и неравномерный во времени и в пространстве. Кроме того, при постоянных интервалах лишь в отдельные редкие дни организованного движения улучшается регулярность потока, однако полной синхронности движения автомобилей не отмечается.

Для анализа дистанций необходимо в плане дороги мгновенно зафиксировать поток автомобилей (например, на аэроснимке); для анализа интервалов достаточно фиксировать секундомером моменты пересечения автомобилями контрольного створа, перпендикулярного осе дороги на избранном участке. При интенсивности потока Q авт/ч средний интервал между автомобилями $t_{ср}$=3600/Q с. При известном количестве автомобилей на участке 1 км - плотности потока R (авт/км) средняя дистанция $l_{ср}$ = 1000/R м.

Минимально безопасные дистанции и интервалы формируются при плотном прохождении автомобилей друг за другом.

Минимально безопасную дистанцию l_0 называют динамическим габаритом - виртуальная длина автомобиля при движении, которая включает статичный габарит и зазор безопасности $l_{бд}$.

С минимально безопасной дистанцией (БД) $l_{бд}$ связано понятие динамического габарита автомобиля l_0. Водитель должен соблюдать БД для обеспечения безопасного движения за впереди идущим автомобилем, и может её уменьшать лишь при маневрах смены полосы для выполнения обгона. Величина БД, главным образом, зависит от скорости движения, времени реакции водителя и сцепных свойств проезжей части. Если по мере приближения к впереди идущему автомобилю фактическая дистанция до него становится меньше величины БД, выбранной ранее водителем, то он вынужден снижать скорость и тем самым корректировать БД для обеспечения безопасного движения. Таким образом, БД в совокупности со статическим габаритом l_a – это как бы виртуальная длина автомобиля при движении, его динамический габарит l_0. С уменьшением скорости величина БД сокращается и достигает минимальной дистанции запаса $l_{зап}$ в заторах. Поэтому максимальную плотность потока можно определить величиной $R_{max} = 1000/(l_a + l_{зап})$ авт/км. Согласно рекомендациям [10] и практике безопасного вождения расстояние $l_{зап}$ до переднего автомобиля должно быть не менее 1-1.5 м, а между автобусом или троллейбусом и грузовым автомобилем) большой грузоподъемности — не менее 3-4 м.

Режим движения потока с дистанциями, равными динамическому габариту l_0 – это режим пропускной способности с интенсивностью Q_{max}. Очевидно, что пропускной способности соответствует плотность потока $R_m = 1000/l_0$. Так как величина l_0 зависит от скорости, то и пропускная способность Q_{max} и соответствующая ей плотность потока R_m также зависят от скорости потока.

В общем случае дистанция между автомобилями – это сумма динамического габарита l_0 и свободной дистанций $l_{св}$. При известных средних значениях l_0 и $l_{св}$ плотность потока

$$R = 1000/(l_0 + l_{св}) \text{ авт/км} \quad (1)$$

или

$$r = 1/(l_0 + l_{св}) \text{ авт/м.} \quad (2)$$

Каждой дистанции в пространстве соответствует интервал во времени по известной зависимости (принимая постоянной скорость v прохождения дистанции) $t = l/v$, с теми же индексами: минимально безопасный интервал $t_{бд}$, динамический габарит t_0, свободный интервал $t_{св}$ и т.д. В дальнейшем будем полагать, что для любого автомобиля в любой точке дороги и в любой момент

времени лишь свободный интервал $t_{св}$ является случайной величиной; все остальные присущие автомобилю интервалы (и соответствующие дистанции) функционально зависят от скорости движения и показателей дорожных условий.

Динамический габарит l_0 чаще всего [1] оценивают по расстоянию S_0, которое проходит автомобиль до полной остановки перед препятствием и такие же оценки используют для нормирования минимального расстояния видимости дороги, для обоснования минимальных радиусов вертикальных выпуклых кривых, для обоснования конструктивных решений при проектировании дорог и тому подобное. По существу, такой же подход положен в основу экспертных расчетов при расследовании ДТП [1, 6]:

$$S_0 = S_р + S_2 + S_3 + S_4, \qquad (3)$$

где S_2 – путь, пройденный за время запаздывания срабатывания тормозной системы,

S_3 – путь, пройденный за время нарастания замедления j до максимального,

S_4 – путь движения юзом с максимальным замедлением j.

При проектировании дорог тормозной путь рассчитывают из того условия, что кинетическая энергия mv^2 в начале торможения полностью расходуется на работу $S_т(P_{mк}+P_i+P_f+P_w)$ сил сопротивления движению на пути торможения, что дает $S_т=v^2/(2g(\varphi+i+f))$. При экспертизе ДТП путь движения юзом, как неуправляемого движения с заблокированными колесами, рассчитывают из условия равнозамедленного движения до остановки с замедлением j что дает $S_ю=v^2/(2j)$. Величину расчетного максимального замедления j_{max} при ДТП оценивают из равенства силы инерции mj силе сцепления колес с проезжей частью φG (m и G – масса и вес автомобиля), что дает $j_{max} = \varphi\, g$.

Практикуемые оценки динамического габарита l_0 по остановочному пути S_0 не соответствуют ситуациям движения автомобилей в потоке:

- во-первых, зависимости типа (2) определения расстояния S_0, которое проходит автомобиль к полной остановки перед препятствием основаны на полном использовании сцепных свойств проезжей части и максимальном замедлении автомобиля (случай экстренного торможения), а при движении в потоке при взаимодействии с другими автомобилями водитель практически всегда использует служебное торможение с частичным использованием сцепных свойств и замедлением j в 2-5 раз меньше максимально возможного j_{max};

- во-вторых, зависимости типа (3) предусматривают полную остановку автомобиля, а при движении в потоке полная остановка предусмотрена только за пределами транзитной полосы движения или в экстренных случаях ДТП или при плотности потока, близкой к насыщению (затору);
- в-третьих, в зависимостях типа (3) препятствие неподвижное, но при движении в потоке водитель реагирует на движущийся впереди автомобиль и на режим его движения, и если передний автомобиль тормозит, то и следующий за ним – тоже, то есть автомобили тормозят совместно.

С учетом изложенного, для оценки величины динамического габарита l_0 исследован массовый случай, когда автомобиль догнал впереди идущего и для безопасного движения водитель принял дистанцию $l_{бд}$ от бампера своего автомобиля до заднего бампера впереди идущего автомобиля. Таким образом, при скорости v (м/с) динамический габарит

$$l_0 = l_a + l_{бд} = l_a + vt_{бд}. \quad (4)$$

Величину безопасной дистанцией $l_{бд}$ (равной $vt_{бд}$) водитель принимает такой, чтобы не «прозевать» момент торможения впереди идущего автомобиля, то есть, водитель реагирует на «стоп-сигналы» так, чтобы не запоздать с необходимым торможением. Согласно такой общепринятой практике вождения время движения по отрезку динамического габарита – это минимально безопасный интервал t_o во времени между автомобилями в потоке, то есть,

$$t_0 = l_a / v + t_{бд}. \quad (5)$$

Величину безопасного интервала $t_{бд}$ и безопасной дистанции $l_{бд}$ оценим также согласно известным рекомендациям по практике безопасного вождения и одновременного (с учетом реакции на «стоп-сигналы») торможения с передним автомобилем. При сухом покрытии рекомендуется держать дистанцию в метрах, равную половине скорости в километрах, то есть принимать $l_{бд} = v \cdot 3.6/2$ и тогда $t_{бд} = l_{БД} / v \approx 2$ с; при загрязненном и мокром покрытии рекомендуется держать дистанцию в метрах, равную скорости в километрах, то есть $t_{бд} \approx 4$ с; при скользком покрытии, гололеде держать дистанцию, равную удвоенной скорости в километрах, то есть $t_{бд} \approx 8$ с. В практике вождения отмеченные дистанции считаются оптимальными по критериям эффективности и безопасности движения [7].

Изложенные особенности формирования дистанций и интервалов в потоке приняты как исходные для построения транспортных диаграмм и расчетов

пропускной способности двухполосных дорог при разных сцепных свойствах проезжей части [3].

Исходными данными примера моделирования стационарного режима служат характеристики скорости свободного движения [7].

Все транспортные диаграммы при коэффициенте сцепления от 0,1 до 0,7, приведенные на рис. 1, показывают существенное снижение пропускной способности с ухудшением сцепных свойств проезжей части дороги [7].

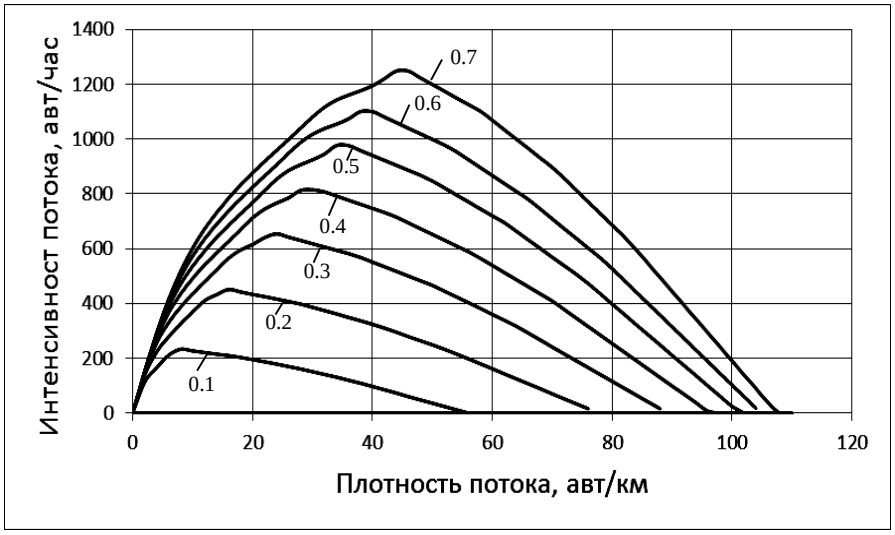
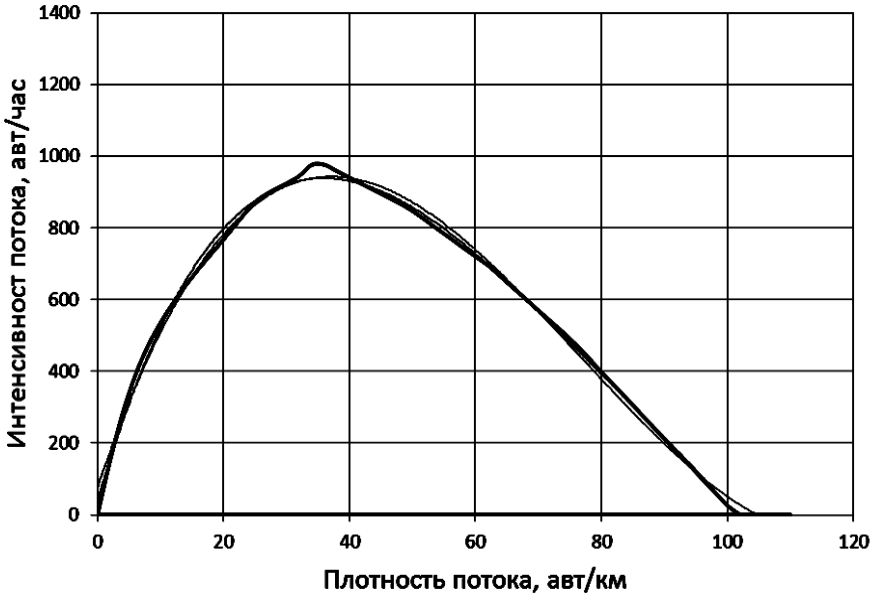


Рисунок 1 – Транспортные диаграммы при стационарном режиме потока. Цифры – коэффиициенты сцепления

Построение линии тренда, например, в данном примере для φ=0.5 на рис. 2, и её описание полиномом 6-ой степени $y = -4E\text{-}09x^6 + 1E\text{-}06x^5 - 0{,}0002x^4 + 0{,}0167x^3 - 1{,}4494x^2 + 61{,}602x + 35{,}123$ не добавляют существенной информации к закономерностям транспортных потоков, полученным по результатам моделирования.

Рисунок 2 – Диаграмма и линия тренда (тонкая линия)



Таким образом на основании результатов моделирование движения транспортных потоков и исследования пропускной способности реализовано уточнение модели распределения интервалов, что необходимо для моделирования транспортных потоков на участках дорог с различными дорожными условиями на двухполосных дорогах.

Литература

1. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения / В.Ф. Бабков. – М.: Транспорт, 1982. – 288 с.

2. Безбородова Г.Б. Моделирование движения автомобиля. / Безбородова Г.Б., Галушко В.Г. – Киев: Высшая школа, 1978. - 168 с.

3. Бельский А.Е. Расчеты скоростей движения на автомобильных дорогах / Бельский А.Е. – М.: Транспорт, 1966. – 122 с.

4. Гук В.І. Транспортні потоки: теорія та її застосування в урбаністиці / Гук В.І., Шкодовський Ю.М. – Харків, Золоті сторінки, 2009, – 202 с.

5. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими / Дрю Д. – М.: Транспорт, 1972. – 424 с.

6. Илларионов В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий / Илларионов В.А. – Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1989. – 255 с.

7. Филиппов В.В. Моделирование транспортных потоков на дорогах II – IV категорий: монография / Филиппов В.В., Смирнова Н.В. – М.: ХНАДУ, 2014. – 200 с.

8. Циганков Е.С. Золоті правила безпечного водіння / Циганков Е.С. – Вид-во « Ексмо».

Рецензенти:
Павлюк Д.О., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.
Нагайчук В.М., канд. техн. наук, ДП "ДерждорНДІ".

Reviewers:
Pavliuk D.O., Dr. Tech. Sci., National Transport University.
Nahaichuk V.M. Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), "DerzhdorNDI".

Стаття надійшла до редакції: **28.06.2017 р.**

УДК 625.7/.8

Смолянюк Р.В., канд. техн. наук

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ АЛГОРИТМІВ РОЗПІЗНАВАННЯ ДОРОЖНІХ ЗНАКІВ

Анотація. В статті розглянуті основні принципи і алгоритми розпізнавання дорожніх знаків. Визначено, що більшість алгоритмів призначено для розпізнавання типу знаку, але не дають можливості визначити стан знаку. Запропонована схема модифікації алгоритму розпізнавання і наведені попередні результати роботи вдосконаленого алгоритму, який дає можливість визначити стан дорожнього знаку.
Ключові слова: дорожні знаки, алгоритм, стан дорожнього знаку.

UDC 625.7/.8

Смолянюк Р.В., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.)

EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF ROAD MARKS ALGORITHM REPORTS

Abstract. The article considers the basic principles and algorithms for recognizing road signs. It is determined that most of the algorithms are designed to recognize the type of the sign, but do not allow to determine the state of the sign. The proposed scheme for modification of the recognition algorithm and preliminary results of the work of the improved algorithm, which allows to determine the state of the road sign.
Keywords: road signs, algorithm, road sign status.

УДК 625.7/.8

Смолянюк Р.В., канд. техн. наук

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ

Аннотация. В статье рассмотрены основные принципы и алгоритмы распознавания дорожных знаков. Определено, что большинство алгоритмов предназначено для распознавания типа знака, но не дают возможности

определить состояние знака. Предложенная схема модификации алгоритма распознавания и приведены предварительные результаты работы усовершенствованного алгоритма, который позволяет определить состояние дорожного знака.

Ключевые слова: дорожные знаки, алгоритм, состояние дорожного знака.

Вступ

Оцінка наявності та стану елементів, що відповідають за безпеку дорожнього руху повинна виконуватися декілька разів на рік. В розвинених країнах цей процес відбувається постійно, на кожний елемент (зокрема дорожній знак) існує відповідний запис в базі даних дорожньої служби, який може містити до сотні полів різної інформації, починаючи від виробника, м'ясця і дати встановлення, закінчуючи останніми даними щодо стану елемента. В нашій країні такі роботи постійно виконуються в недостатньому обсязі, з огляду на постійний брак коштів. Для підвищення безпеки руху необхідно постійно контролювати стан і наявність дорожніх знаків. Знизити обсяг коштів на ці роботи можуть автоматизовані системи з елементами штучного інтелекту, що зможуть виявляти і виконувати оцінку стану дорожніх знаків.

Основна частина

Більшість алгоритмів розпізнавання призначені лише для детектування дорожніх знаків. Безпосередньо алгоритми не можуть визначити стан знаку, відмінність отриманого зображення знаку від еталонного. Тому для обстеження автомобільних доріг повинні використовуватися значно складніші алгоритми, здатні не тільки визначати дорожні знаки, а й визначати їх стан.

Дорожні знаки можуть бути істотно пошкоджені, на них наносять сторонні написи, внаслідок різних причин знаки можуть бути нестандартними і, навіть, виготовленими з підручних матеріалів (рис. 1). Тому для дорожньої служби однаково важлива інформація про наявність і про стан дорожнього знаку.

Статичний підхід розпізнавання дорожніх знаків або статистичний алгоритм розпізнавання (Static recognition approach) складається з кількох етапів:

- перетворення колірного простору;
- видалення шумів;
- знаходження контурів і фільтрація не потрібних контурів;
- ідентифікація контуру.



Рисунок 1 – Приклади нестандартних і пошкоджених знаків

Всі дорожні знаки України мають два загальних ознаки – колір і форму знака (згідно «Правил дорожнього руху» і міжнародних договорів, до яких входить Україна). Для даних знаків основним кольором використовується червоний і синій.

Для вилучення червоного або синього кольору з вхідного зображення використовується колірний простір HLS (Hue, Luminance and Saturation). Спочатку зображення конвертується з колірного простору «rgb» в «hls».



Рисунок 2 – Перетворення кольорового простору

Після перетворення кольорів виконуємо видалення червоного і синього кольору. Це призводить до того, що зображення стає фактично монохромним (чорно-білим), при чому всі об’єкти, що мали червоний або синій колір, стають білого кольору.



Рисунок 3 – Видалення червоного і синього кольорів

Наступним кроком є видалення «шумів» і знаходження контурів дорожніх знаків.



Рисунок 4 – Знаходження контурів, де може знаходитися знак та фільтрація контурів

Подальшим етапом є фільтрація і видалення непотрібних контурів. Будь-дорожній знак можна описати прямокутником, який матиме відповідні співвідношення сторін. Для даних типів знаків співвідношення сторін, враховуючи схильність або поворот знака, лежить в діапазоні від 0,7 до 1,3. Відповідно відфільтрувавши контури ми отримаємо потрібні нам контури.

Ідентифікація контуру відбувається шляхом порівняння контурів за шаблоном (Template Matching). Для кожного знака був зроблений шаблон, з яким порівнюється контур.



Рисунок 5 – Шаблони деяких знаків

В результаті порівняння ми отримуємо коефіцієнт збігу від 0 до 1. Якщо він більше 0,5 то можна говорити про те, що даний контур відповідає порівнюваному знаку.

Загальна схема цього алгоритму наведена нижче (рис. 6). Цей алгоритм був обраний тому, що з нього також можна отримати певним чином оцінку стану дорожнього знаку. Найпростіший спосіб – разом з підсумковою інформацією про тип дорожнього знаку видавати коефіцієнт збігу. Напевно, що віз знаходиться в залежності від стану знаку. Знаки з доброю видимістю та в гарному стані матимуть коефіцієнт, наближений до 1.

Інший, більш складний спосіб – після ідентифікації знаку розраховувати співвідношення між кольорами еталонного і віднайденого знаку, виражаючи його у відсотках.

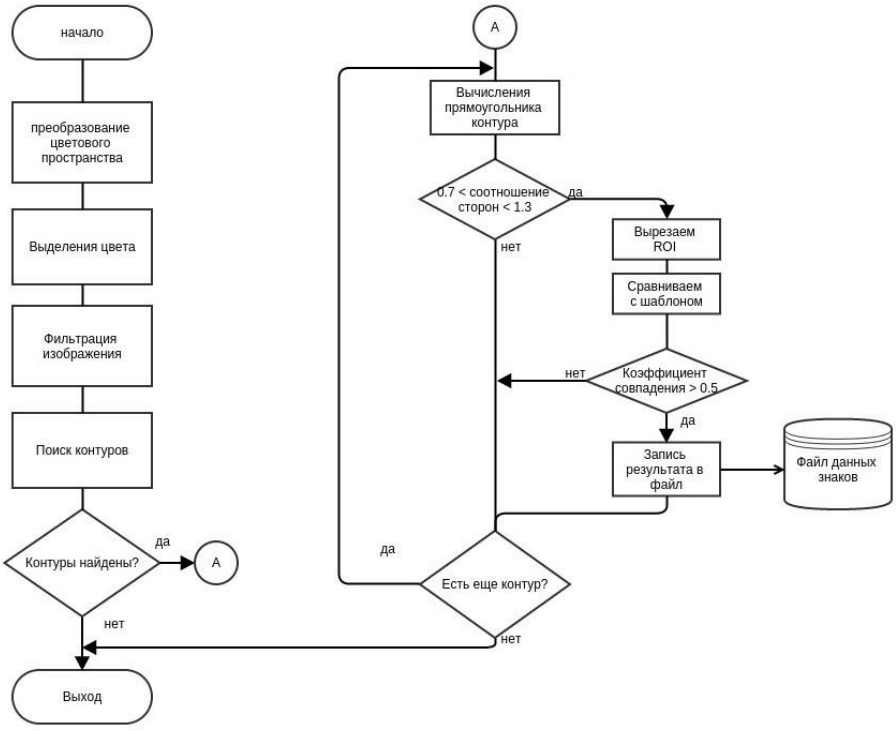


Рисунок 6 – Загальна схема алгоритму (з сайту http://sidstudio.com.ua)

Алгоритм пошуку дорожніх знаків за допомогою вейвлет перетворень Хаара та нейронних мереж. Даний алгоритм складається з наступних блоків:

- навчання каскаду для детектування;
- пошук знака;
- фільтрація отриманого результату;

На першому етапі формується навчається вибірка для виявлення дорожнього знака. Для нормального навчання необхідно близько 1000

позитивної і 2000 негативної вибірки зображень. До позитивної вибірки відносяться дорожні знаки одного типу, вибрані з реального оточення. До негативної – ділянки фотографій на яких відсутній дорожній знак.

Для навчання класифікаторів використовувалася база зображень однотипних знаків, які були розмічені вручну і вирізані з реальних фотографій дорожніх знаків. Такий підхід досить трудомісткий, але дає кращі результати. Альтернативою є синтетична вибірка – штучно створені зображення знаків, спотворені різними способами.



Рисунок 7 – Позитивна вибірка (з сайту http://sidstudio.com.ua)

Для навчання каскаду використовувалися утиліти з пакета OpenCv opencv_createsamples і opencv_traincascade. На першому етапі всі позитивні вибірки приводяться до одного загального обсягу. Для цього використовується утиліта opencv_createsamples. На виході ми отримаємо файл, в якому будуть лежати все зображення з розміром h * w.

Для отримання підсумкового каскаду використовується утиліта opencv_traincascade. На виході ми отримаємо підсумковий каскад, який використовується в подальшому для виявлення дорожнього знака.

При виявленні дорожнього знака виникають моменти коли сигнатура знака зустрічається в місцях, які не є знаком, оскільки даний метод працює з градацією сірого кольору.

Для видалення помилкового виявлення знака використовується пост обробка зображення. Для кожного типу знака перевіряється наявність контуру синього і червоного кольору.

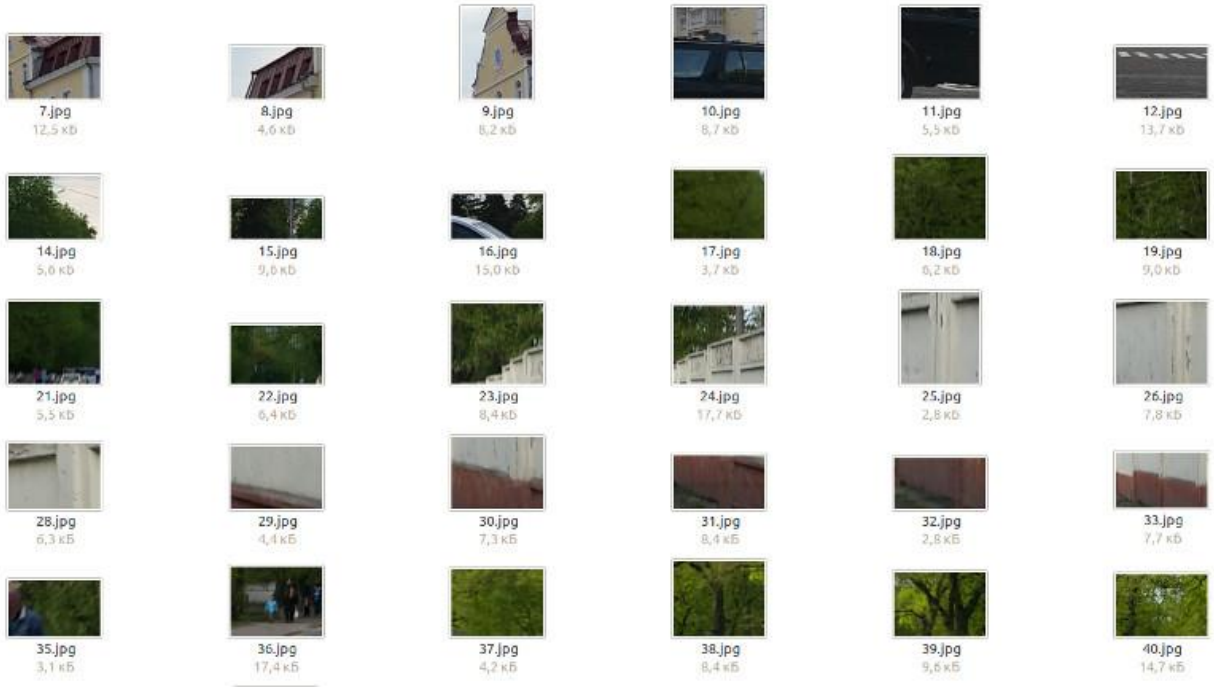


Рисунок 8 – Негативна вибірка (з сайту http://sidstudio.com.ua)



Рисунок 9 – Хибне спрацьовування алгоритму

В разі використання цього алгоритму для аналізу стану дорожніх знаків можливий лише 1 варіант: кожне зображення знаку з позитивної вибірки повинне мати експертну оцінку стану знаку. В алгоритм необхідно ввести додаткову функцію, яка б повертала ім’я чи порядковий номер зображення, по якому спрацював алгоритм. Таким чином ми відразу дізнаємося про стан знаку.

Детектування дорожніх знаків. Для реалізації алгоритму, описаного в вище, використовувалася бібліотека OpenCV відкритого типу, яка може безкоштовно використовуватися в різних програмних продуктах. Програмний код був взятий з сайту «http://sidstudio.com.ua».

Окремі етапи реалізації алгоритму контролювалися в інших програмних продуктах. Так, наприклад за рекомендаціями з сайту «http://sidstudio.com.ua» для першого етапу перетворення кольорового простору використовувався графічний редактор ACD SEE. З його допомогою згідно рекомендацій були виконані перетворення. Як можна помітити в кольоровому діапазоні існує 2 ділянки, в яких знаходиться червоний колір. Це 0 <Hue <~ 7-10 і друга ділянка ~ 165-168 <Hue <180.

Для синього кольору трохи простіше, він знаходиться в одному діапазоні від 100 до 130 (~ 100 <Hue <~ 130) (рис. 10).



Рисунок 10 – Кольоровий діапазон HSV

Після перетворення в графічному редакторі картинка виглядала наступним чином (рис. 11).



Рисунок 11 – Перетворення кольору в графічному редакторі



Рисунок 12 – Зображення з видаленим кольором

За результатами роботи алгоритму отримані зображення були такі самі, як і в графічному редакторі.

Результати детектування знаків наступні (кількість визначених знаків):

- знак «Дати дорогу», 2.1 – від 72 до 90 %;
- знак «Головна дорога» 2.3 – від 65 до до 85 %.

Інших знаків була значно менша вибірка. Результати наступні: знак «Проїзд без зупинки заборонено» 2.2 – 12 з 16; «Пішохідний перехід» – 21 з 27.

Висновки

1. В роботі виконаний аналіз існуючих способів визначення наявності і виду дорожнього знаку за його зображенням. Проаналізований досвід створення різних алгоритмів і результатів їх роботи.

2. За результатами виконаного аналізу літературних і електронних джерел виділено 2 найбільш перспективних алгоритми з детектування дорожніх знаків на зображеннях.

3. Жоден з обраних алгоритмів не передбачає оцінку стану дорожнього знаку. Запропоновано внести зміни в алгоритми для реалізації такої можливості.

4. Експериментально досліджені запропоновані алгоритми на даних, отриманих кафедрою будівництва та експлуатації автомобільних доріг та на даних, доступних з вільних джерел.

Література

1. Koschan, A. Digital Color Image Processing / A. Koschan, M. A. Abidi,//, ISBN 978-0-470-14708-5. – 2008. – 376 P.

2. Travis, D. Effective Color Displays Theory and Practice // Academic Press, ISBN 0-12-697690-2. – 1991. – 328 P.

3. Якимов, П.Ю. Предварительная обработка цифровых изображений в системах локализации и распознавания дорожных знаков // журнал Компьютерная оптика. – Самара, 2013. – Том 37 № 3. – с. 401-405.

4. Yakimov P.Y. Traffic signs detection using tracking with prediction // Communications in Computer and Information Science, Colmar; France, 20 - 22 July 2015. Colmar; France: Publisher: Springer Verlag, 2016. No.V. 585. P. 454-467.

5. Якимов П.Ю. Распознавание дорожных знаков в реальном времени с использованием мобильного ГПУ //Самара, Россия, 17-19 мая. Самара, Россия: Институт систем обработки изображений РАН, 2016. С. 977-982.

Рецензенти:
Павлюк Д.О., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.
Нагайчук В.М., канд. техн. наук, ДП "ДерждорНДІ".

Reviewers:
Pavliuk D.O., Dr. Tech. Sci., National Transport University.
Nahaichuk V.M. Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), "DerzhdorNDI".

Стаття надійшла до редакції: **10.09.2017 р.**

ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

УДК 556.531 + 681.3

Артеменко В.А., Петрович В.В., канд. техн. наук

УСУНЕННЯ ПРОПУСКІВ В ГІДРОХІМІЧНИХ ЧАСОВИХ РЯДАХ МЕТОДОМ БАГАТООБРАЗНОСТІ МАЛОЇ РОЗМІРНОСТІ

Анотація. Розроблено метод усунення пропусків в гідрохімічних часових рядах. Об'єкт дослідження: часові ряди значень концентрацій нітратних [NO_3^-] та аммонійних [NH_4^+] йонів у річній воді, *мг/л*.

Мета роботи: усунення пропусків в часових рядах гідрохімічних даних за допомогою метода багатообразності малої розмірності.

Метод дозволяє усувати різного виду пропуски не тільки в гідрохімічних, але і в інших природних часових рядах.

Ключові слова: гідрохімічні часові ряди, усунення пропусків у часових рядах, метод багатообразності малої розмірності.

UDC 556.531 + 681.3

Artemenko V., Petrovich V., Cand. Eng. Sci. (Ph.D)

ELIMINATION OF GAPS IN HYDROCHEMICAL TIME SERIES BY THE METHOD OF MANIFOLDS OF SMALL DIMENSION

Abstract. A method for eliminating omissions in hydrochemical time series has been developed.

The object of the study is the time series of concentrations of nitrate and ammonium ions in river water.

The aim of this work is to eliminate omissions in time series of hydrochemical data using the method of manifolds of small dimension.

The method allows to eliminate various kinds of omissions in any natural time series.
Key words: hydrochemical time series, elimination of gaps in time series, method of manifolds of small dimension.

УДК 556.531 + 681.3

Артёменко В.А., Петрович В.В., канд. техн. наук

УСТРАНЕНИЕ ПРОПУСКОВ В ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ВРЕМЕННЫХ РЯДАХ МЕТОДОМ МНОГООБРАЗИЙ МАЛОЙ РАЗМЕРНОСТИ

Аннотация. Разработан метод устранения пропусков в гидрохимических временных рядах.

Объект исследования: временные ряды значений концентраций нитратных [NO_3^-] и аммонийных [NH_4^+] йонов в речной воде, *мг / л.*

Цель работы: устранение пропусков во временных рядах гидрохимических данных с помощью метода многообразий малой размерности.

Метод позволяет устранять различного вида пропуски не только в гидрохимических, но и любых других природных временных рядах.

Ключевые слова: гидрохимические временные ряды, устранение пропусков во временных рядах, метод многообразий малой размерности.

Знание некоторых принципов легко возмещает незнание некоторых фактов.

К. Гельвеций

Введение

В настоящее время одна из ключевых проблем гидрохимии состоит в отсутствии исходных данных в надлежащем количестве (по разным рекам) и с хорошим качеством (проведение регулярних измерений с минимальными пропусками).

Вместе с тем, для разработки различных прогнозных моделей необходимо иметь надёжную исходную информацию. Наличие пропущенных значений во временных рядах наблюдений значительно усложняет реализацию эффективных

алгоритмов прогнозирования, поскольку такие алгоритмы в большинстве случаев требуют эквидистантных данных без пропусков.

Устранение пропусков в исходных данных и, соответственно, приведение их к эквидистантному виду представляет собой отдельную важную задачу.

В данном случае будем полагать, что все исходные данные эквидистантны, но в этих данных есть пропуски, что чаще всего встречается на практике.

В настоящее время для устранения пропусков (пробелов) во временных рядах исходных данных существует большое число различных методов [1 - 7]. При этом алгоритмы устранения пробелов разработаны преимущественно для эмпирических таблиц.

В работе [8] рассмотрены основы эффективного метода итерационного моделирования неполных данных с помощью многообразий малой размерности.

Главная идея метода достаточно проста: множество точек, которые и являются соответствующим многообразием, позволяет даже при наличии пропусков строить различные линейные и нелинейные приближения. Посредством этих приближений (то есть моделей) затем заполняют пропущенные значения в данных.

Даже при большом количестве пропусков метод позволяет получать результаты значительно лучшие, чем при использовании большинства других известных методов.

Заметим, что моделирование неполных данных многообразиями малой размерности в своей простейшей реализации через ортогональные факторизации матриц ближе всего к классической регрессии. А регрессия, как известно, всегда учитывает специфику данных и базируется на выявлении скрытых закономерностей, имеющих место в тех или иных временных рядах.

Согласно современной терминологии, такой подход можно назвать интеллектуальным алгоритмом восстановления пропусков в исходных данных.

Однако в работе [8] были изложены лишь основы метода, но нет указаний на то, как можно построить и конкретно реализовать такой алгоритм.

Данное исследование проведено с целью практического устранения пропусков в исходных гидрохимических временных рядах с помощью метода многообразий малой размерности.

В работе использована векторно-матричная нотация, принятая в системе ***MATLAB*** и её аналогах.

Общие положения метода

Решение данной проблемы базируется на идеях сингулярного разложения матриц и метода главных компонент. При таком подходе выявляются скрытые закономерности в исходных данных [9]. На основании выявленных закономерностей далее выполняется устранение собственно пробелов.

Сингулярное разложение в его классическом виде (например, как в системе ***MATLAB***) не применяется. С точки зрения практики сингулярное разложение более удобно выполнять в виде, которое приводится ниже.

На основе исходных временных рядов были сформированы соответствующие траекторные матрицы.

Поскольку в исходных временных рядах есть пропуски (пробелы), то и в образуемых траекторных матрицах также будут пропуски.

При реализации метода маркировку пропусков задавали в виде ***NAN***–значений.

Значения ***NAN(NOT A NUMBER)*** - это специально выделенные действительные числа с «плавающей» точкой, которые имеют двоичное представление, отличающее их от обычных чисел. В системах программирования для них по-особому определены основные операции (сложение, вычитание, умножение, деление и некоторые другие). При этом ***NAN***–числа могут участвовать во всех операциях наравне с обычными числами.

Цель работы – устранить пропуски (пробелы) в траекторной матрице ***M*** путём замены её другой матрицей, матрицей ***M**** без пробелов.

Матрица ***M**** – это сумма одноранговых матриц ***MM**** (матриц без пробелов) вида

$$M^*=MM_1^*+MM_2^*+MM_3^*+\ldots \quad (1)$$

При этом одноранговая матрица – это матричное произведение вектора-столбца ***X*** на вектор-строку ***Y***. Например, умножение вектора-столбца размером *5*1* на вектор-строку размером *1*3* даёт одноранговую матрицу размером *5*3*.

Таким образом, сумма одноранговых матриц может быть представлена в виде

$$M^* = (X_1^* Y_1) + (X_2 ^*Y_2)+ (X_3 ^*Y_3)+\ldots \quad (2)$$

Заметим при этом, что сумма одноранговых матриц в общем случае – не одноранговая матрица.

В итоге поиск наилучшего приближения исходной матрицы ***M*** (матрицы с пробелами) сводится к задаче определения матрицы ***M**** вида (2).

Решение задачи может выполняться последовательными итерациями по явным формулам (например, на основе метода наименьших квадратов).

Следует отметить, что согласно теории сингулярного разложения для матриц, в которых нет пробелов, число полученных одноранговых матриц обычно не превышает числа ***MIN(SZ1, SZ2),*** где ***SZ1, SZ2*** - размеры матрицы (количество строк, столбцов). Но когда в исходной матрице присутствуют пробелы, число одноранговых матриц (матриц без пробелов) может превышать и ***SZ1,*** и ***SZ2*** исходной матрицы.

При этом оптимальное количество одноранговых матриц в различных рядах будет определятся как природой рядов, так и характеристикой пропусков в них (процентом пропущенных данных, взаимным расположением пропусков в матрице ***M*** и др.).

Организация процедур восстановления пропусков в рядах исходных данных

Для восстановления пропусков во временных рядах исходных данных был разработан специальный пакет, содержащий порядка десяти различных процедур. Для перевода временного ряда в траекторную матрицу была использована процедура ***NAN_ATTRACTOR_RECONSTRUCTION_01( ).***

Далее процедура *ПЕРВОГО УРОВНЯ* ***NAN_SVD_LEVEL_01( )*** реализует итерационный процесс вычислений при помощи следующих шагов:

ШАГ 1. Элементы матрицы (вектора) ***Y*** заполняем случайными значениями, а затем производим нормировку ***Y*** таким образом, чтобы эта норма была равна единице. При этом используется векторная “Норма 2” (Эвклидова норма).

ШАГ 2. Находим приближение матрицы (вектора) ***X***:

$$X(I,1) = \frac{\sum\limits_{\substack{J \\ M(I,J)\neq NAN}} (M(I,J).*Y(1,J))}{\sum\limits_{\substack{J \\ M(I,J)\neq NAN}} (Y(1,J)^2)}. \qquad (3)$$

ШАГ 3. Находим приближение матрицы (вектора) ***Y***:

$$Y(1,J)=\frac{\sum\limits_{\substack{I\\M(I,J)\neq NAN}}(M(I,J).*X(I,1))}{\sum\limits_{\substack{I\\M(I,J)\neq NAN}}(X(I,1)^2)}. \qquad (4)$$

Повторяя последовательно ШАГ 2 и ШАГ 3 достаточное число раз (в цикле), находим текущие значения $\boldsymbol{X_i}$, $\boldsymbol{Y_i}$ и $\boldsymbol{MM_i = X_i * Y_i}$.

Это и есть результат работы процедуры *ПЕРВОГО УРОВНЯ*.

Для матрицы $\boldsymbol{M}$ (с пробелами) первое наилучшее приближение – матрица $\boldsymbol{MM_1 = X_1 * Y_1}$ (матрица без пробелов).

Процедура *ПЕРВОГО УРОВНЯ* вложена в процедуру *ВТОРОГО УРОВНЯ* ***NAN_SVD_LEVEL_02( ).***

Процедура *ВТОРОГО УРОВНЯ* вызывает процедуру *ПЕРВОГО УРОВНЯ* для поиска матрицы $\boldsymbol{MM_1}$ и далее вычитает из матрицы $\boldsymbol{M}$ (с пробелами) найденную ранее матрицу $\boldsymbol{MM_1}$ (матрицу без пробелов):

$$\boldsymbol{M = M - MM_1}. \qquad (5)$$

Знак равенства в данном случае означает процедуру присваивания (в языке программирования).

Отметим, что процедуры ПЕРВОГО и ВТОРОГО УРОВНЕЙ в качестве входных аргументов принимают именно матрицы с пробелами, маркируемые ***NAN*** -значениями.

Выход процедуры ВТОРОГО УРОВНЯ представлен специфическими для языка ***MATLAB*** типами данных – массивом ячеек.

После выполнения операции (5) матрица $\boldsymbol{M}$ вновь поступает на вход процедуры *ПЕРВОГО УРОВНЯ*. Далее, на выходе процедуры *ПЕРВОГО УРОВНЯ*, получаем новые значения: $\boldsymbol{X_2}$, $\boldsymbol{Y_2}$ и $\boldsymbol{MM_2 = X_2 * Y_2}$.

Вновь работает процедура *ВТОРОГО УРОВНЯ*, реализуя операцию

$$\boldsymbol{M = M - MM_2}. \qquad (6)$$

Для полученной матрицы (6) далее повторяем те же операции, что были приведены выше.

В итоге совместная работа процедур уровней ОДИН и ДВА позволяет последовательно выделять одноранговые матрицы MM_1, MM_2, MM_3, … (матрицы без пробелов). Сумма этих одноранговых матриц образует матрицу M^*, которая должна рассматриваться как исходная матрица, в которой устранены все пробелы в данных.

Количество необходимых итераций (что будет и количеством получаемых одноранговых матриц MM_i) можно задавать как самостоятельно (что мы и делаем), либо поручить этот процесс процедуре *ВТОРОГО УРОВНЯ*.

Как оказалось, число одноранговых матриц может быть изменено лишь в небольших пределах. Только в этом случае качество восстановления пропущенных значений получается достаточно хорошим.

Что касается критерия останова итераций, то в работе [8] в качестве такого критерия использовалась “малость” относительного улучшения значения минимизируемого функционала на итерации (вид функционала см. там же), либо “малость” значения самого функционала.

Не анализируя глубоко достоинства и недостатки различных критериев остановки итераций в процедуре *ПЕРВОГО УРОВНЯ*, отметим только, что в данной работе был использован принципиально другой способ ограничения числа итераций. Так, если исходная матрица M имеет размеры $SZ1*SZ2$ (полагая, что $SZ1 > 1$, $SZ2 > 1$), то количество итераций в данной процедуре определяется как $MAX(SZ1, SZ2)$.

На практике предложенный нами критерий показал достаточно надежные результаты.

Для перевода матрицы обратно в обычный ряд (но уже после устранения всех пробелов в траекторной матрице) использована процедура ***ATTRACTOR_TO_SERIES_01( )*.**

Полные листинги процедур *ПЕРВОГО* и *ВТОРОГО УРОВНЕЙ* на языке программирования ***MATLAB*** приведены ниже.

Процедура *ПЕРВОГО УРОВНЯ*:

```
function [ P , X , Y ] = NAN_SVD_LEVEL_01( A );

P = [ ];
X = [ ];
Y = [ ];

if IS_NAN_REAL_MATRIX( A ) == false
 return
end

SZ1 = size( A , 1 );
SZ2 = size( A , 2 );

X = rand( SZ1 , 1 );
Y = rand( 1 , SZ2 );

Y = Y ./ norm( Y );

MAX_ITER = max( [ SZ1 , SZ2 ] );

for NI = 1 : MAX_ITER
 for I = 1 : SZ1
  SUMMA01 = 0;
  SUMMA02 = 0;
  for J = 1 : SZ2
   if isnan( A( I , J ) ) == false
    SUMMA01 = SUMMA01 + A( I , J ) .* Y( 1 , J );
    SUMMA02 = SUMMA02 + Y( 1 , J ) .* Y( 1 , J );
   end
  end
  X( I , 1 ) = SUMMA01 ./ SUMMA02;
 end
 for J = 1 : SZ2
  SUMMA03 = 0;
  SUMMA04 = 0;
  for I = 1 : SZ1
   if isnan( A( I , J ) ) == false
    SUMMA03 = SUMMA03 + A( I , J ) .* X( I , 1 );
    SUMMA04 = SUMMA04 + X( I , 1 ) .* X( I , 1 );
   end
  end
  Y( 1 , J ) = SUMMA03 ./ SUMMA04;
 end
end

P = X( : , 1 ) * Y( 1 , : );

end
```

Процедура *ВТОРОГО УРОВНЯ*:

```
function [ P , B , A , RM ] = NAN_SVD_LEVEL_02( X , N );

P = [ ];
B = [ ];
A = [ ];
RM = [ ];

if IS_NAN_REAL_MATRIX( X ) == false
 return
end

if IS_POSITIVE_INTEGER_NUMBER( N ) == false
 return
end

A{ N , 1 } = [ ];
B{ N , 1 } = [ ];
P{ N , 1 } = [ ];

for J = 1 : N
 [ PP , BB , AA ] = NAN_SVD_LEVEL_01( X );
 P{ J , 1 } = PP;
 B{ J , 1 } = BB;
 A{ J , 1 } = AA;
 X = X - PP;
end

RM = X;

end
```

Данные процедуры могут работать также в бесплатных аналогах системы ***MATLAB*** (***FREEMAT, OCTAVE***) как в ***OC Windows***, так и ***LINUX***. Какие-либо особые функции ***MATLAB*** при этом не вызываются.

Процедуры *ПЕРВОГО* и *ВТОРОГО УРОВНЕЙ* могут быть выполнены и на других языках программирования (***DELPHI, LAZARUS*** и др.).

Очень удобным оказался язык программирования ***FREE PASCAL***. В этом случае вместо массива ячеек имеет смысл использовать трехмерные матрицы.

Как отмечено выше, реализация процедур восстановления данных стартует с выбора случайных значений (работает “Генератор псевдослучайных чисел”). При этом такой генератор инициализировался текущим временем. Таким

образом, каждый раз одни и те же исходные данные с пропусками будут восстанавливатся несколько по-другому.

При излишне больших пропусках в данных (например, более 50%) работа алгоритмов становится неустойчивой и получить какой-либо удовлетворительный результат вообще не удаётся. При этом следует заметить, что в работе использовались линейные алгоритмы в наиболее простой своей реализации. Соответственно, имея достаточное количество времени на тщательную проработку вопроса, можно получить устойчивую работу алгоритмов и высокое качество восстановления даже при большем проценте пропущенных данных.

Восстановление временных рядов гидрохимических показателей

При проведении численных экспериментов первоначально были использованы временные гидрохимические ряды без пропусков в исходных данных.

В ряды далее искусственно вводились ***NAN*** –значения, имитирующие пропуски.

В экспериментах по восстановлению пропусков в рядах общая длина ряда ***N*** составляла 100 точек, количество отсутствующих данных (***NAN*** -точек) было равно 33 (или 33%), непрерывная длина одного повреждённого участка ряда не превосходила 7 точек.

Далее временной ряд преобразовывали в траекторную матрицу.

Как известно, для превращения временного ряда в траекторную матрицу следует задавать параметры ***DIM (DIMENSION)*** и ***TAY*** [10].

В данном случае величина ***TAY*** была принята равной единице, но значение параметра ***DIM*** могло изменяться в широких пределах (параметр ***DIM*** определяет число столбцов траекторной матрицы).

В экспериментах было использовано значение ***DIM =33***.

В результате была сформирована траекторная матрица размером 68х33 элемента с соответствующим наличием ***NAN*** – значений.

Для восстановления пропусков оперировали суммой из 33 одноранговых матриц, поскольку при этом получалось наилучшее качество восстановления данных.

Для оценки качества восстановленных данных использовался критерий ***MRAE (Mean Relative Absolute Error),*** проц., часто называемый также критерием ***MAPE (Mean Absolute Persentage Error)***:

$$\boldsymbol{MRAE = MEAN\left(ABS\left(\frac{R-F}{R}\right)\right) * 100\%},$$

где $\boldsymbol{R}$ – вектор истинных значений;

$\boldsymbol{F}$ – вектор спрогнозированных (в данном случае восстановленных) значений.

При этом длина вектора $\boldsymbol{R}$ (количество элементов вектора) должна быть равна длине вектора $\boldsymbol{F}$.

Сама процедура для нахождения критерия ***MRAE*** была выполнена на языке программирования ***MATLAB*** таким образом, чтобы корректно учитывался случай отдельных нулевых значений, которые может принимать вектор $\boldsymbol{R}$.

Результат восстановления пропусков в ряду среднесуточных концентраций нитрат-йонов крупной реки Украины приведен на рис. 1.

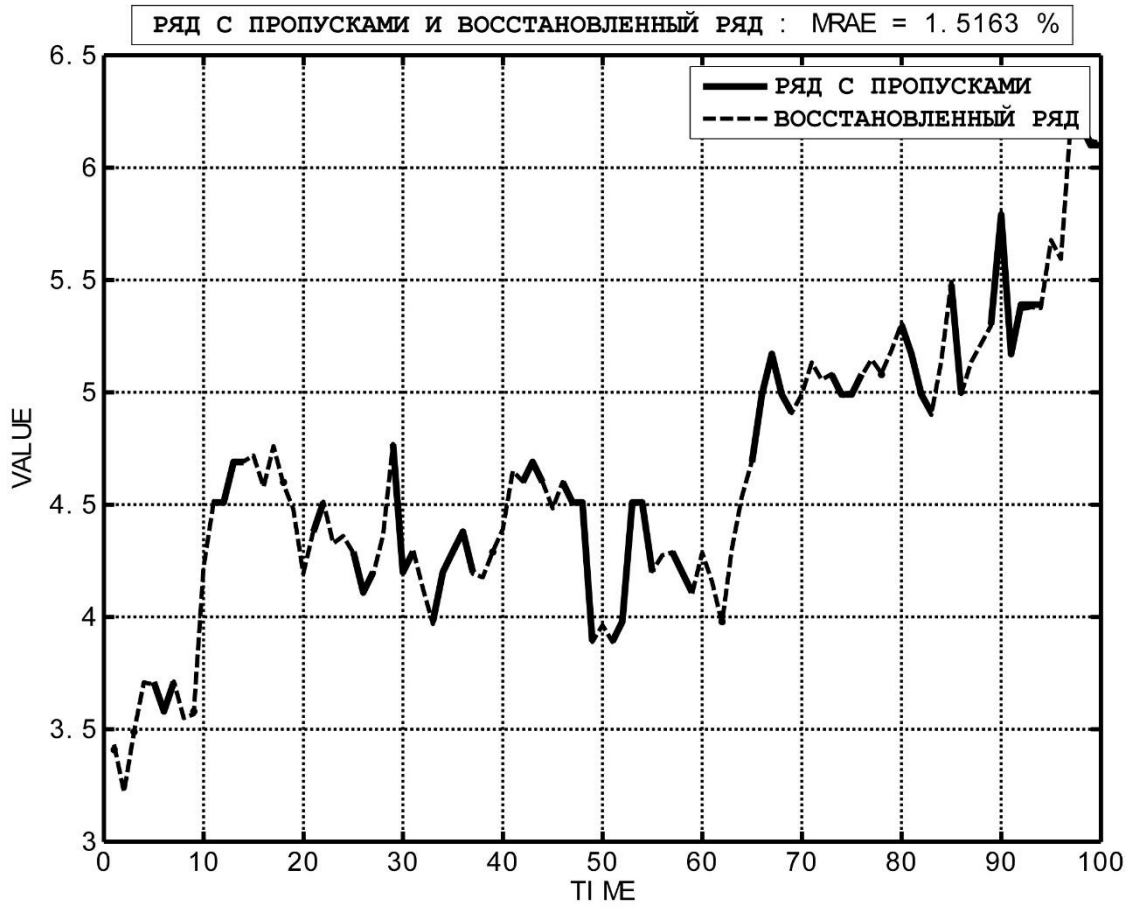


Рисунок 1 – Ряд с пропусками и восстановленный ряд среднесуточных концентраций нитрат-йонов

При восстановлении данных получено значение ***MRAE =1.5163%.***

Ряд с пропусками и восстановленный ряд среднесуточных концентраций аммонийных йонов приведен на рис. 2.

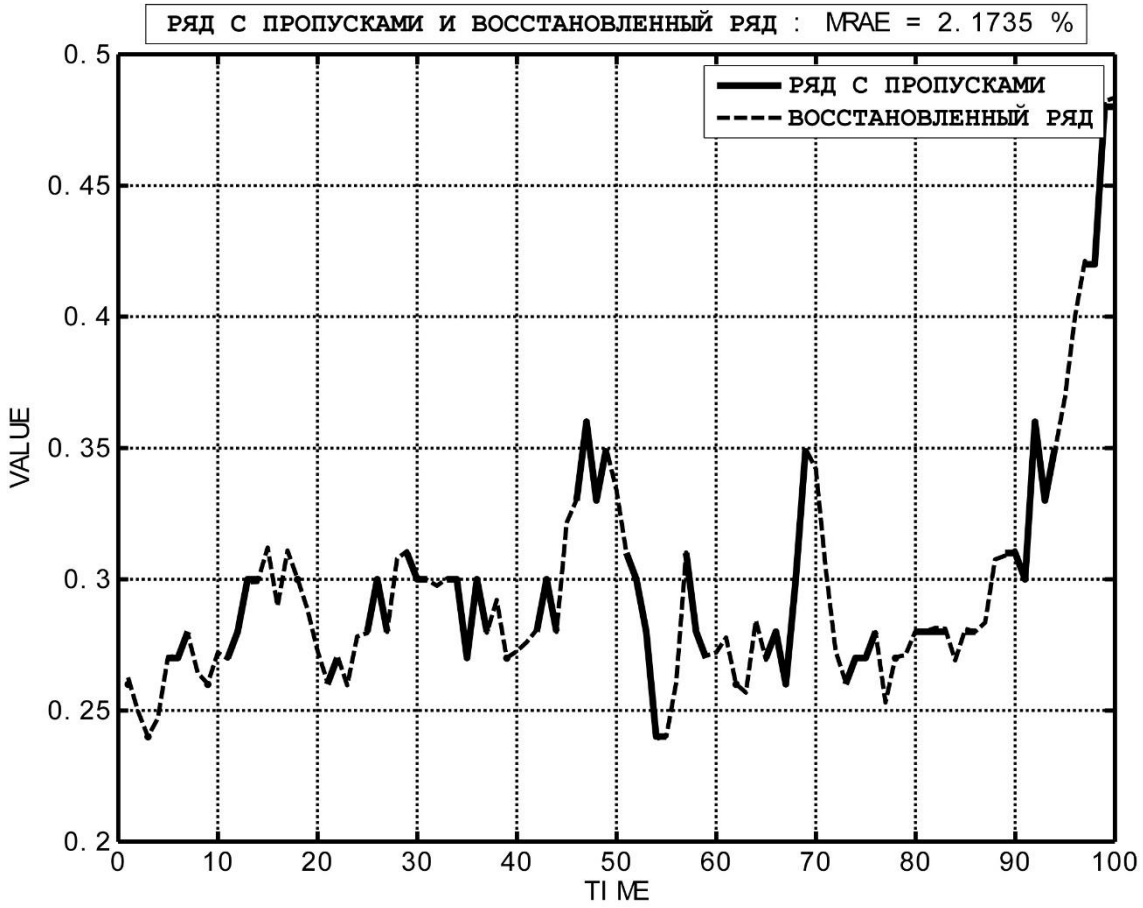


Рисунок 2 – Ряд с пропусками и восстановленный ряд среднесуточных концентраций аммонийных йонов

Величина ***MRAE*** в этом случае составила 2,1735%.

В этой связи можно говорить о том, что гидрохимические ряды обладают определённой структурой, которая хорошо “улавливается” процедурой восстановления.

Аналогичные численные эксперименты также были проведены со среднемесячными рядами гидрохимических данных.

На рис. 3. приведен восстановленный ряд среднемесячной концентрации нитрат-йонов. При этом, как показал анализ ряда, даже пик концентраций, находящийся по времени между отметками 60 и 70, был восстановлен верно.

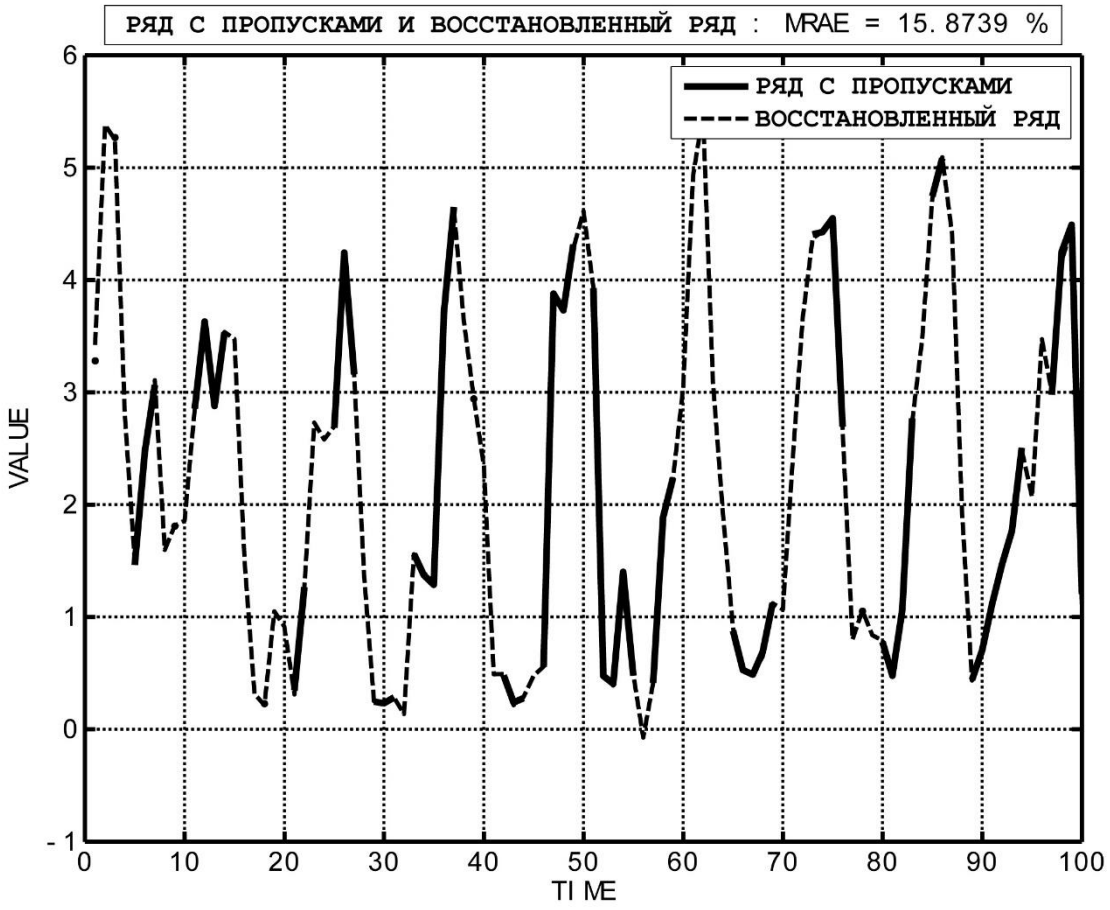


Рисунок 3 – Ряд с пропусками и восстановленный ряд среднемесячных концентраций нитрат-йонов

Проведенный анализ восстановленного ряда среднемесячных значений концентраций аммонийных йонов (рис. 4) также свидетельствует о надежности предложенного подхода.

При восстановлении ряда среднемесячных концентраций получено значение ***MRAE =15.8739%*** для нитрат-йонов и значение ***MRAE =7.5144%*** для йонов аммонийных.

Как видно, при переходе от среднесуточных исходных данных с пропусками к данным среднемесячным наблюдается закономерное снижение качества восстановления данных. По-видимому, это вызвано тем, что при операциях усреднения “теряется” часть информации и процедура восстановления находит и анализирует закономерности в поведении таких рядов с большими трудностями.

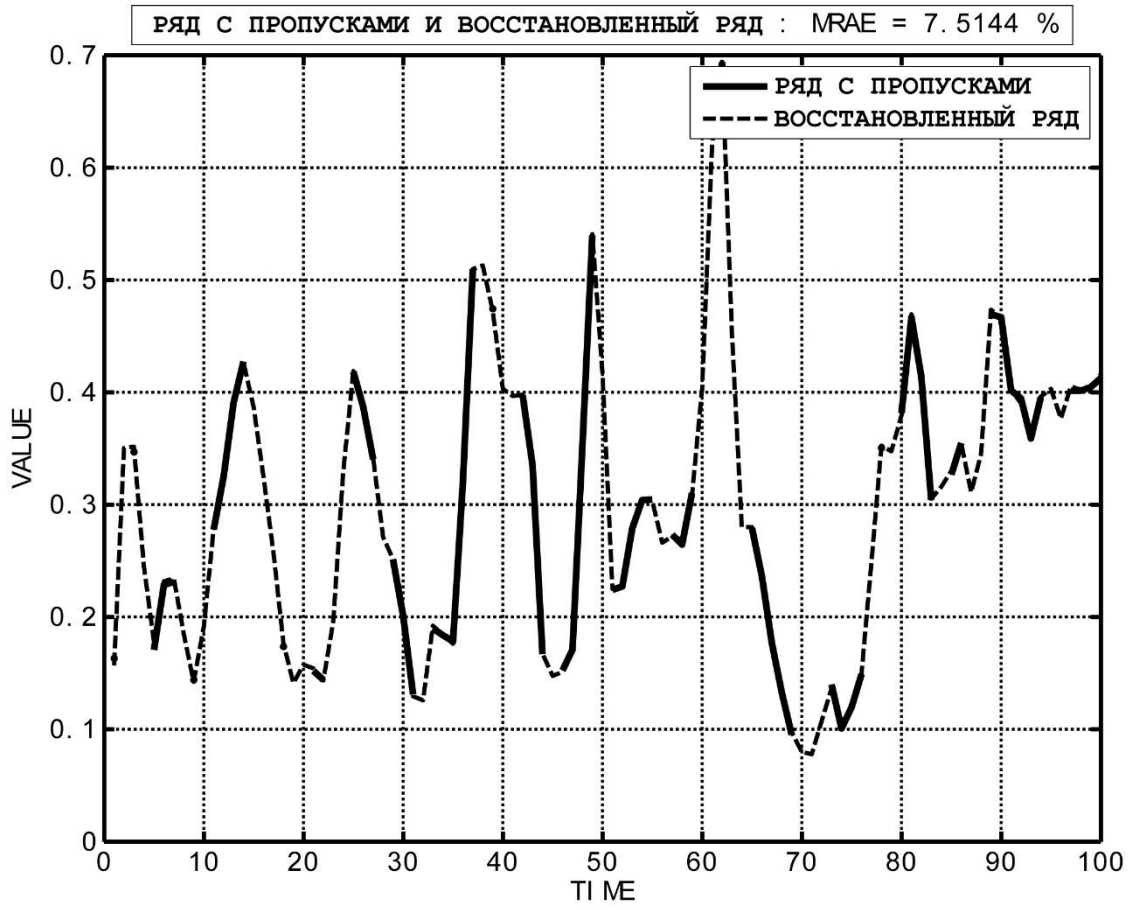


Рисунок 4 – Ряд с пропусками и восстановленный ряд среднемесячных концентраций аммонийных йонов

Заметим, что все исходные данные относились к одному и тому же участку реки и соответствующему промежутку времени.

Оценивая полученные результаты, делаем вывод о достаточно хорошем качестве восстановления утраченных гидрохимических данных.

Следует особо отметить, что использование метода многообразий малой размерности позволяет восстанавливать временные ряды, которые не поддаются восстановлению другими известными методами (например, ряды йонов аммонийных [11]). Качество восстановленных среднемесячных рядов йонов аммонийных оказалось в данном случае даже выше, чем у рядов нитрат-йонов!

Таким образом, все рассмотренные выше гидрохимические ряды показали адекватные результаты по восстановлению пропусков в исходных данных. Это говорит о том, что ряды эти не являются рядами случайными. Проведя эксперименты с действительно случайными рядами, можно убедиться, что

восстановить пропуски в любых случайных рядах даже с удовлетворительной точностью не представляется возможным.

Другие приложения метода

Метод многообразий малой размерности является универсальным и позволяет устранять различного вида пропуски не только в гидрохимических, но и в любых других природных временных рядах.

На рис. 5 в качестве примера приведен фрагмент ряда с пропусками и восстановленного ряда среднемесячных приземных температур воздуха на одной из метеостанций данного региона.

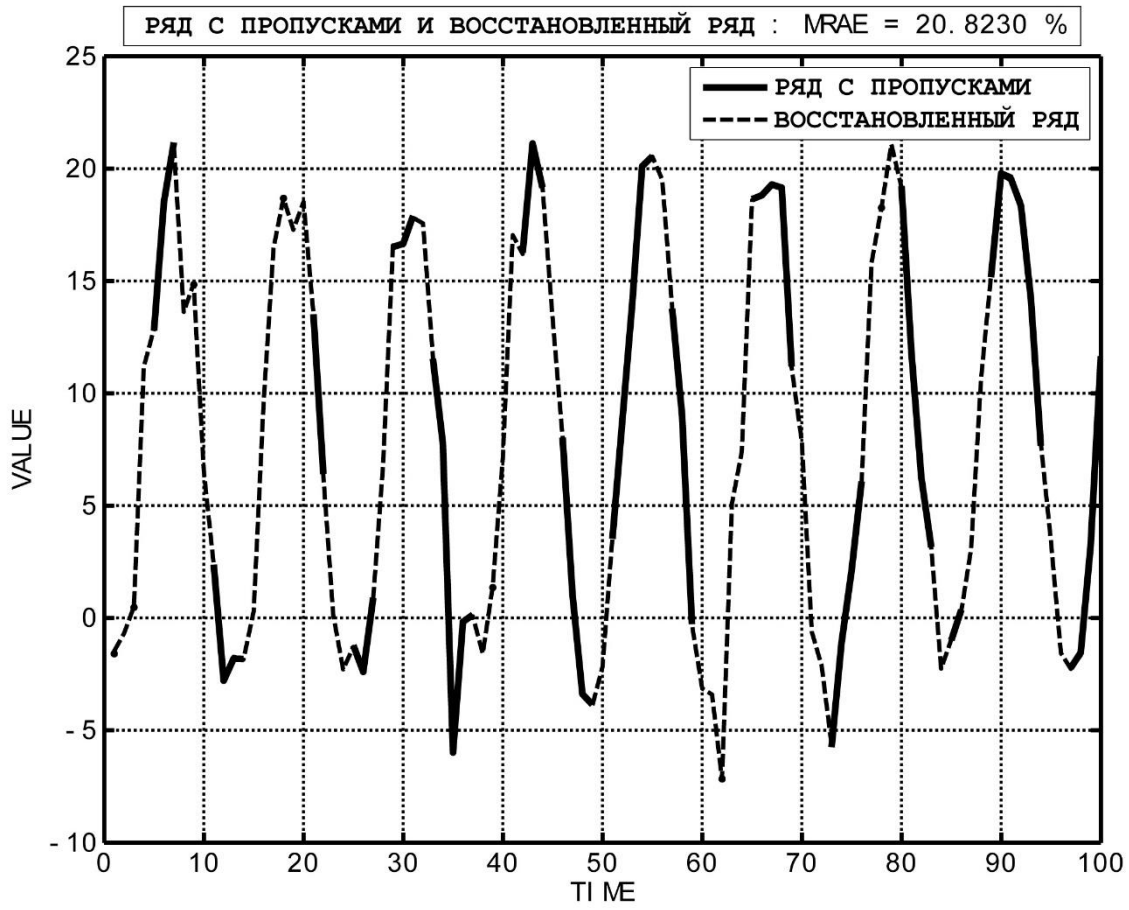


Рисунок 5 – Ряд с пропусками и восстановленный ряд среднемесячных приземных температур воздуха

Метод позволяет также восстаналивать пропуски в полях исходных данных.

В качестве экспериментального было выбрано метеорологическое поле приземного давления.

Заметим, что в случае наличия поля траекторную матрицу формировать не надо.

Исходное поле (13х41 точку) включало область с отсутствием данных, где квадрат 5х5 заполнялся ***NAN*** – значениями (рис. 6).

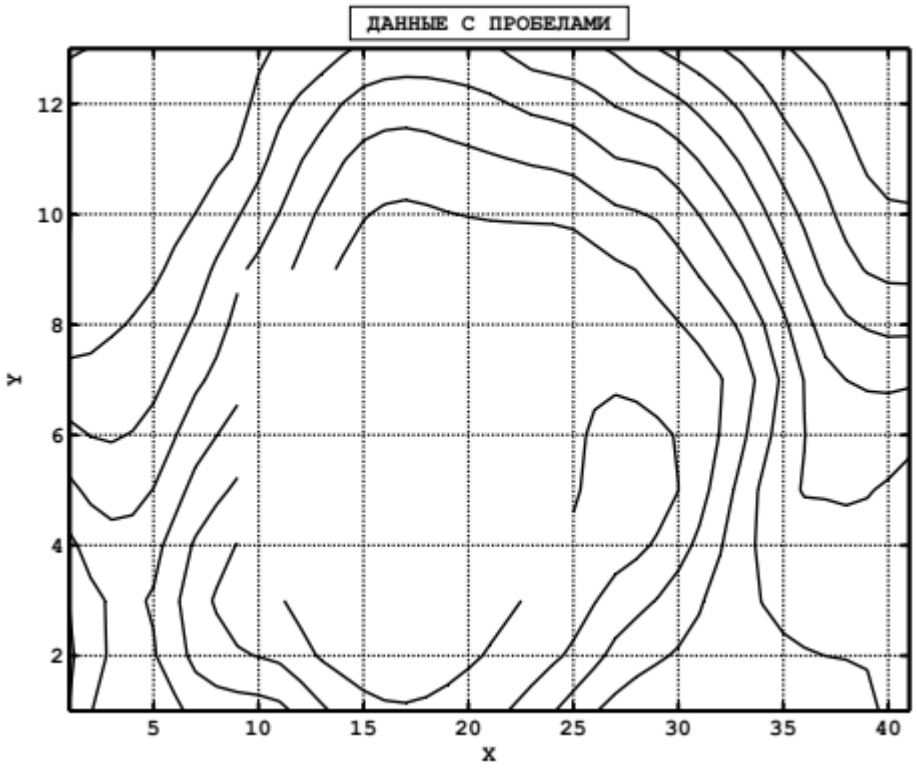


Рисунок 6 – Приземное метеорологическое поле давления с пропусками.

Таким образом, область с отсутствием данных включала в себя 25 точек, т.е. 4,6904% области поля было повреждено.

При восстановлении пробелов оперировали суммой из 5 одноранговых матриц.

Результат восстановления пропусков в поле приземного давления с помощью розраробанной програмы приведен на рис. 7.

Ошибка составила 0,0406%, что свидетельствует о достаточно хорошем качестве восстановления данных.

Выводы

Рассмотрен один из простейших методов интеллектуального устранения пропусков (пробелов) в исходных данных – метод итерационного моделирования с помощью многообразий малой размерности.

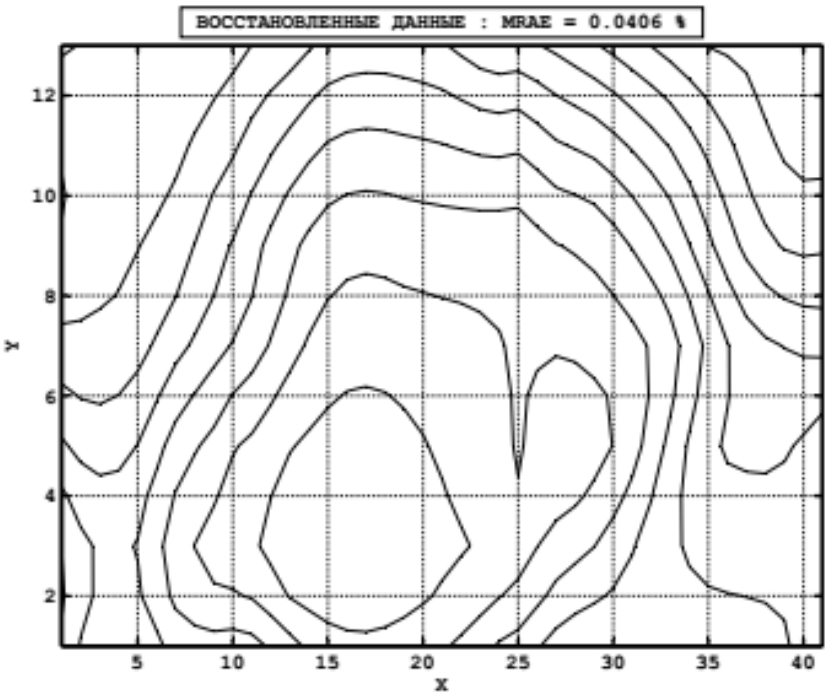


Рисунок 7 – Поле с восстановленными данными

Метод, по-сути, представляет собой сингулярное разложение исходной матрицы с пробелами (матрицы с неизвестными значениями).

Результирующая матрица, в которой устранены все пробелы, представлена соответственно суммой одноранговых матриц без пробелов.

Приведен алгоритм и конкретная реализация метода на языке программирования ***MATLAB***.

Численные эксперименты показали высокую эффективность метода при восстановлении данных с большим количеством пропусков.

Метод многообразий малой размерности является универсальным и позволяет устранять различного вида пропуски (пробелы) не только в гидрохимических, но и любых других природных временных рядах.

Литература

1. Загоруйко Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. – Новосибирск: Изд. Ин-та математики. – 1999. – 270 с.

2. Литтл Р.Дж.А. Статистический анализ данных с пропусками/ Р.Дж.А. Литтл, Д.Б. Рубин. – М.: Финансы и статистика. – 1991. – 336 с.

3. Россиев А.А. Моделирование данных при помощи кривых для восстановления пробелов в таблицах. – В сб. “Методы нейроинформатики” /Под ред. А.Н.Горбаня. – Красноярск: Изд. КГТУ. – 1998. – С. 6-22.

4. Горбань А.Н. Заполнение пробелов в данных при помощи линейного и нелинейного факторного анализа, мозаичной регрессии и формул Карлемана/

А.Н.Горбань, С.В. Макаров, А.А. Россиев. – Всеросс. научно-техн. конф. “Нейроинформатика -99”. Сб. научн. трудов. Часть 1. – М.: МИФИ. – 1999. – С.25-31.

5. Злоба Е. Статистические методы восстановления пропущенных данных/ Е.Злоба, И.Яцкив. –Computer Modelling and New Technologies. – 2002, Vol.6, №1. – P.51-61 (Ин-т транспорта и связи, г.Рига).

6. Никульчев Е.В. Геометрический подход к моделированию нелинейных систем по экспериментальным данным. –М. Изд. МГУП. – 2007. – 162 с.

7. Васильев В.И. Восстановление пропусков и обнаружение ошибок в эмпирических данных// Кибернетика и вычислительная техника. – 2003. – Вып. 138. – С.24-30.

8. Россиев А.А. Итерационное моделирование неполных данных с помощью многообразий малой размерности. –Красноярск. – 2000. – 83 с.

9. Петрович В.В. Прогнозування часових природних рядів на основі методу SVD-розкладення /В.В. Петрович, В.А. Артеменко// Автомобільні дороги і дорожнє будівництво, вип. 84. – К.: Вид-во Націон. трансп. ун-ту. – 2012. – С.13-29.

10. Артеменко В.А. Прогнозування нерегулярних часових рядів методом локальної аппроксимації/ В.А. Артеменко, В.В. Петрович// Автомобільні дороги і дорожнє будівництво, вип.86. – К.: Вид-во Націон. трансп. ун-ту. -2012. – С.176-195.

11. Артёменко В.А. Метод восстановления пропусков в гидрохимических временных рядах/ В.А. Артёменко, В.В. Петрович// Автомобільні дороги і дорожнє будівництво, вип.101. – К.: Вид-во Націон. трансп. ун-ту. -2017. – С.159-168.

Рецензенти:
Кузло М.Т., д-р техн. наук, Національний університет водного господарства та природокористування.
Балашова Ю.Б., канд. техн. наук, Придніпровська державна академія будівництва та архітектури.

Reviewers:
Kuzlo M.T., Dr. Tech. Sci., National University of Water and Environmental Engineering.
Balashova Yu.B., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture.

Стаття надійшла до редакції: **10.08.2017 р**.

УДК 625.7/.8

Довгополюк Л.О., канд. техн. наук

ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Анотація. В статті наведено взаємодію між автомобільної дорогою та навколишнім середовищем, розповсюдження викидів шкідливих речовин та їх накопичення. Вплив автомобільної дороги на природнє середовище під час будівництва та в процесі її експлуатації відрізняється, тому було проаналізовано всі чинники забруднення, які виникають при будівництві та експлуатації автомобільної дороги.

Оскільки, функціонування автомобільної дороги негативно діє на навколишнє середовище, то виявлено основні чинники забруднення та їх вплив на грунти, атмосферу, рослинний та тваринний світ, а також на водне середовище.

Ключові слова: автомобільна дорога, довкілля, негативний вплив, екологія.

UDC 625.7/.8

Dovhopoliuk L., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.)

PROBLEMS OF ECOLOGY DURING CONSTRUCTION AND OPERATION OF HIGHWAYS

Abstract. The article describes the interaction between the road and environment, the emission of harmful substances and their accumulation. The influence of the motorway on the natural environment during construction and in the course of its operation is different, therefore, all pollution factors that arise during construction and operation of the highway were analyzed.

Since the operation of the highway negatively affects the environment, the main factors of pollution and their impact on the soil, atmosphere, flora and fauna, as well as on the water environment are revealed.

Keywords: road, environment, negative impact, ecology.

УДК 625.7/.8

Довгополюк Л.А., канд. техн. наук

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Аннотация. В статье приведены взаимодействие между автомобильной дорогой и окружающей средой, распространения выбросов вредных веществ и их накопления. Влияние автомобильной дороги на природную среду при строительстве и в процессе ее эксплуатации отличается, поэтому были проанализированы все факторы загрязнения, возникающие при строительстве и эксплуатации автомобильной дороги.

Поскольку функционирование автомобильной дороги негативно действует на окружающую среду, то выявлены основные факторы загрязнения и их влияние на почвы, атмосферу, растительный и животный мир, а также на водную среду.

Ключевые слова: автомобильная дорога, окружающея среда, негативное влияние, экология.

Автомобільна дорога – це лінійний комплекс інженерних споруд, призначений для безперервного, безпечного та зручногоо руху транспортних засобів, що має задовольняти потреби суспільства в автомобільних пасажирських і вантажних перевезеннях [1].

Державними будівельними нормами України ДБН А.2.2-1-2003 [2], будівництво автомобільних доріг відноситься до об’єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку, а з метою оптимізації проектних робіт процедури ОВНС (оцінка впливу на навколишнє середовище) всі дорожні об’єкти поділяються на три екологічних класи. Автомобільна дорога взаємодіє з навколишнім середовищем більшою мірою, ніж інші будівельні споруди. В екологічному аспекті її можна розглядати не тільки як інженерну споруду, але і як витягнуте в одну лінію підприємство, що виконує транспортну роботу, виробляє продукцію у вигляді перевезень і взаємодіє з довкіллям.

Природно припустити, що траса повина проходити так, щоб завдавати найменшу шкоду довкіллю. Перевага тому чи іншому варіанту проходження

траси надається з урахуванням найбільш важливих екологічних і економічних критеріїв:

– екологічні критерії з точки зору зниження рівнів впливів на: атмосферне повітря (хімічного характеру); водне середовище; атмосферне повітря (акустичного характеру); рослинний світ; тваринний світ; грунти;

– економічні критерії: мінімізація наведених сумарних витрат; інвестиційна привабливість придорожніх територій; розвиток кореспонденцій між об'єктами господарської діяльності; мінімізація вилучення земель, що використовуються та знесення споруд.

Необхідність комплексної оцінки і прогнозування процесів впливу дорожньо-транспортної інфраструктури на природні територіальні комплекси обумовлена збільшенням щільності мережі автомобільних доріг і потребою в їх якісному поліпшенні, пов'язаної зі зростанням автомобільних вантажних і пасажирських перевезень.

Дорожньо-транспортна інфраструктура включає в себе автодорожню і позагалузеву індустрії, автомобільні дороги і споруди на них та транспортні засоби. Кожна складова має властивий їй локальний негативний вплив на навколишнє середовище, проте в цілому вплив інфраструктури носить не тільки регіональний, але і глобальний характер (рис. 1).

Автомобільна дорога як інженерна споруда порушує природні ландшафти, змінює режим стоку поверхневих і ґрунтових вод. При перетині річкових долин на підходах до штучних споруд порушується середня швидкість переважаючих вітрів, що призводить до зміни мікроклімату і взаємопов'язаних з ним явищ у флорі і фауні. Дорога може порушити традиційні сезонні шляху міграції тварин і комах. Прагнення працівників дорожньої сфери до зниження витрат за рахунок використання в будівництві конструктивних шарів з місцевих некондиційних матеріалів і відходів промислового виробництва не завжди є виправданим, так як вони здатні забруднювати придорожню смугу токсичними речовинами.

Крім того, прокладання нової дороги вносить часом досить значні соціальні зміни, позитивні для користувачів транспортом і негативні для населення у разі проходження дороги через населений пункт, особливо при наявності транзитного руху.

Залежно від складу і інтенсивності руху відбувається побутове забруднення грунту, рослин придорожньої смуги, водойм, в тому числі і людьми, які користуються дорогою.

Інженерні споруди, до числа яких відносяться мостові переходи, труби, розв'язки, тунелі різного закладення, підпірні стінки і захисні споруди мають свою специфіку впливу на навколишнє середовище. При будівництві мостових переходів відбувається переформування берегової лінії, зміна перерізу водотоку і контурів водойми, при цьому порушується гідрологічний режим, проявляються розмиви та втрата загальної стійкості масиву, одночасно часто виникає необхідність охорони рибних запасів, так як можуть бути знищені місця для нересту і зимувальні ями, в які щорічно спрямовуються косяки риби.

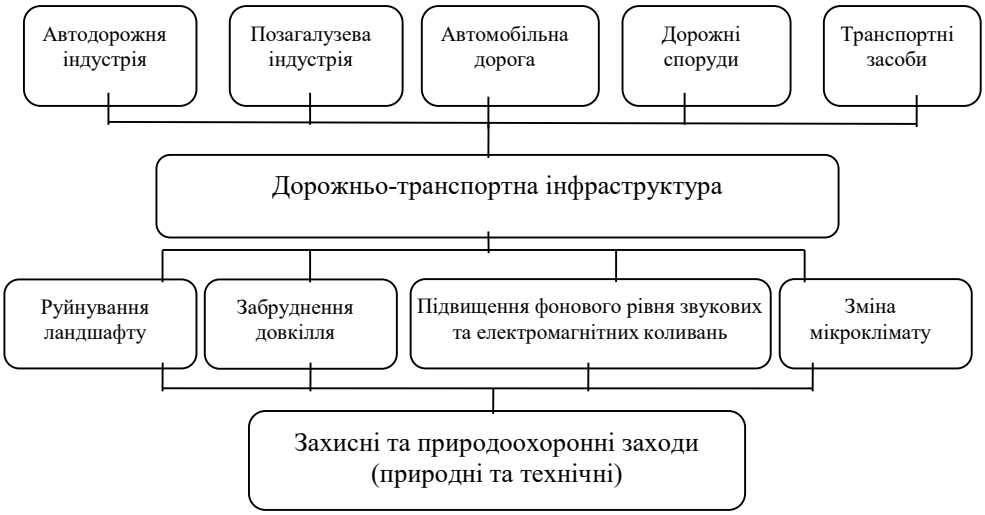


Рисунок 1 – Схема взаємодії дорожньо-транспортної інфраструктури з навколишнім середовищем

Значної шкоди навколишньому середовищу, грунтам і рослинності завдають відпрацьовані гази автомобілів, в яких містяться понад 200 токсичних речовин, в тому числі оксид вуглецю, діоксид азоту і сірки, сажа, альдегіди та інші важкі метали [3]. Автотранспортні теплові та газоподібні викиди істотно змінюють якісний і кількісний склади атмосферного повітря, його ентропію, що тягне за собою погіршення мікроклімату в придорожній смузі. У зв'язку з цим у великих населених пунктах мікрокліматичні зміни характеризуються збільшенням температури повітря на кілька градусів, зниженням ультрафіолетової радіації, зменшенням видимості, збільшенням хмарності та опадів, зміною циркуляції повітря [4].

Взаємодія автомобільного транспорту і всієї дорожньої мережі з навколишнім природним середовищем є в даний час однієї із складових частин світової екологічної проблеми. Глобальна екологічна криза призвела до визнання «меж зростання» в різних сферах. Особливо гостро і швидко ця проблема постає

при спорудженні доріг високих категорій [5]. Усвідомлення того, що великий вплив на розмив і часткове руйнування захисних кордонів біосфери створюють токсичні викиди транспортних потоків зажадало узгоджених дій світової спільноти.

Слід зазначити, що останніми роками все частіше звертають увагу на забруднення атмосфери повітря і грунтів контомінантами відпрацьованих газів, поверхневих і ґрунтових вод продуктами змиву шкідливих речовин з поверхні доріг, а також на шумовий і вібраційний вплив. Але, зазвичай, цей вплив розглядають окремо.

Через недостатню кількість вивчених функціональних залежностей взаємодії дорожнього руху з навколишнім середовищем і труднощів, пов'язаних з оцінкою взаємного впливу численних варіаційних параметрів, відсутній математичний апарат, що не дозволяє надати адекватну оцінку забруднення і прогнозування для реальних умов експлуатації. Екологічні недоліки існуючої мережі доріг в світлі концепції її сталого розвитку диктують необхідність їх поступового зменшення і усунення в процесі експлуатації.

Значення викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах автотранспорту залежать від цілого ряду чинників: відношення в суміші повітря і палива, режимів руху автотранспорту, рельєфу та якості доріг, технічного стану автотранспорту та ін Склад і обсяги викидів залежать також від типу двигуна. Викиди основних забруднюючих речовин значно нижчі в дизельних двигунах. Тому прийнято вважати їх більш екологічно чистими. Проте дизельні двигуни відрізняються підвищеними викидами сажі, що утворюється внаслідок перевантаження палива. Сажа насичена канцерогенними вуглеводнями і мікроелементами, викиди яких в атмосферу неприпустимі.

У зв'язку з тим, що відпрацьовані гази автомобілів надходять в нижній шар атмосфери, а процес їх розсіювання значно відрізняється від процесу розсіювання високих стаціонарних джерел, шкідливі речовини знаходяться практично в зоні дихання людини. Тому автомобільний транспорт слід віднести до категорії найбільш небезпечних джерел забруднення атмосферного повітря поблизу автомагістралей.

Чадний газ і оксиди азоту, настільки інтенсивно виділяються на перший погляд безневинним голубуватим димком глушника автомобіля – одна із основних причин головного болю, втоми, невмотивованого роздратування, низької працездатності. Сірчистий газ здатний впливати на генетичний апарат,

сприяючи безпліддя і природженої потворності, а всі разом ці чинники ведуть до стресів, нервовим проявам, прагненню до усамітнення, байдужості до найближчих людей. У великих містах також більш широко поширені захворювання органів кровообігу і дихання, інфаркти, гіпертонія і новоутворення. За розрахунками фахівців, «внесок» автомобільного транспорту в атмосферу становить близько 90 % оксиду вуглецю та майже 70 % оксиду азоту.

Автомобільні викиди поширюються і трансформуються в атмосфері за певними закономірностями. Так, тверді частинки розміром більше 0,1 мм осідають на поверхнях, що підстилають в основному із-за дії гравітаційних сил. Частинки, розмір яких менше 0,1 мм, а також деякі газові домішки поширюються в атмосфері під впливом процесів дифузії. Вони вступають в процеси фізико-хімічної взаємодії між собою і з компонентами атмосфери, і їх дія виявляється на локальних територіях в межах певних регіонів.

У цьому випадку розсіювання домішок в атмосфері є невід'ємною частиною процесу забруднення і залежить від багатьох факторів. Компоненти шкідливих викидів з підвищеною реакційною здатністю, потрапляючи у вільну атмосферу, взаємодіють між собою і компонентами атмосферного повітря.

Забруднення поверхні землі транспортними та дорожніми викидами накопичується поступово, залежно від кількості проходів транспортних засобів і зберігається дуже довго навіть після ліквідації дороги. Для майбутнього покоління транспортне забруднення грунту залишиться важким спадком минулого. Не виключено, що при ліквідації побудованих доріг грунт забруднений металами, що не окислилися, доведеться прибирати з поверхні.

Хімічні елементи, що накопичуються в грунті, особливо метали, добре засвоюються рослинами і через них по харчовому ланцюгу переходять в організм тварин і людини. Частина їх розчиняється і виноситься стічними водами, потрапляє потім у річки, водойми і вже через питну воду також може опинитися в організмі людини. Чинні нормативні документи вимагають поки збору та очищення стоків тільки в містах та водоохоронних зонах. Облік транспортного забруднення грунтів та водойм на території прилеглої до дороги, необхідний при проектуванні доріг 1 і 2 екологічного класу для оцінки складу забруднення грунту сільсько-господарських та сельбищних земель, а також для проектування очищення дорожніх стоків.

Для збереження родючості земель найважливіше значення має родючий шар грунту, який являє собою складну органосистему, що вимагає для свого існування певних умов. На кожному гектарі грунтового шару міститься більше однієї тонни бактеріальної біомаси, що забезпечує життєдіяльність безлічі рослинних і тваринних організмів і дають близько 99 % продуктів харчування людини. Ці дуже цінні родючі якості грунтів порівняно легко і швидко знищуються в результаті впливу ерозії, різних механічних ушкоджень, пестицидів, органічних та інших речовин. Процес же відновлення родючості грунтів дуже складний і тривалий.

Зняття родючого шару грунту проводиться, як правило, в талому стані в теплий і сухий період року. Згідно нормативних документів родючий шар грунту знімається як з територій постійного відводу, займаних дорожньої конструкцією, штучними спорудами, так і з територій, що відводяться у тимчасове користування для розміщення тимчасових будівель і споруд, кар'єрів та резервів, відвалів матеріалів та ін Родючий шар грунту можна і не знімати з територій, призначених для розміщення тимчасових будівель і споруд, складів і відвалів матеріалів, під'їзних шляхів, стоянок машин і механізмів та інших територій, якщо при цьому вжито заходів, що запобігають його забруднення паливно-мастильними матеріалами, змішування з підстилаючими грунтами та іншими матеріалами і речовинами.

З моменту введення дороги в експлуатацію відбувається міграція хімічних речовин з дорожніми в'яжучими матеріалами:

1) переміщенням частинок і їх перемішуванням в приземних шарах повітря в результаті зносу і механічного пошкодження дорожніх покриттів;

2) дифузією з поверхні полотна дороги.

Отже, можна зробити такі висновки про вплив будівництва і експлуатації автодороги на компоненти навколишнього середовища, а саме:

– *вплив на атмосферне повітря.* Основними інгредієнтами вихлопних газів є діоксид азоту та оксид вуглецю. Величина емісії залежить від конкретних параметрів дорожнього руху – швидкості потоку, поздовжнього профілю дороги, інтенсивності та складу транспортного потоку і т. п.

– *вплив на водне середовище.* Оцінка впливу на водне середовище проводиться з урахуванням наступних факторів: перетин водотоків, зміна поверхневого стоку, особливості створу річки в місці будівництва моста, вплив на річку при будівництві мосту (вплив будівництва моста на руслові процеси і

каламутність річкових вод), забруднення водних об'єктів від поверхневого (зливового) стоку з дороги.

– *вплив на рослинний світ.* При оцінці цього критерію до уваги потрібно приймати такі фактори: вирубка лісів під відвід дороги, знищення рідкісних порід дерев, чагарників і т.д., вплив забруднюючих речовин на рослинність, загибель дерев від заболочування території, викликаного будівництвом дороги.

– *вплив на тваринний світ.* Основними факторами впливу автомобільної дороги на тваринний світ є: порушення умов проживання тварин, порушення шляхів міграцій тварин, порушення місць гніздування, загибель у результаті зіткнення з автотранспортом.

– *вплив на грунти.* При роботі двигунів автомобілів в повітря з газоподібними компонентами потрапляють аерозольні і пилоподібні частки відпрацьованих газів, після чого атмосферними потоками переносяться та осідають на грунтах.

Література

1. Державні будівельні норми України ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє природне середовище при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд». – Держбуд України, К .: 2004. – С. 22.

2. Державні будівельні норми України ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. – Мінрегіонбуд України, К. : 2015. – С. 109.

3. Гончаренко Ф.П., Прусенко Є.Д., Скорченко В.Ф. Експлуатаційне утримання та ремонт автомобільних доріг за складних екологічних умов. Міністерство освіти і науки України. К., 1999. – С. 342.

4. Ахметов Л. А., Корнєв Є. В., Автомобільний транспорт та охорона навколишнього середовища. – Ташкент : Мехнат, 1990 р.

5. Проектування автомобільних доріг. Збірник наукових праць. – М. : МАДІ, 1999. Під. Ред. П.І. Поспєлова, Ю.М. Ситникова, В.І. Пуркіньє.

Рецензенти:
Хрутьба В.О., д-р техн. наук, Національний транспортний університет.
Бондаренко Л.П., канд. техн. наук, Національний транспортний університет.

Reviewers:
Hrutba V.O., Dr. Tech. Sci., National Transport University.
Bondarenko L.P., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), National Transport University.

Стаття надійшла до редакції: **27.05.2017 р**

Відомості про авторів

Артеменко Владислав Андрійович, Український гідрометеорологічний інститут державної служби України з надзвичайних ситуацій та Національної академії наук України, науковий співробітник відділу системних гідрометеорологічних досліджень, e-mail: artemenko@uhmi.org.ua, тел.. 380936011250, Україна, 03028, м. Київ, просп. Науки 37, к.34.

Гавриленко Олена Валеріївна, кандидат фізико-математичних наук, доцент, НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», e-mail: iem.gavrilenko@meta.ua

Гайдайчук Віктор Васильович, доктор технічних наук, Київский національний університет будівництва і архітектури, Україна.

Гудима І.В., молодший науковий співробітник відділу ДБМ ДП «ДерждорНДІ».

Гуляєв Валерій Іванович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри вищої математики, e-mail: mathkaf@ntu.edu.ua

Гайдайчук Віктор Васильович, доктор технічних наук, Київский національний університет будівництва і архітектури, Україна.

Дідківська Валерія Андріївна, e-mail: valeriyadidkivska@gmail.com.

Баран Сергій Анатолійович, Національний транспортний університет, аспірант кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії, e-mail: baran_serg@ukr.net, тел. +380978806451, Україна, 01103, м. Київ, вул. М. Бойчука, 42, к. 113.

Заєць Юлія Олександрівна, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, асистент кафедри вищої математики e-mail: mathkaf@ntu.edu.ua

Закревський Анатолій Іванович, кандидат технічних наук, доцент кафедри аеропортів, Національний транспортний університет, тел. (+38044) 2807073, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, ауд. 344.

Золотарьов Віктор Олександрович, доктор технічних наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, завідувач кафедри технології дорожньо-будівельних матеріалів і хімії, e-mail: kafedradsm@gmail.com, тел. +380577073726, Україна, 61002, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Каськів Світлана Василівна, асистент кафедри аеропортів, Національний транспортний університет, тел. (+38044) 2807073, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленко, 1, ауд. 344.

Корітчук Сергій Олександрович, асистент кафедри аеропортів, Національний транспортний університет, тел. (+38044) 2807073, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленко, 1, ауд. 344.

Корнієць Анна Вадимівна, аспірант кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, e-mail: annakorniiets@gmail.com, тел. 0992917354, Україна, 61002, м. Харків, вул. Маршала Бажанова, 17.

Король Валерія Юріївна, аспірантка кафедри «Експлуатація флоту і технологія морських перевезень» Одеського національного морського університету, асистент кафедри «Експлуатація портів і технологія вантажних перевезень» Одеського національного морського університету**,** e-mail: ValeriaKorol1304@gmail.com; Kirillova18@i.ua, тел. +38063-369-94-13; +38067-480-52-77, Україна, 65029, м. Одеса, вул. Мечникова, 34.

Куцман Олександр Михайлович, Національний транспортний університет, аспірант кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії, e-mail: kutsmans@ukr.net

Мозговий Володимир Васильович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії, e-mail: mozgoviy@gmail.com, тел. +380442859528, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Бойчука, 42, к. 109.

Осяєв Юрій Миколйович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри транспортного будівництва та управління майном, тел. +380442807909, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 206.

Петрович Володимир Васильович, Національний транспортний університет, кандидат технічних наук, професор, старший науковий співробітник професор кафедри будівництва та експлуатації доріг, e-mail: petrovichvv60@ukr.net, тел. +380442807338, +380442803942. Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к.136.

Пиріг Ян Іванович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, старший науковий співробітник кафедри технології дорожньо-будівельних матеріалів і хімії, e-mail: pirig2000@gmail.com, тел. +380577073726, Україна, 61002, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Попелиш Іван Іванович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри аеропорти. i_i_p@ukr.net +380442807073. Україна, 01010 м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 344.

Рідкозубов Олександр Олексійович, кандидат технічних наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, доцент кафедри

будівництва та експлуатації автомобільних доріг, redkoz66@ukr.net, +380972125987, Україна, 61002, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого 25, к. 255.

Савенко Вячеслав Якович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідуючий кафедрою, кафедра транспортного будівництва та управління майном, e-mail: svi1310@ukr.net, тел.: +38050 657 20 08, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленка, 1, к. 218.

Смолянюк Надія Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, доцент кафедри мостів, конструкцій та будівельної механіки, e-mail: kmksm@ukr.net, тел. +380507472604, Україна, 61002, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Смолянюк Роман Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, доцент кафедри будівництва та експлуатації автомобільних доріг, e-mail: rc@khadi.kharkov.ua, тел. +380503237342, Україна, 61002, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Соколова Наталія Михайлівна, Національний транспортний університет, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри управління виробництвом і майном, e-mail: nata_ns@ukr.net, тел. +380442807909, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 206.

Харченко Анна Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри транспортного будівництва та управління майном, e-mail: anna-x3@ukr.net, тел. +380442807909, Україна, 01010, м.Київ, М. Омеляновича-Павленко, 1, к. 206.

Чечет Анна Михайлівна, Національний транспорт університет, асистент кафедри транспортного права та логістики, e-mail: chechet@online.ua, тел. +38(044) 254 43 26, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленко, 1.

Шевчук Л.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, асистент кафедри вищої математики e-mail: mathkaf@ntu.edu.ua

Яценко Богдан Ігорович, кандидат економічних наук, Державний університет інфраструктури та технологій, старший викладач кафедри транспортних технологій, тел. 0939989850, Україна, 04071, м. Київ, вул. Кирилівська, буд. 9.

Яценко Ігор Володимирович, кандидат економічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри економіки, e-mail: super_inna@ukr.net, тел. +380442803016, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 313.

About the Authors

Artemehko Vladislav A., Ukrainian Hydrometeorological Institute, State Service on Emergencies of Ukraine and National Academy of Science of Ukraine, System Hydrometeorological Research, Scientific Enployee, e-mail: artemenko@uhmi.org.ua, tel. 380936011250, Nauki alenue, 37, Kyiv, Ukraine, 03028.

Baran Serhii A., National Transport University, postgraduate, department of road construction materials and chemistry, e-mail: baran_serg@ukr.net, tel. +380978806451, Ukraine, 01103, Kyiv, M. Boychuka str., 42, of. 113.

Didkivska Valeriia, e-mail: valeriyadidkivska@gmail.com

Haidaichuk V.V., Doctor of science, Kyiv National University of Construction and Architecture.

Havrilenko Olena, Candidate of physical and mathematical Sciences, Associate Professor, NTUU «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», e-mail: iem.gavrilenko@meta.ua

Hudyma I.V., junior research of road constructions materials department, M. P. Shulgin State Road Research Institute State Enterprise.

Huliaev Valeriy I., Doctor of science, professor, National Transport University, chairman of higher mathematics department, e-mail: mathkaf@ntu.edu.ua

Kaskiv Svitlana V., assistant of Airport Department, National Transport University, tel. (+38044) 2807073, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelyanovicha-Pavlenko st., 1, office 344.

KharchenkoAnna N., Candidate of technical science (PhD), associate professor, National Transport University, associate professor of Department of Transport Construction and Property Management, e-mail: anna-x3@ukr.net, tel. +380442807909, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova 1, office 206.

Koritchuk Serhei A., assistant of Airport Department, National Transport University, tel. (+38044) 2807073, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelyanovicha-Pavlenko st., 1, office 344.

Korniiets Anna V., postgraduate, department of Land Administration and Geoinformation Systems, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, e-mail: annakorniiets@gmail.com, tel. 0992917354, Ukraine, 61002, Kharkiv, str. Marshala Bazhanova, 17.

Korol Valeria, post-graduate student of the department "Fleet exploitation and technology of sea transportations" of Odessa National Maritime University, Assistant of the Department "Port operations and cargo handling technology" of the Odessa National Maritime University, e-mail: ValeriaKorol1304@gmail.com;

Kirillova18@i.ua, тел. +38063-369-94-13; +38067-480-52-77, Ukraine, 65029, Odesa, Mechnikova st., 34.

Kutsman Oleksandr M., National Transport University, postgraduate, department of road construction materials and chemistry, e-mail: kutsmans@ukr.net

Mozhovyi Volodymyr V., Doctor of science, professor, National Transport University, chairman of road building materials and chemistry department, e-mail: mozgoviy@gmail.com, tel. +380442859528, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Boychuka str., 42, office 109.

Osiaiev Yurii M., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), Associate Professor, National Transport University, Associate Professor of Department of Transport Construction and Property Management, tel. +380442807909, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovycha-Pavlenka Str., 1, office 206.

Petrovych Volodymyr V., National Transport University, Ph.D., Professor, Senior Researcher, Professor Department of Construction and Maintenance, e-mail: petrovichvv60@ukr.net, tel. +380442807338, +380442803942, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovycha-Pavlenka Str., 1, office 136.

Popelish Ivan I., candidate of the technical sciences, assistant professor, National transport university, assistant professor of the pulpit aeroports. i_i_p@ukr.net +380442807073, Ukraina,01010, Kiev, M. Omelianovycha-Pavlenka Str., 1, office 344.

Pyrig Yan Ivanovich, candidate of Science (Engineering), senior research associate, Kharkiv national university of automobile and highways, senior research associateof the department of technology of road-construction materials, e-mail: pirig2000@gmail.com, тел. +380577073726, Ukraine, 61002, Yaroslava Mudrogo st., 25.

Ridkozubov Oleksandr O., Ph.D. (Engineering), Kharkiv National Automobile and Highway University, Associate Professor of Road Building and Maintenance Department, redkoz66@ukr.net, +380972125987, 25 Yaroslava Mudroho Str., Room 255, Kharkiv, 61002, Ukraine.

Savenko Viacheslav Y., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Head of Department, Department of Transport Construction and Property Management, e-mail: svi1310@ukr.net, tel.: +38050 657 20 08, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelyanovicha-Pavlenka Str., 1, office 218.

Smolianiuk Nadiia V., Ph.D., associate professor, Kharkiv National Automobile and Highway University, associate professor department of bridges and structures and structural mechanics, e-mail: kmksm@ukr.net, tel. +380507472604 Ukraine, 61002, Kharkiv, Y. Mudroho str., str., 25.

Smolianiuk Roman V., Ph.D., associate professor, Kharkiv National Automobile and Highway University, associate professor department of road building and maintenance, e-mail: rc@khadi.kharkov.ua, tel. +380503237342 Ukraine, 61002, Kharkiv, Y. Mudroho str., 25.

Sokolova Natalia M., Candidate of science in economics, associate professor, National Transport University, associate professor of Department of Production and Property Management, e-mail: nata_ns@ukr.net, tel. +380442807909, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovycha-Pavlenka Str., 1, office 206.

Chechet Anna M., National Transport University, assistant of Transport Law and Logistics Department, e-mail: chechet@online.ua, tel. +38 (044) 254 43 26, Ukraine, 01010, Kyiv, str. M. Omeljanovich-Pavlenko, 1.

Shevchuk L.V, National Transport University, PHD, department of higher mathematics e-mail: mathkaf@ntu.edu.ua

Yatsenko Bohdan I., Candidate of Economic Sciences (Ph.D.), State University of Infrastructure and Technologies, Senior Lecturer of the Department of Transport Technologies, tel. 0939989850, Ukraine, 04071, Kyiv, vul. Kyrylivska, 9.

Yatsenko Ihor V., Cand. Econ. Sci. (Ph.D.), Associate Professor, National Transport University, Associate Professor of Economics Department, e-mail: super_inna@ukr.net, tel. +3800442803016, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovycha-Pavlenka Str., 1, office 313.

Zaiets Yu. O., National Transport University, PHD, department of higher mathematics e-mail: mathkaf@ntu.edu.ua

Zakrevskyi Anatolii I., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), Associate Professor, National Transport University, Associate Professor of Airports Department, tel. +380442807073, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovycha-Pavlenka Str., 1, office 344.

Zolotaryov Viktor Oleksandrovych, doctor of engineering science, professor, Kharkiv national university of automobile and highways, chairman of the department of technology of road-construction materials, e-mail: kafedradsm@gmail.com, тел. +380577073726, Ukraine, 61002, Yaroslava Mudrogo st, 25.