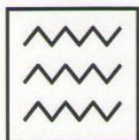




НУВГП



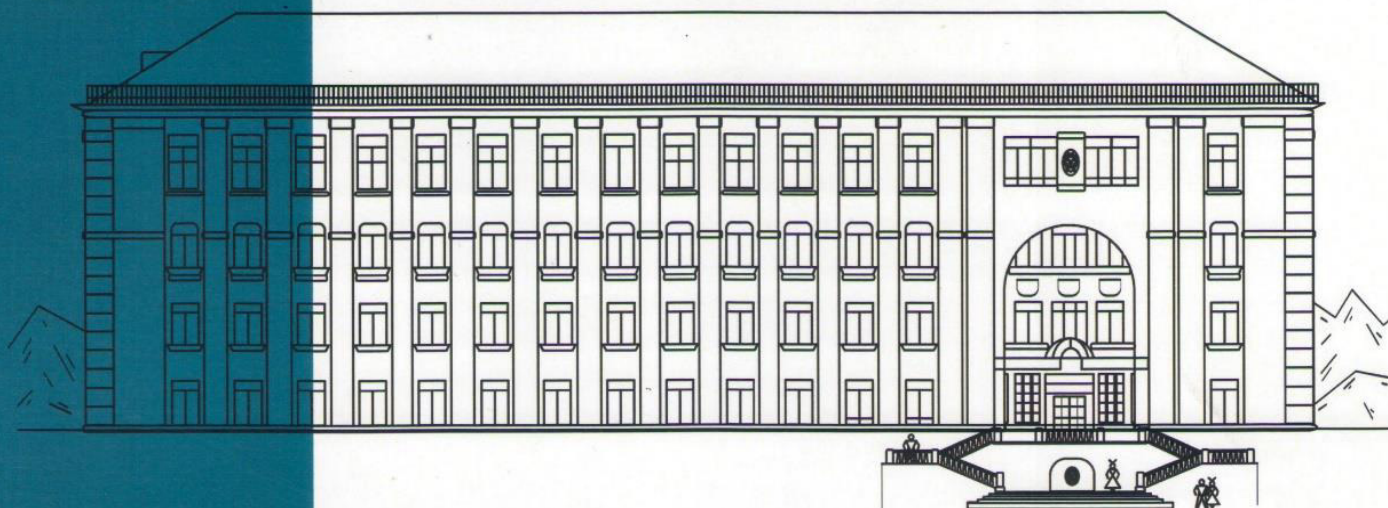
Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

# ЗБІРНИК ТЕЗ

I МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ  
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ

«ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВИТКУ  
МАШИНОБУДУВАННЯ ТА ЕФЕКТИВНОГО  
ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ  
СИСТЕМ»

*21-23 травня 2019 року*



Рівне 2019



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
NATIONAL UNIVERSITY OF WATER AND ENVIRONMENTAL  
ENGINEERING  
INSTITUTE OF MECHANICS**



**I-st INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND  
TECHNICAL INTERNET CONFERENCE**

**«INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF MACHINE-BUILDING  
DEVELOPMENT AND EFFICIENT FUNCTIONING OF TRANSPORT  
SYSTEMS»**

**May 21-23, 2019**

**Rivne – 2019**



УДК 621:656.13:347.763:378:001.895  
I – 66

*Рекомендовано вченою радою навчально-наукового механічного інституту  
Національного університету водного господарства та природокористування  
(протокол №7 від 06 червня 2019 року)*

**Рецензенти:**

*Сорока В.С.*, проректор з науково-педагогічної та навчальної роботи Національного університету водного господарства та природокористування, к.с.-г.н., доцент;

*Марчук М.М.*, директор навчально-наукового механічного інституту Національного університету водного господарства та природокористування, к.т.н., професор;

*Кравець С.В.*, д.т.н., професор, завідувач кафедри будівельних, дорожніх, меліоративних, сільськогосподарських машин і обладнання Національного університету водного господарства та природокористування;

*Кристончук М.Є.*, к.т.н., доцент, завідувач кафедри транспортних технологій і технічного сервісу Національного університету водного господарства та природокористування;

*Козяр М.М.*, д.п.н., професор, завідувач кафедри теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства Національного університету водного господарства та природокористування.

Відповідальний за випуск:

*Кристончук М.Є.*, к.т.н., доцент, завідувач кафедри транспортних технологій і технічного сервісу Національного університету водного господарства та природокористування.

*Тези доповідей друкуються в авторській редакції.*

*Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність інформації, поданої в роботах, та залишає за собою право не погоджуватися з думкою авторів на викладені проблеми.*

Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем: матеріали I Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції 21-23 травня 2019 р. Рівне : НУВГП, 2019. – 208 с. Електронне видання. Режим доступу: <https://>

*У збірнику представлені теоретичні та практичні результати напрацювань в царині інноваційних технологій в будівельному, дорожньому і сільськогосподарському машинобудуванні, ефективного функціонування транспортних систем, логістичного забезпечення транспортних процесів, технічної експлуатації і ремонту транспортних засобів, а також вітчизняного та зарубіжного досвіду підготовки фахівців у закладах вищої освіти, виконаних науково-педагогічними та науковими працівниками, докторантами, аспірантами та студентами закладів освіти, науки та інших організацій.*

Посвідчення УкрІНТЕІ № 570 від 29.11.2018 р.

## Шановні Колеги!

### Ми дуже вдячні Вам за активну участь у **I МІЖНАРОДНІЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІЙ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ «ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВИТКУ МАШИНОБУДУВАННЯ ТА ЕФЕКТИВНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ».**

Напередодні проведення конференції наш Університет підписав Договір про співпрацю з [Фондом InterMarium](#) та став учасником програми з впровадження в навчальний процес програмного забезпечення [FlexSim Software Products, Inc.](#) Національний університет водного господарства та природокористування отримав освітню мережну ліцензію для 20 робочих місць.

Цьогорічні Ваші доповіді представлені в секціях:

1. Інноваційні технології в будівельному, дорожньому і сільськогосподарському машинобудуванні;
2. Транспортні системи;
3. Логістичне забезпечення транспортних процесів;
4. Автомобільний транспорт: експлуатація та ремонт;
5. Вітчизняний та зарубіжний досвід підготовки фахівців у закладах вищої освіти.

В подальшому ми плануємо розширити коло учасників нашої Конференції, виділивши окрему секцію: **МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ТА ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ.**



*Сподіваємось на подальшу співпрацю.*

*З повагою,*

*Організаційний комітет*

## ЗМІСТ

### СЕКЦІЯ 1 ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВЕЛЬНОМУ, ДОРОЖНЬОМУ І СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ МАШИНОБУДУВАННІ

Holotiuk Mykola Stoklosa Jozef	The impact of a continuous track on soil .....	11
Братішко Вячеслав Дешко Віталій Ребенко Віктор	Подрібнювач для тонкого подрібнення сипких матеріалів .....	12
Васильчук Назар	Ножова система підпірного різання для соняшникових жаток .....	14
Дейнека Катерина Науменко Юрій	Ефект зниження енергоємності подрібнення в барабанному млині при самозбудженні автоколивачів внутрішньокамерного завантаження .....	17
Дейнека Катерина Науменко Юрій Уляницький Сергій Брошук Юрій	Експериментальне визначення розмаху автоколивачів полізернистого заповнення обертового барабана .....	20
Ляшук Олег Галан Юрій Кондратюк Олександр	Дослідження взаємодії абразивної гранули з поверхнею деталі при вібраційній обробці .....	23
Маркова Ольга	Дослідження фізико механічних властивостей шкірки гарбуза .....	26
Медвідь Сергій Кирчук Микола Кондратюк Микола	Установка для вторинної переробки асфальтобетонної суміші .....	29
Нечидюк Анатолій Гелешко Роман	Аналіз конструкцій люків оглядових колодязів підземних комунікацій .....	31
Нечидюк Анатолій Мартинюк Максим	Вдосконалення конструкцій кришки люків оглядових колодязів підземних комунікацій автомобільних шляхів .....	33
Паламарчук Дмитро	Дослідження навантажень в ланках стрілової системи крана за допомогою систем автоматизованого проектування .....	35
Похильчук Ігор Сасюк Зоя	Кінематичний синтез механізму з використанням системи MathCAD .....	37
Пуць Віталій Герасимчук Олександр	Аналіз основних тенденцій модернізації тракторів ...	38
Серілко Леонід Шаран Андрій Серілко Дмитро Комар Олександр	Дослідження роботи інерційно-гвинтового конвеєра	41

Стрілець Володимир Козяр Микола Стрілець Олег Шаран Андрій	Обґрунтування будови, принципу роботи та розрахунків муфти фланцево-пальцевої пружної .....	44
Стрілець Олег	Теоретичне обґрунтування кінематичних та енергетичних можливостей пристроїв зміни швидкості через зубчасті диференціали з замкнутими гідросистемами .....	47
Тригуб Руслана	Роль електрокарів в сучасному місті .....	50
Хітров Ігор Бабич Ярослав Бунза Олег	Конструктивні особливості корпусних деталей .....	53
Хітров Ігор Савлук Андрій	Прогнозування ресурсу роботи деталей машин .....	55
Шимко Андрій Налобіна Олена	Формалізація форми та параметрів удосконаленого підкопуючого органу картоплезбиральної машини ...	57
Шовкомуд Олександр Мартинюк Віктор	Аналіз екологічних аспектів сучасного сільськогосподарського виробництва .....	60
Щурик Володимир Серілко Леонід Сасюк Зоя Войтович Леонід	Диференціальні рівняння динаміки порожнистого ротора з частковим наповненням .....	63

## СЕКЦІЯ 2 ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ

Polishchuk Alina Zakhozha Oksana Drozdziel Pawel Krystopchuk Mykhailo	Optimization of route network of suburban passenger traffic .....	65
Zakhozha Oksana Gelashvili Otar Polishchuk Alina Krystopchuk Mykhailo	An improvement of a transport network parameters of public passenger transport on the basis of rational charts of motion of busses .....	68
Zhuk Mykola Pivtorak Halyna	Using relative neighborhood graphs for analyzing the network of external transport hubs (at the example of Lviv city) .....	71
Drozdziel Pawel Хітров Ігор Нечипорук Ілона	Оцінка транспортних послуг міста Дубно .....	74
Аулін Віктор Голуб Дмитро	Оцінка ймовірності безвідмовної роботи транспортних систем з мажоритарними схемами резервування .....	77
Бура Романа	Аналіз розміщення зупинок громадського транспорту вздовж коридорів ШАП .....	79

Бура Романа	Врахування засліплення при аналізі поведінки водіїв	80
Вакуленко Катерина Соколова Надія	Соціальна ефективність організації комбінованого режиму руху на автобусних маршрутах міста .....	82
Горяїнов Олексій	Дослідницькі проекти в сфері транспорту в межах програми CEF (Connecting Europe Facility) .....	85
Грицунь Олег Кудима Владислав	Дослідження впливу вуличної стоянки на пропускну здатність вулиць .....	88
Дорошук Вікторія Поліщук Аліна Захожа Оксана	Методи моделювання розвитку транспортної системи	91
Дубова Світлана Васильєва Ганна	Підвищення рівня функціонування транспортної інфраструктури міста .....	92
Кірічок Олександр Антонюк Валентина Шевченко Оксана	Аналіз сучасних методів функціонування систем перевезення пасажирів .....	95
Коваленко Андрій	Формування критерію вибору способу переміщення при трудових пересуваннях .....	98
Купенко Юрій Артимович Павло Плесак Михайло	Дослідження складу транспортного потоку на багатосмугових вулицях .....	103
Линник Ірина Безносюк Роман	Формування міжнародних транспортних коридорів в Україні .....	104
Пашкевич Світлана	Формування транспортних та пасажирських потоків у містах: особливості впливу потоків зовнішнього транспорту .....	107
Почужевський Олег Komada Pavel Drozdziel Pawel	Транспортні потоки у містах: формування та розподіл (на прикладі міста Рівне) .....	111
Прасоленко Олексій	Енерговитрати водія при взаємодії в транспортному потоці .....	114
Ройко Юрій Давосир Владислав Ройко Юрій Максимюк Сергій	Аналіз чинників, які визначають затримку руху на регульованих перехрестях .....	116
	Вплив показників учасників дорожнього руху на пропускну здатність нерегульованих перехресть ....	117
Тхорук Євген Кучер Олена	Моделювання пасажирських транспортних систем ..	118
Тхорук Євген Сорока Валерій Піщалюк Юлія	Прогнозування ефективності функціонування транспортної системи .....	120
Ширяєва Світлана	Фактори, що впливають на формування і розвиток мультимодальної транспортної системи України в сучасних умовах .....	122
Щраменко Наталя	Обґрунтування критерію ефективності функціонування вантажних термінальних комплексів	125

### СЕКЦІЯ 3

#### ЛОГІСТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ

Горяїнов Олексій	Ключові сфери і показники ефективності сектору транспорту і логістики в стратегії Європейського Союзу .....	126
Дорошук Вікторія Коваль Анатолій Муравинець Андрій	Формування транспортно-логістичної системи України .....	129
Пашкевич Світлана Сорока Валерій Макарічев Олександр	Логістичне управління підприємством – фактор його конкурентоспроможності .....	130
Товарянський Володимир Гаврилюк Андрій Ренкас Артур Швець Микола	Логістичні аспекти діяльності автотранспортних підприємств .....	133
Швець Микола Швець Володимир	Логістичні стимули ефективного використання транспортного комплексу .....	135
	Основні вимоги до логістичного проектування складів .....	137

### СЕКЦІЯ 4

#### АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ: ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ

Градова Євгенія	Особливості експлуатації великовантажних кар'єрних автосамоскидів на залізничних кар'єрах Криворізького регіону .....	139
Ігнатюк Роман Рижий Олександр Пахаренко Володимир	Аналіз та дослідження процесу переробки автомобільних каталізаторів .....	142
Кишун Володимир Селегейна Дмитро	Діагностика параметрів паливного насоса на автомобілі .....	145
Кіндрацький Богдан Літвін Роман	Адаптивний двомасовий маховик з мехатронною системою керування .....	147
Колесник Олег	Застосування технології SCR в автобусах «Богдан А-092» .....	149
Кравченко Олександр Чуйко Сергій	Визначення конвективного теплообміну у салоні міського автобусу на зупинках при відкритих дверях .....	150
Лапіна Олена	Аналіз способів і методів розробки метрологічного забезпечення контролю технічного стану автотранспортних засобів .....	152
Марчук Роман Марчук Назар Сахно Володимир Ященко Дмитро	Дослідження руху автопоїзда при управлінні напівпричепом шляхом гальмування коліс однієї осі на моделі .....	155



Морозюк Сергій Глінчук Валерій	Формування постачальницького ланцюга у системі забезпечення запасними частинами автосервісних підприємств .....	158
Петруня Ольга	Екологічна безпека підприємств автосервісу	161
Пікула Микола Марчук Микола	Техніко-економічні аспекти утилізації автотранспортних засобів .....	164
Свідерський Владислав Сіренко Геннадій Яремчук Василь	Розробка структурно-технологічної моделі процесу виготовлення натяжного башмака ланцюга газорозподільного механізму двигуна внутрішнього згорання .....	167
Стадник Олександр, Пашкевич Світлана	Організація переробки зношених автомобільних шин на Рівненщині .....	170
Федоров Володимир	Визначення швидкості звуку у відпрацьованих газах ДВЗ як засіб підвищення ефективності глушників шуму .....	173
Шльончак Ігор	Пристрій для виробництва водневмісного газу на борту автомобіля .....	176

## СЕКЦІЯ 5 ВІТЧИЗНЯНИЙ ТА ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Жиле Людмила	Теоретичні аспекти здійснення проектної діяльності в умовах науково-методичної роботи загальноосвітніх навчальних закладів .....	178
Ковтун Ольга	Особливості педагогічного експерименту та педагогічних умов формування світоглядної культури майбутніх медичних сестер .....	181
Козяр Микола Фещук Юрій	Олімпіада з геометричного моделювання як засіб активізації пізнавальної діяльності здобувачів закладів вищої освіти .....	183
Колій Олександр	Сучасні тенденції розвитку вищої освіти .....	185
Кондратюк Олександр	Інтегрування методів підвищення рівня графічної підготовки для формування творчого потенціалу студентів .....	187
Любий Євген	Виробнича практика в ЗВО: досвід кафедри транспортних систем і логістики ХНАДУ .....	189
Парфенюк Олексій	Графічна підготовка майбутніх фахівців у закладах вищої освіти України та зарубіжжя на зламі століть	191
Прокопчук Вікторія	Діагностика рівня сформованості професійно-термінологічного компонента професійно-особистісної ідентичності майбутніх фахівців сестринської справи .....	194



Райковская Галина Головня Вячеслав Шостачук Андрей	Геометрическое моделирование механизмов машин в профессиональной подготовке студентов инженерных специальностей .....	196
Сасюк Зоя Похильчук Ігор	Перетворення 2D-креслеників у 3D-об'єкти за допомогою програми AutoCAD .....	199
Скуйбіда Олена	Якість української освіти в контексті Європейського простору вищої освіти .....	202
Соловійов Андрій Райковська Галина	Використання «хмарних» можливостей месенджера Telegram у процесі вивчення наскрізного моделювання .....	204
Чижик Віталій	Компетентнісний підхід до підготовки фахівців у закладах вищої освіти .....	206



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

UDC 621.869.98

## THE IMPACT OF A CONTINUOUS TRACK ON SOIL

Holotiuk Mykola<sup>1</sup>, Stoklosa Jozef<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*National University of Water and Environmental Engineering,  
Soborna str. 11, 33028, Rivne, Ukraine*

<sup>2</sup>*University of Economics and Innovation in Lublin (WSEI),  
Projektowa Str.4, 20-209 Lublin, POLAND*

*The directions for the improvement of running gears of crawler tractors were analyzed. The analysis of ways to increase the efficiency of a continuous track was carried out.*

More than a quarter of all transport and technological machines nowadays are equipped with the continuous tracks [1]. This type of propulsion has proven itself under the condition of machine working, in particular of agricultural application tractor working, on the fields with complex terrain and on the fields with waterlogged soil.

There are the continuous tracks of various designs. The structure of the continuous tracks includes the caterpillars, a driving wheel (an asterisk) and a steering wheel with the support track rollers on the bogie frame with dampers.

The weight of a tractor with the continuous track is transmitted through the suspension onto the support track rollers and the caterpillars with subsequent action on the soil. The driving wheels rotate and set going the track assemblies with the support track rollers rolling over inside them with the undercarriage. While the support track rollers roll over the rear links of the track assembly get up to the top of the caterpillar making contact with the surface of the support base under the bonnet.

Ensuring flotation, ride and handling are essential to noncritical job processing of the crawler tractors. The analysis of the directions of solving these problems and the elimination of above-mentioned substandard work will allow validating the concept of improving the design of the continuous tracks.

The movement of the machine during the process of performing operations causes soil disturbance. In most cases, these changes are negative because of compaction, the tracks, the loss of fertile soil and soil modification [2].

Environmental compatibility of soil nowadays is a major asset in the development of machines. Therefore, it is necessary to make engineering solutions designing machines with the continuous track to ensure compatibility with the forest environment. The development of such solutions should be based on mathematical modeling to allow calculating and evaluating the implications of the application of machine design. Also it is necessary to take into account not only the influence of the technical parameters of the continuous track but the physical and mechanical properties of soil developing the mathematical model.

Soil density and the depth of the tracks after the continuous track are used as indicators of the impact of the continuous track on soil. It based on the indicators which describe the most accurately and adequately the effects of this interaction, and can also be determined easily by making use of the presented mathematical model and by experiment.

1. Gukov Ya.S., Drincha V.M. *Resources and priorities of agro-engineering / Ya.S. Gukov, V.M Drincha – K.: Phoenix, 2012, - 536 p.*

2. Holotiuk M.V. *Research of constructions of running gears of crawler tractors // the scientific journal 'Technical service of agro-industrial, forest and transport complexes' – Kharkiv: KPVNTUA, 2018. - № 13 – pp.90-97.*

УДК 631.363.2

## ПОДРІБНЮВАЧ ДЛЯ ТОНКОГО ПОДРІБНЕННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

## GRINDER FOR FINE COMMINUTION OF LOOSE MATERIALS

Братішко Вячеслав, Дешко Віталій, Ребенко Віктор

Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15

*We have proposed a new construction of a loose material grinder, that, by separating the grinder body into several sections and organizing the sequential movement of the material that is shredded from the previous to the next section, provides a continuous operation of the shredder, reduces the loss of the shredded material and, accordingly, air pollution of the working zone.*

Відомо, що більшість подрібнювачів, які використовують для тонкого подрібнення сипких матеріалів, працюють у порційному режимі. Такий режим роботи обумовлений вимогами до заданої якості подрібнення, яка залежить від часу знаходження матеріалу в робочій камері. Проте, порційний режим подрібнення відрізняється значними непродуктивними витратами енергії, значна частина якої витрачається на тертя матеріалу по поверхнях робочих органів та камери подрібнювача. Також при такому режимі подрібнення значна матеріалу переподрібнюється, що збільшує ризик механічних втрат переподрібненої борошноподібної фракції матеріалу та може спричинити забруднення повітряного середовища робочої зони.

Одним із шляхів забезпечення заданої якості подрібнення та зменшення питомих енерговитрат є організація такого руху матеріалу в робочій камері подрібнювача, який би забезпечував його виведення з робочої камери після досягнення необхідного ступеня подрібнення або середньозваженого розміру подрібнених часточок.

Нами було запропоновано нову (рис. 1) конструкцію подрібнювача сипких матеріалів, в якому шляхом зміни технологічної схеми та елементів конструкції забезпечуються безперервний режим роботи подрібнювача, зменшуються втрати подрібненого матеріалу та, відповідно, забруднення повітря робочої зони.

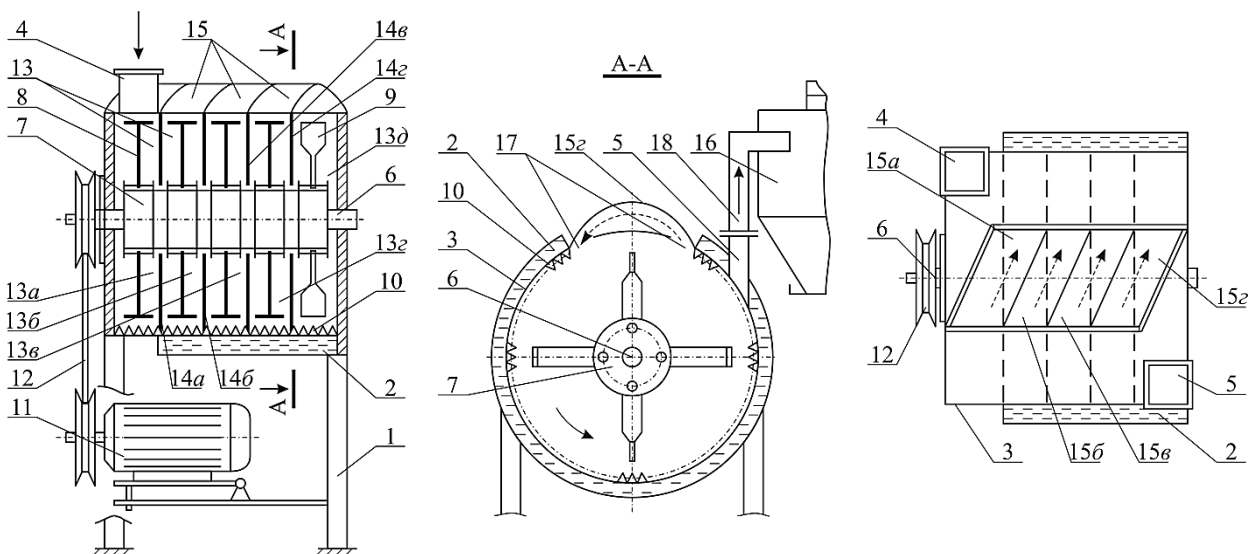


Рис. 1. Конструкційно-технологічна схема подрібнювача для тонкого подрібнення сипких матеріалів

Це досягається за рахунок розділення корпусу подрібнювача на декілька секцій та організації послідовного руху матеріалу, що подрібнюється з попередньої в наступну секцію.

Пропонований подрібнювач встановлений на рамі 1, має наділений водяною сорочкою 2 корпус 3 з впускним 4 та випускним 5 патрубками та закріплений в корпусі 3 на валу 6 ротор 7 з Т-подібними молотками 8, та пластинами-відкидачами 9 матеріалу, деку 10, прикріплену всередині корпусу 3 в зоні дії молотків 8, електродвигун 11 приводу вала 6 ротора 7, з'єднаний клинопасовою передачею 12 з останнім. Корпус 3 розділений на декілька секцій 13 (а, б, в, г, д) кільцями-перегородками 14 (а, б, в, г), між якими на спільному валу 6 ротора встановлені Т-подібні молотки 8. Кожна секція має свою деку 10. Впускний патрубок 4 розташований над першою, вхідною секцією 13-а, а остання секція 13-д (в зоні випускного патрубка 5), крім молотків 8 наділена парою пластин-відкидачів 9 матеріалу, закріплених шарнірно на роторі. Кожна пара суміжних секцій з'єднуються між собою патрубками 15 (а, б, в, г), за допомогою яких матеріал надходить з попередньої в наступну секцію, а з останньої секції матеріал подається в циклон 16. Патрубки 15 блоком кріпляться над отворами 17 в корпусі 3. Кільця-перегородки 14 по периметру кріпляться до корпусу 3.

Працює подрібнювач таким чином. Після запуску електродвигуна 11 та набрання ротором номінальних обертів через патрубок 4 подається матеріал. Це можуть бути мікродобавки до преміксів, деякі зернові матеріали, які важко подрібнити на решітних дробарках через залипання решіт (наприклад, насіння рапсу). Попавши під дію Т-подібних молотків 8 та деки 10, через декілька обертів матеріал поступово переміщується з першої секції 13-а по патрубку 15-а в секцію 13-б де також подрібнюється. Процес продовжується до надходження подрібненого матеріалу в секцію 13-д, де матеріал не лише доподрібнюється, а й лопатками пластин-викидачів 9 викидається через випускний патрубок 5 по трубопроводу 18 в циклон 16.

Таким чином, розділення корпусу подрібнювача на декілька секцій кільцями-перегородками і з'єднання їх патрубками дозволяє забезпечити послідовне переміщення матеріалу між секціями та безперервне багаторазове подрібнення матеріалу, а подача його пластинами-відкидачами в циклон дозволяє зменшити втрати подрібненого матеріалу та забруднення повітря робочої зони, що, в кінцевому підсумку, дозволяє підвищити ефективність процесу подрібнення сипких матеріалів.

УДК 633.854.78

**НОЖОВА СИСТЕМА ПІДПІРНОГО РІЗАННЯ ДЛЯ СОНЯШНИКОВИХ  
ЖАТОК**

KNIVER SYSTEM FOR SUPPORT CUTTING FOR SUNFLOWER HEADS

**Васильчук Назар***Луцький національний технічний університет,  
вул. Львівська, 75, м. Луцьк, 43000*

*The modern designs of knife systems for cutting sunflower are analyzed and their own design is developed on their basis. A comparative analysis of cutting efforts for each variant is carried out.*

Процес різання різних сільськогосподарських матеріалів є одним з найбільш енергоємних і складних. Найчастіше, в сучасних жатках застосовують плоскообертові ріжучі апарати з традиційною прямолінійною формою профілю леза ножа. Такі ножі характеризуються простотою виготовлення і подальшого обслуговування. Недоліком є висока енергоємність процесу різання. Широке застосування верстатів з ЧПУ для виготовлення деталей машин, зокрема ріжучих ножів, дозволяє значно зменшити енергоємність процесу збору соняшнику, шляхом створення ножів складнішої конфігурації.

З урахуванням викладеного, необхідність зменшення енергоємності процесу різання за рахунок вибору раціонального профілю ножів для зрізу стебел соняшнику є актуальною.

Горячкін В.П. [1] встановив, що при розділенні сільськогосподарських культур на частини шляхом рубки витрачається значний об'єм роботи, але коли поділ виконується шляхом різання по дотичній до матеріалу це потребує значно менших зусиль. Зменшення потрібного зусилля для здійснення поділу матеріалу автором пояснювалось тим, що поділ виконувався мікрозубцями леза на мікрорівні.

Обертовий ніж з радіальним розташуванням леза, який найчастіше використовується в жатках (наприклад, у жатці John Deere S690I) може лише рубати стебла без ковзання (рис.1, а). Модернізовані ножі з кутом леза, наприклад,  $10^0$  (використовується на жатці Massey Ferguson 1006) рубають стебла з незначним ковзанням (рис.1, б). Це призводить до збільшення енергоємності процесу відділення частини стебла, згідно досліджень [1], оскільки частина сили тертя переноситься в напрямку, перпендикулярному напрямку різання. При цьому лезо ножа звільняється від частини тертя і легше проникає в матеріал. На основі цього Горячкін розробив конструкцію ріжучого ножа [1], який має форму спіралі Архімеда (рис.1, в),

Рівняння такої спіралі:

$$r = r_0 + A\theta \quad (1)$$

де  $r_0$  – початковий радіус ножа,  $A$  - крок спіралі.

Різання таким ножом відбувається з ковзанням, причому, саме архімедова спіраль забезпечує незмінність коефіцієнту тертя ковзання при повороті ножа на будь-який кут. Енергоємність різання при цьому однакова по всій довжині різання без точок максимуму і мінімуму.

Для забезпечення повного перерізання стебел соняшнику використовується підпирний ніж. Важливим параметром системи основного та підпирного ножа є кут защемлення  $\chi$  (кут між двома лезами ножів). якщо кут  $\chi = 2\phi$  (де  $\phi = 25^0$  - кут тертя стебла соняшника і металу, який був встановлений нами експериментальним шляхом), то стебло соняшника буде залишатися нерухомим, якщо кут  $\chi > 2\phi$  то стебло буде відштовхуватися від осі, так як

дотична сила різання буде відштовхувати стебло соняшника від осі. Такий процес буде відбуватися до тих пір, поки кут  $\chi$  не стане рівним  $2\phi$  і сила зчеплення між ножом і стеблом буде утримувати стебло від переміщення. Тому рекомендується приймати кут  $\chi \leq 2\phi = 50^\circ$ . Тому кут  $\tau$  повинен бути не більше кута защемлення  $\chi = 50^\circ$ .

Дослідження по вибору оптимальної форми і параметрів підпiрного ножа практично відсутні. В сучасних традиційних жатках форма ріжучої поверхні основного і підпiрного ножів виконані у вигляді прямої, причому лезо може розташовуватися як перпендикулярно осі обертання, так і під деяким кутом. Горячкін [1] запропонував форму підпiрного ножа виходячи лише з умови забезпечення повного зрізу. Форма кромки леза при цьому була концентричною до форми основного ножа і повторювала її профіль (рис.1, в). При цьому підпiрні ножі в обох випадках ріжуть практично без ковзання. Тому нами пропонується виконати форму підпiрного ножа також у вигляді кривої спіралі Архімеда (рис.1, г). Таким чином буде забезпечуватися максимальна якість зрізання і мінімально стабільні енерговитрати на всій ділянці різання стебла як для основного, так і для підпiрного ножа.

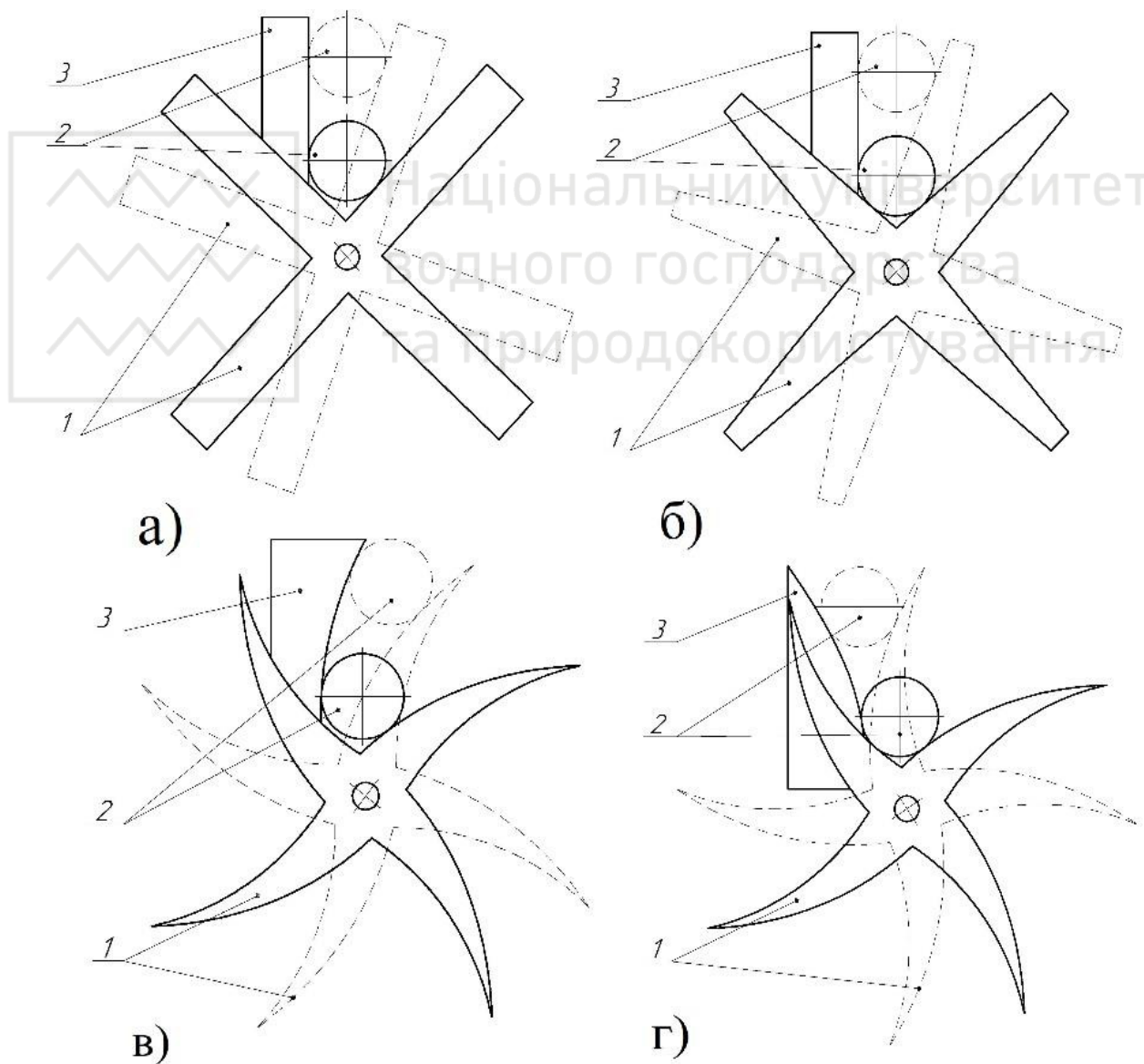


Рис.1. Схема ножових систем на жатках:

- а) John Deer S690I; б) Massey Ferguson 1006; в) за схемою Горячкіна;  
г) запропонована схема: 1 - підпiрних ніж 2 - стебло соняшника, 3 - ріжучий ніж

Були проведені дослідження і порівняння зусиль різання при різних конфігураціях ножів, для діаметрів стебел 10, 20, 30, 40 і 50 мм і на відстані 60, 80, 100, 115, 125 мм від осі обертання ножів. За отриманими результатами було побудовано поверхні сил різання для різних ножів (рис. 2.)

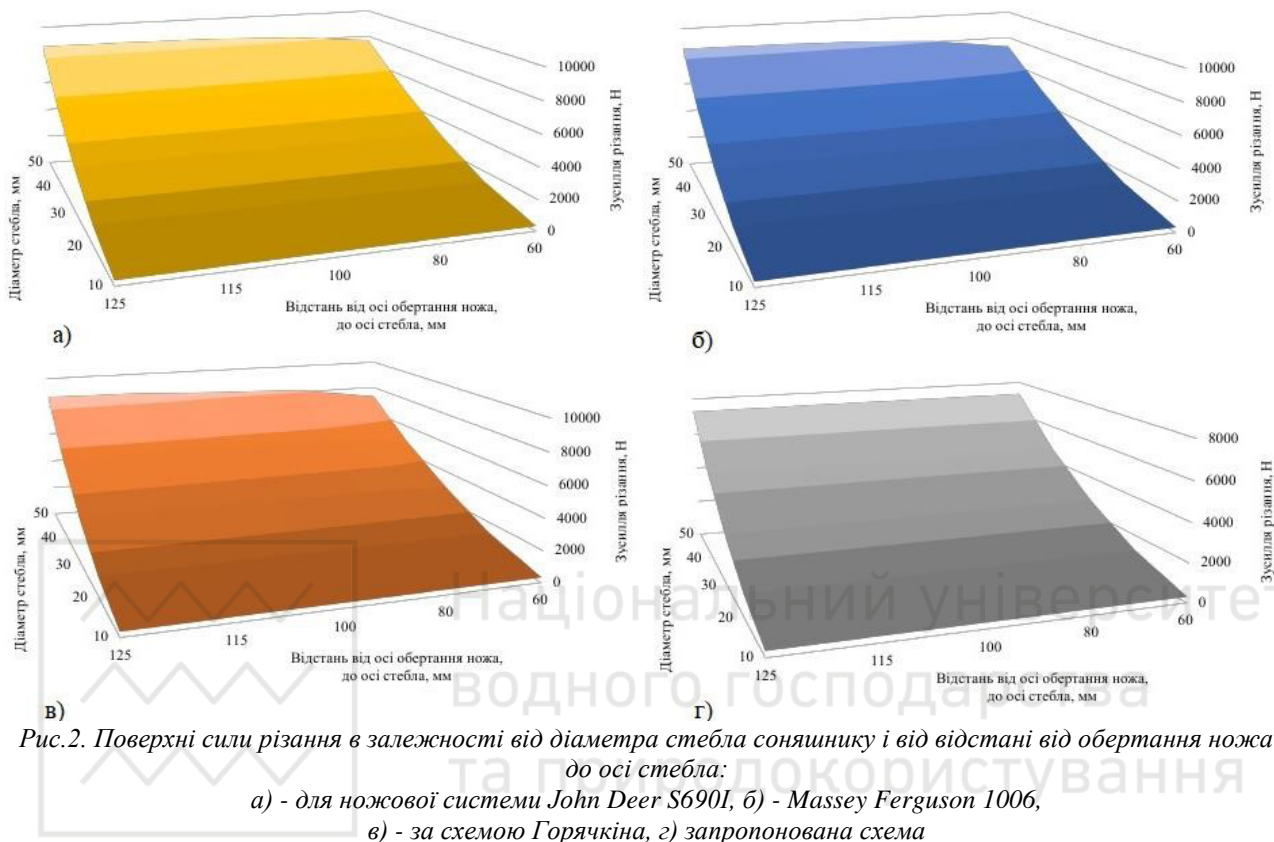


Рис.2. Поверхні сили різання в залежності від діаметра стебла соняшнику і від відстані від обертання ножа до осі стебла:  
а) - для ножової системи John Deer S690I, б) - Massey Ferguson 1006,  
в) - за схемою Горячкина, г) запропонована схема

Аналізуючи отримані поверхні розподілу результуючих зусиль різання для ножів John Deer S690I, Massey Ferguson 1006, за схемою Горячкина і запропонованої схеми отримали, що найбільше зусилля різання має ножова система Горячкина. Системи жаток John Deer S690I і Massey Ferguson 1006 також мають велике зусилля різання. Запропонована ножова система має найменше сумарне зусилля різання, тому, що кут  $\tau$  є найбільшим при всіх діаметрах стебел і відстанях стебла від осі обертання. Таким чином, зусилля різання запропонованої ножової системи, при діаметрі стебла 50 мм і відстані від осі обертання 125 мм на 15% менше ніж у жатці Massey Ferguson 1006, 16% ніж системи Горячкина і John Deer S690I. При зменшенні діаметра стебла і відстані від осі обертання ці показники будуть знижуватися.

1. Горячкин В. П. Собрание сочинений. Под ред. Н.Д. Лучинского / В. П. Горячкин. – Москва: Колос, 1968.
2. Резник Н. Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов / Н. Е. Резник. – Москва: Машиностроение, 1975. – 311 с.
3. Ивашко А. А. Вопросы теории резания органических материалов лезвием / А. А. Ивашко. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1958. – №2. – С. 34–37.
4. Львов Д. Л. Совершенствование процесса скользящего резания пищевых полуфабрикатов пластинчатыми ножами : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.12 "Процессы и аппараты пищевых производств" / Львов Д. Л. – Кемерово, 209. – 136 с.



УДК 621.926.5:539.215:531.36

## ЕФЕКТ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ПОДРІБНЕННЯ В БАРАБАННОМУ МЛИНІ ПРИ САМОЗБУДЖЕННІ АВТОКОЛИВАНЬ ВНУТРІШНЬОКАМЕРНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ

THE EFFECT OF DECREASED ENERGY INTENSITY OF GRINDING  
IN A TUMBLING MILL DURING SELF-EXCITATION OF AUTO-OSCILLATIONS  
OF THE INTRACHAMBER FILL

<sup>1</sup>Дейнека Катерина, <sup>2</sup>Науменко Юрій

<sup>1</sup>Технічний коледж Національного університету водного господарства  
та природокористування, вул. Орлова, 35, м. Рівне, 33027

<sup>2</sup>Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028

*The comparative evaluation of the effectiveness of grinding process in a tumbling mill under conventional steady and self-excited auto-oscillatory flow modes of the intrachamber fill was performed. The technological effect has been experimentally established of a significant decrease in energy intensity and a certain increase in productivity of the identified self-oscillatory grinding process, compared with the characteristics of conventional steady-state process. The established effect makes it possible to predict the rational parameters for a self-oscillatory process of grinding in a tumbling mill.*

При традиційній швидкості обертання барабанного млина, що становить 0,7...0,9 від критичної, завантаження камери здійснює циркуляційний рух у трифазному режимі із утворенням в поперечному перерізі твердотільної зони, зони невеликого падіння та зони зсувного шару. Традиційний помел здійснюється переважно ударною та стираючою дією молоткового завантаження на частинки подрібнюваного матеріалу. Технологічні результати процесу подрібнення внаслідок таких дій є приблизно співставними.

Для традиційного усталеного режиму роботи барабанного млина (рис. 1) ударна дія відбувається на поверхні ВС переходу зони невеликого падіння 2 (ABC) у зону зсувного шару 3 (BCDE). Стираюча дія реалізується у зсувному шарі 3.

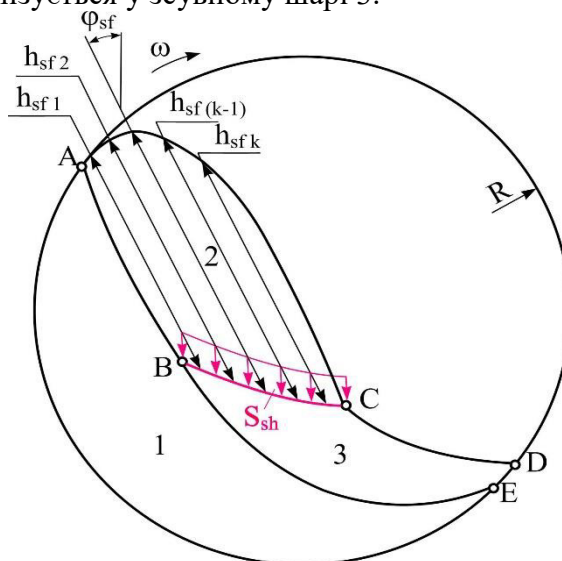


Рис. 1. Розрахункова схема визначення ударної дії завантаження в усталеному русі при відносній швидкості обертання  $\psi_{\omega}=0,75$ , ступені заповнення камери  $\kappa=0,45$  та відносному розмірі елемента завантаження у камері  $d/(2R)=0,01 \dots 0,03$ : 1 – твердотільна зона руху, 2 – зона невеликого падіння, 3 – зона зсувного шару



За умови підвищеної швидкості обертання барабанного млина, що становить приблизно 1...1,2 від критичної, відбувається самозбудження автоколивань зернистого заповнення робочої камери без ліфтерів [1,2]. При цьому завантаження здійснює коливний рух у двофазному режимі із утворенням у перерізі камери зони невеликого падіння та пульсаційної зони. У такому випадку помел здійснюється лише ударною дією.

Для автоколивного режиму (рис. 2) ударна дія виникає на поверхні ВСЕ, що містить ділянку ВС переходу зони невеликого падіння 2 (ABC) у тверdotільну зону 1 (ABCD) та ділянку CE контакту пульсаційної зони 3 (ACE) із поверхнею камери.

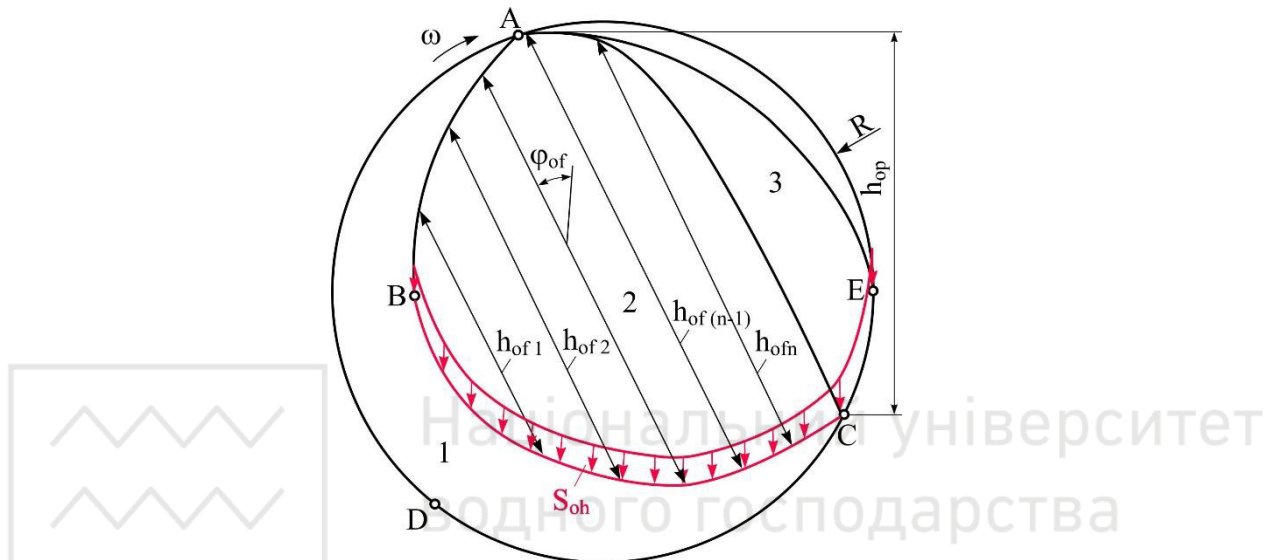


Рис. 2. Розрахункова схема для визначення ударної дії завантаження в автоколивному русі при  $\psi_{\omega}=1,1$ ,  $\kappa=0,45$  та  $d/(2R)=0,01 \dots 0,03$ : 1 – тверdotільна зона руху, 2 – зона невеликого падіння, 3 – пульсаційна зона

Прийнята якісна модель поведінки завантаження дозволила виконати кількісний аналіз його динамічної дії. Технологічні результати процесу подрібнення при традиційному та автоколивному режимах роботи млина було оцінено за допомогою порівняльного аналізу параметрів ударної дії завантаження – середніх значень сум вертикальних складових ударних імпульсів при усталеному  $S_{sh}$  і автоколивному  $S_{oh}$  режимах руху за одиницю часу (рис. 1 та 2) та відповідних середніх значень сум потужностей таких імпульсів  $P_{sh}$  і  $P_{oh}$ .

Було використано вираз для співвідношення  $P_{oh}$  та  $P_{sh}$

$$\frac{P_{oh}}{P_{sh}} = \frac{K_{to}(1 - \kappa_{op})\psi_{\omega\omega} K_{vhof}^2 h_{of} + \kappa_{op}\psi_{\omega\omega} K_{vhop}^2 h_{op}}{K_{ts}\psi_{\omega\omega} K_{vhs}^2 h_{sf}}$$

де  $\kappa_{op}$  – масова частка пульсаційної зони у масі всього завантаження при автоколивному режимі,  $K_{ts}$  – оборотність завантаження при усталеному режимі,  $K_{to}$  – оборотність завантаження при автоколивному режимі,  $\psi_{\omega\omega}$  – відносна швидкість обертання барабана при усталеному режимі,  $\psi_{\omega\omega}$  – відносна швидкість обертання барабана при автоколивному режимі,  $\psi_{\omega\omega}$  – відносна колова частота автоколивань завантаження,  $K_{vhs}$  – середній коефіцієнт втрати вертикальної складової швидкості частинок завантаження у зоні невеликого падіння при усталеному режимі,  $K_{vhof}$  – середній коефіцієнт втрати вертикальної складової швидкості частинок у зоні невеликого падіння при автоколивному режимі,  $K_{vhop}$  – середній коефіцієнт втрати вертикальної складової швидкості частинок у пульсаційній зоні при автоколивному режимі,  $h_{sf}$  – середня висота падіння частинок у зоні невеликого падіння при усталеному режимі,  $h_{of}$  – середня висота падіння частинок у зоні невеликого падіння при автоколивному режимі,  $h_{op}$  – середня висота падіння частинок у пульсаційній зоні при автоколивному режимі.

Графіки залежностей  $P/P_{sh}$  для змінних значень чисельника  $P_{sh}$  та  $P_{oh}$  протягом періоду автоколивань наведено на рис. 3.

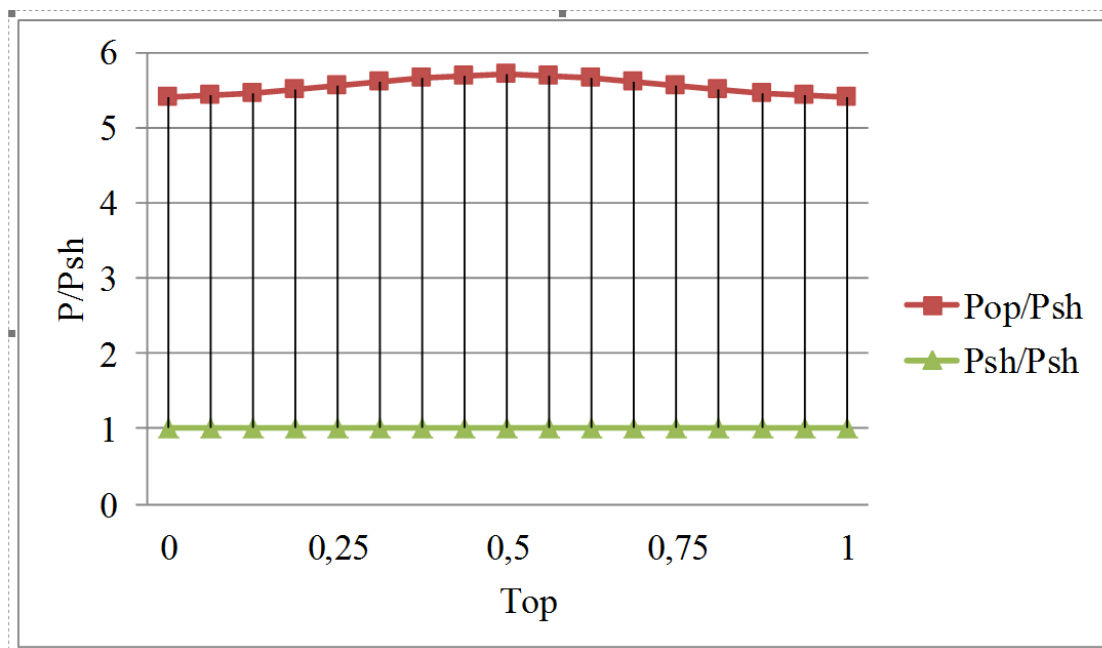


Рис. 3. Залежність відношень середніх сум потужностей вертикальних складових ударних імпульсів для автоколивного та усталеного режимів за одиницю часу  $P/P_{sh}$  протягом періоду автоколивань  $T_{op}$

Для порівняльної оцінки впливу ударної дії молотного завантаження на продуктивність процесу подрібнення в барабанному млині було застосовано лабораторний кульовий млин. Як подрібнюваний матеріал було використано цементний клінкер, який був підготовлений шляхом попереднього дроблення і мав відносний розмір частинок  $d_m/(2R) < 0,0059$ . Як молотні тіла було застосовано сталеві кульки із відносним розміром  $d_b/(2R) < 0,026$ .

Ступінь заповнення камери молотним завантаженням становила  $\kappa = 0,45$ . Ступінь заповнення завантаження частинками подрібнюваного матеріалу становила  $\kappa_m = 0,4$ , що відповідало повному заповненню частинками проміжків між кульовими молотними тілами в спокої. Тривалість процесу подрібнення становила 30 хв.

Продуктивність процесу подрібнення оцінювалась за значеннями просіву через сито із розміром комірок 0,08 мм. Продуктивність визначалась у відносних одиницях за виразом  $C = 1 - (m_r/m_m)$ , де  $m_r$  – маса залишку на ситі подрібненого матеріалу після просіювання,  $m_m$  – загальна маса порції подрібненого матеріалу до просіювання. Енергоємність процесу подрібнення оцінювалась за відношенням  $E = P_d/C$ , де  $P_d$  – потужність приводу обертання завантаженого барабана.

Таким чином, було виявлено, що відношення ударних імпульсів завантаження для автоколивного та усталеного режимів руху становить 2,32...2,39. Відношення потужностей таких імпульсів, за таких умов, складає 5,41...5,7. Було встановлено, що питома енергоємність подрібнення для автоколивного режиму є на 27,2 % нижчою за енергоємність традиційного усталеного. Такий технологічний ефект було зареєстровано при ступені заповнення камери 0,45, відносному розмірі кульових елементів завантаження 0,026 та повному заповненні подрібнюваним матеріалом проміжків між молотними тілами. Продуктивність подрібнення, за таких умов, для автоколивного режиму є на 6,7 % вищою за продуктивність традиційного.

1. Deineka K. Yu., Naumenko Yu. V. The tumbling mill rotation stability // *Naukovyi Visnyk Nationalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2018. Issue 1 (163). P. 60-68.

2. Deineka K., Naumenko Yu. Revealing the effect of decreased energy intensity of grinding in a tumbling mill during self-excitation of auto-oscillating of the intrachamber fill // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1, Issue 1 (97). P. 6-15.

УДК: 621.926.5:539.215:531.36

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМАХУ АВТОКОЛИВАНЬ  
ПОЛІЗЕРНИСТОГО ЗАПОВНЕННЯ ОБЕРТОВОГО БАРАБАНА****EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE SELF-OSCILLATION RANGE  
OF ROTATING DRUM POLYGRANULAR FILL**<sup>1</sup>Дейнека Катерина, <sup>2</sup>Науменко Юрій, <sup>2</sup>Уляницький Сергій, <sup>2</sup>Брошук Юрій<sup>1</sup>Технічний коледж Національного університету водного господарства  
та природокористування, вул. Орлова, 35, м. Рівне, 33027<sup>2</sup>Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028

*The influence of the rotating drum two-phase polygranular intrachamber fill structure on the self-oscillation range is considered. The method of visual analysis of flow patterns in a rotating chamber and the measurement of a dilatancy were applied. The effect of the self-oscillation range reducing with an increase in the content of the fine fraction and a decrease in the relative size of the particles of a large fraction was established.*

Чинниками самозбудження автоколиваний полізернистого завантаження обертового барабана є дилатансія заповнення та демпфуюча дія частинок дрібної фракції на взаємодію частинок крупної фракції. Додатна зсувна дилатансія полягає у збільшенні об'єму, шляхом розуцільнення, розпушування та розпорощення, внаслідок зсувної деформації при переміщенні частинок у напрямку, що є нормальним до напрямку зсування.

Розмах автоколиваний є різницею між максимальним та мінімальним значенням дилатансії заповнення за період коливаний.

Технологічна ефективність автоколиваний процесів подрібнення в барабанних млинах полягає у збільшенні частки активної частини завантаження камери традиційного конструктивного рішення без виступаючих елементів на поверхні, що виконують функції ліфтерів. Інтенсивність пульсацій завантаження при самозбудженні у значній мірі визначається розмахом автоколиваний.

Як метод досліджень було застосовано візуальний аналіз картин руху заповнення у перерізі камери обертового барабана (рис. 1) та вимірювання дилатансії (рис. 2).

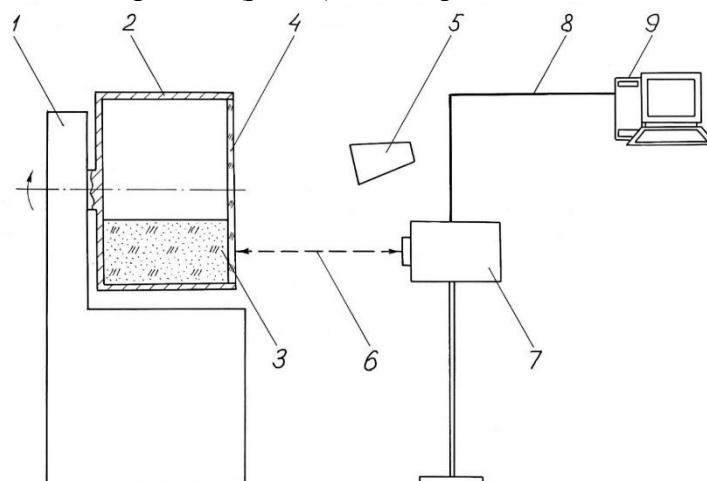


Рис. 1. Схема системи візуалізації поведінки заповнення у поперечному перерізі камери: 1 – блок приводу обертання та контрольно-вимірювальних приладів, 2 – змінний барабан, 3 – полізернисте заповнення камери, 4 – прозора торцева стінка камери, 5 – освітлювач, 6 – проєкціювання картин руху, 7 – цифрова відеокамера, 8 – канал передавання інформації, 9 – комп'ютер для візуалізації картин руху

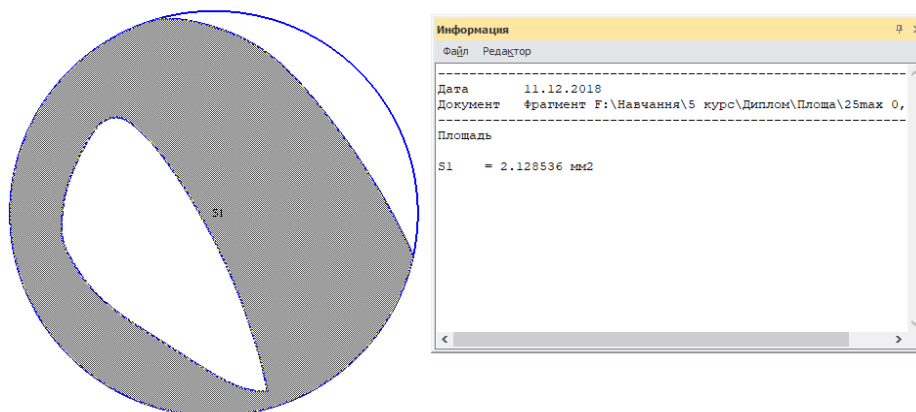
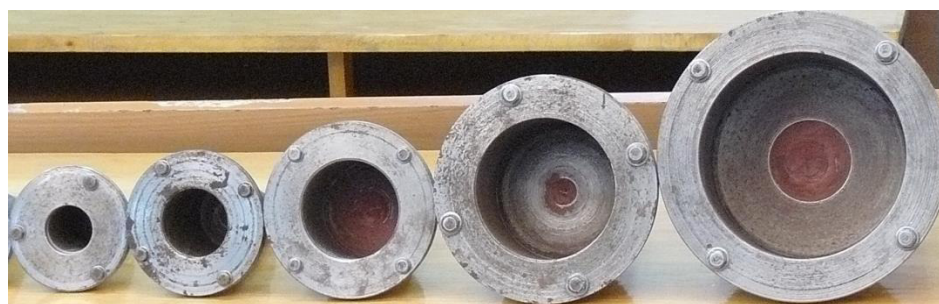


Рис. 2. Методика обчислення дилатансії завантаження за картиною руху за допомогою програмного забезпечення КОМПАС-3D v16

Як робоче середовище було використано двофракційний полізернистий матеріал. Крупна фракція моделювала молольні тіла барабанного млина, а дрібна – частинки подрібнюваного матеріалу. Крупну фракцію склали частинки незв'язного зернистого матеріалу сферичної форми зі середнім розміром  $d=2,2 \cdot 10^{-3}$  м. Дрібну фракцію становили частинки цементу.

Як змінні фактори експериментальних досліджень було вибрано ступінь заповнення проміжків між частинками крупної фракції у стані спокою частинками дрібної фракції  $\kappa_M = w_M / (0.4\kappa R^2 L)$ , відносний розмір частинок крупної фракції у камері барабана  $d_{2R} = d / (2R)$  та ступінь заповнення камери у стані спокою  $\kappa = \kappa / (\pi R^2 L)$ , де  $w$  – об'єм порції крупної фракції у стані спокою,  $w_M$  – об'єм порції дрібної фракції, 0.4 – об'ємна частка проміжків між сферичними частинками крупної фракції у стані спокою,  $R$  – радіус камери,  $L$  – довжина камери.

За дискретні значення змінних факторів було прийнято:  $\kappa_M=0, 0.25, 0.5$  та  $1, d_{2R}=0.00519, 0.00733, 0.0104, 0.0147, 0.0208, 0.0293, 0.0415$  та  $0.0587, (R=212, 150, 106, 75, 53, 37.5, 26.5$  та  $18.75$  мм) (рис. 3),  $\kappa=0.25, 0.35$  та  $0.45$ .

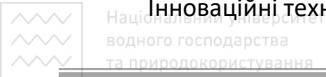


а



б

Рис. 3. Змінні барабани: а –  $R=0,01875, 0,0265, 0,0375, 0,053$  та  $0,075$  м; б –  $R=0,106, 0,15$ , та  $0,212$  м



Розмах автоколивань оцінювався за величиною його приросту:  $R_v = v_{max}/v_{min} - 1 = S_{max}/S_{min} - 1$ , де:  $v_{max} = S_{max}/(\kappa\pi R^2)$  – максимальне,  $v_{min} = S_{min}/(\kappa\pi R^2)$  – мінімальне значення дилатансії за один період пульсацій заповнення;  $S_{max}$  – максимальне,  $S_{min}$  – мінімальне значення площі перерізу розпоршеного заповнення камери на картині руху за один період пульсацій.

На рис. 4 наведено отримані графічні залежності зміни  $R_v$  від  $d_{2R}$  та  $\kappa_m$ .

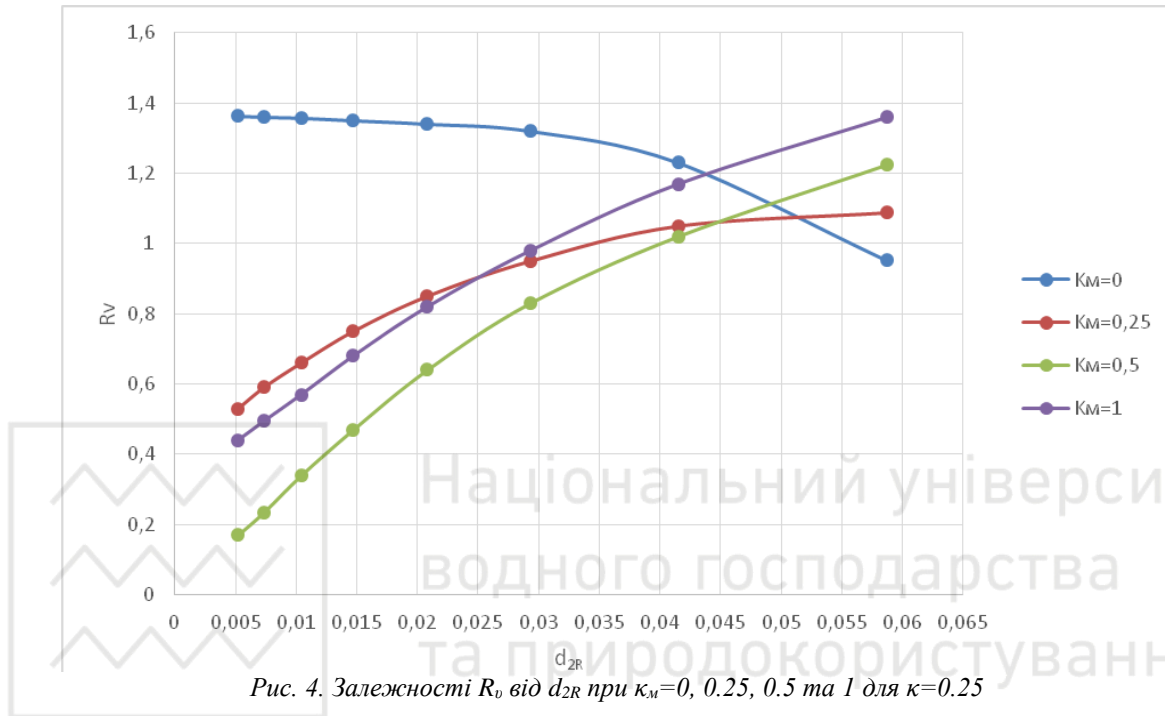


Рис. 4. Залежності  $R_v$  від  $d_{2R}$  при  $\kappa_m=0, 0,25, 0,5$  та  $1$  для  $\kappa=0,25$

Із рис. 4 випливає, що, за відсутності дрібної фракції у заповненні  $\kappa_m=0$ ,  $R_v$  зростає зі зменшенням  $d_{2R}$ . За наявності дрібної фракції  $\kappa_m>0$ ,  $R_v$  спадає зі зменшенням  $d_{2R}$ . Інтенсивність зростання  $R_v$ , за умови  $\kappa_m=0$ , та спадання  $R_v$ , за умови  $\kappa_m>0$ , при зменшенні  $d_{2R}$ , різко посилюється зі зменшенням  $\kappa$ .

Таким чином, експериментально встановлено ефект спотворення характеру усталеного трифазного режиму руху двофракційного полізернистого заповнення камери обертового барабана при самозбудженні автоколивань. Прояв ефекту полягає у посиленні зв'язних властивостей частинок незв'язної крупної фракції заповнення під впливом частинок дрібної фракції. Зв'язний вплив спричинює явища зчеплення поблизу стінки камери, внаслідок злипання шарів заповнення і налипання на стінку, та зрідження у центральній частині камери у вигляді взаємного проковзування шарів. Збільшення  $\kappa_m$  і зменшення  $d_{2R}$  посилюють зчеплення та зрідження. Зменшення  $\kappa$  посилює зчеплення та послаблює зрідження. Максимальний розмах автоколивань  $R_v$  спадає із посиленням зв'язних властивостей двофракційного заповнення. При однофракційному заповненні  $R_v$  зростає зі зменшенням  $d_{2R}$  та  $\kappa$ . При двофракційному заповненні  $R_v$  зростає зі зменшенням  $\kappa_m$ , збільшенням  $d_{2R}$  та зменшенням  $\kappa$ .

1. Дейнека К. Ю., Науменко Ю. В. Вплив структури полідисперсного завантаження обертового барабана на самозбудження автоколивань // *Вібрації в техніці та технологіях*. 2018. № 3(90). С. 75–82.
2. Дейнека К. Ю., Науменко Ю. В. Вплив ступеня заповнення обертової камери на автоколивання зернистого завантаження // *Вібрації в техніці та технологіях*. 2017. № 4(87). С. 65–69.
3. Дейнека К. Ю., Науменко Ю. В. Параметри автоколивань внутрішньокамерного завантаження барабанного млина // *Вібрації в техніці та технологіях*. 2016. № 3(83). С. 29–34.

УДК 621.9.048

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ АБРАЗИВНОЇ ГРАНУЛИ З ПОВЕРХНЕЮ ДЕТАЛІ ПРИ ВІБРАЦІЙНІЙ ОБРОБЦІ

### INVESTIGATION OF INTERACTION OF ABRASIVE GRANULA WITH SURFACE DETAILS IN VIBRATION PROCESSING

**Ляшук Олег, Галан Юрій**

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
Кафедра автомобілів, навч. кор. № 9, вул. Текстильна 28А, Тернопіль.*

**Кондратюк Олександр**

*Національний університет водного господарства та природокористування  
ННМІ, кафедра ТМІГМ, навч. кор. № 3, каб. 310, вул. Олексі Новака 77, Рівне, 33028.*

*In this work a review of vibration processing, analysis of the interaction of the abrasive granule of the working medium in its various forms was carried out. The basic types of circulation of a loose abrasive medium are determined, which determines the energy level and the intensity of the processing of parts.*

Важливим напрямком науково-технічного прогресу є широке впровадження передових технологій, матеріалізації обґрунтованих науково-технічних ідей, створення нових знарядь праці, систем машин, які визначають прогрес в різних галузях народного господарства. Це закладає основи виходу на принципово нові, ресурсозберігаючі технології, підвищення продуктивності праці і якості продукції.

Важливе значення в забезпеченні якості машинобудівельної продукції мають високопродуктивні методи зачисної, шліфувальної і зміцнюючої обробки деталей складних профілів і малої жорсткості. Рішення задач з ефективною механізацією цих операцій, це розробка і впровадження нових високопродуктивних методів фінішної обробки, один із яких є вібраційний. Це без сумніву потребує подальшого різностороннього дослідження процесу вібраційного оброблення, рішення цілого ряду питань конструювання обладнання і оснащення, створення або підбір ефективних, малодефіцитних робочих середовищ, розробки і дослідження нових різновидних вібраційних методів [1], особливо оброблення деталей складних профілів і малої жорсткості, куди доступ ріжучих інструментів обмежений, або неможливий.

Одним із головних напрямів інтенсифікації вібраційного оброблення є розробка нових її різновидностей. Інтенсивність вібраційного оброблення (ВіО) визначається зняттям металу, або ступенем пластичного деформування поверхні в результаті взаємодії абразивної гранули з деталлю. Чим вище енергетичний рівень середовища, тим більша сила такої взаємодії. При шпindelному вібраційному обробленні (ШВіО) підвищення інтенсивності досягається за рахунок поєднання енергії гранули, яку вона отримала від віброкамери, і енергії додаткового руху закріпленої деталі. Особливістю віброабразивного електрохімічного оброблення (ВіАЕХО) є те, що в зону взаємодії гранули і деталі додатково підводиться енергія електрохімічної реакції. Проходить анодне розчинення поверхневого шару деталі, яка обробляється, і його механічне зняття гранулами. Продуктивність процесу порівняно з ВіО підвищується. Суть методу магніто-віброабразивного оброблення (ВіМтАО) полягає у тому, що від окремого джерела в робочу зону вібраційної установки підводиться енергія постійного або змінного силового магнітного поля. Вібротермомеханічний метод (ВіТМО) проводить оброблення з підігрівом деталей.

В розглянутих випадках підвищення інтенсивності ВіО досягається за рахунок одночасної дії на робоче середовище двох і більше видів енергій або додаткових рухів деталей, які обробляються. Енергетичний рівень робочого середовища можна підвищити, якщо віброуючій камері надати додаткові переміщення [2, 3]. Ускладнення кінематичного руху камери потрібно проводити таким чином, щоб завантажене робоче середовище піддавати одночасній взаємодії направлених вібрацій і відцентрових сил.



Цю ідею покладено в основу розроблення нових процесів вібраційно-відцентрового оброблення (ВВО) і обладнання для його здійснення особливо для деталей складної конфігурації і малої жорсткості.

На рис.1 показана схема взаємодії абразивної гранули з поверхнею деталі при ВіО.

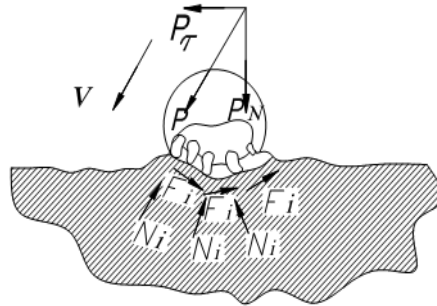


Рис. 1. Схема взаємодії гранули з оброблюваною поверхнею при ВіО

Обробляюча гранула, отримавши імпульс енергії від поверхні камери, яка коливається зі швидкістю  $V$ , вдаряється по поверхні деталі. Силу вібрації  $P$  розкладемо на дві складові: нормальну  $P_N$ , при допомозі якої гранула проникає в поверхню, яка обробляється, і дотичну  $P_T$ , яка зміщує гранулу вздовж поверхні. Зі сторони деталі на зерна абразивної гранули, які знаходяться в зоні різання, діють складові нормальної реакції  $N_i$  та сили тертя  $F_i$ . Вид циркуляції сипучого абразивного середовища під дією цих сил в основному проходить по плоскій еліптичній траєкторії.

При ВВО на гранулу крім сили вібрації  $P$  діє відцентрова сила  $P_e$  (рис. 2) [4]. Сумарна сила удару  $R$  при ВВО рівна геометричній сумі сил  $P$  і  $P_e$ . Гранула під дією складових  $R_T$  і  $R_N$  лишає на поверхні подряпину більшого об'єму ніж при дії  $P_N$  і  $P_T$ . Циркуляція робочого середовища під дією сумарних сил проходить по спіралі, яка координується точками кріплення рухомої робочої камери до нерухомої частини (корпуса) вібраційно-відцентрової установки.

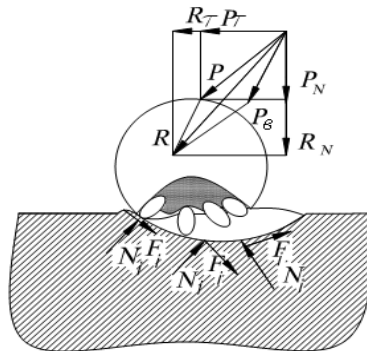


Рис. 2. Схема взаємодії абразивної гранули з оброблюваною поверхнею при ВВО

Для розширення можливостей вібраційно-відцентрового оброблення створюються нові пристрої, в яких крім сил вібрації  $P$  і відцентрових сил  $P_e$ , діють ще додаткові сили, наприклад сили від обертання робочої камери з механізмом вібраційно-відцентрових коливань  $P_{об}$ . Характер виду сумарних сил взаємодії абразивної гранули сипучого робочого середовища з оброблюваною поверхнею деталей і їх різновидність запропоновано на схемах (а) і (б) рис.3.

Аналізуючи наведені схеми можливих варіантів взаємодії абразивної гранули з поверхнею деталі, можна зробити висновок, що сумарна сила удару залежить від напрямків обертання робочої камери з механізмом вібраційно-відцентрових коливань і вібраційно-відцентрових коливань.

При співпадінні напрямків обертання робочої камери і вібраційно-відцентрових коливань сумарна сила удару  $R_{сум}$  буде рівна геометричній сумі вібраційно-відцентрових сил  $R$  і сили обертання робочої камери з механізмом вібраційно-відцентрових коливань  $P_{об}$ .



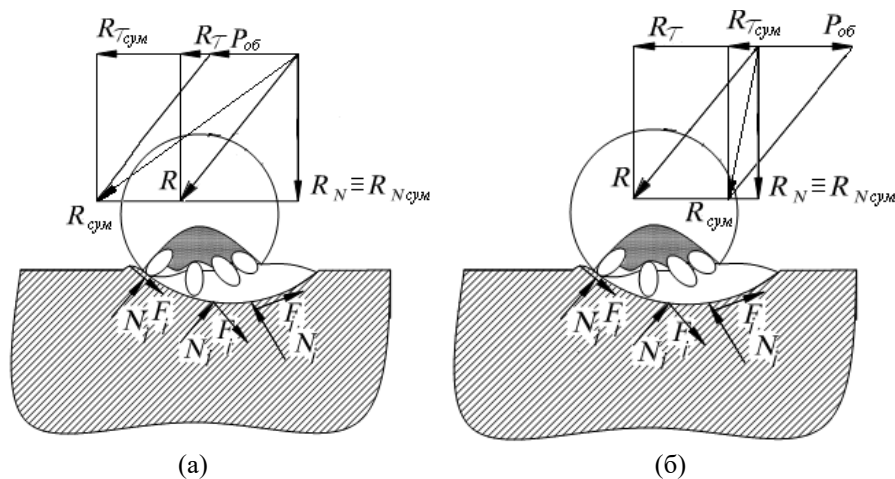


Рис. 3. Схема взаємодії абразивної гранули з оброблюваною поверхнею при ВВО і обертання

Гранула під дією складових  $R_{сум}$  і  $P_{об}$  лишає на поверхні подряпину ендетичну подряпині при ВВО, так як  $R_N$  рівна  $R_{Nсум}$  і тиск абразивної гранули на оброблювану поверхню не змінюється. При цьому швидкість переміщення абразивної гранули відносно оброблюваної поверхні збільшується, тому що  $R_{тсум}$  більша від  $R_т$ . Циркуляція робочого середовища під дією сумарних сил буде проходить по спіралі, в якій крок між вітками буде збільшений, що приведе до “ламінарного”, більш лагідного характеру руху сипучого абразивного середовища.

При протилежних напрямків обертання робочої камери і вібраційно-відцентрових коливань сумарна сила удару  $R_{сум}$  буде рівна геометричній сумі  $R$  і  $P_{об}$ . Гранула буде лишати на поверхні подряпину подібну подряпині при ВВО, так як  $R_N$  рівна  $R_{Nсум}$  і тиск абразивної гранули на оброблювану поверхню не змінюється. При цьому швидкість переміщення абразивної гранули відносно оброблюваної поверхні зменшується, тому що  $R_{тсум}$  менша від  $R_т$ . Циркуляція робочого середовища під дією сумарних сил буде проходить по спіралі, в якій крок між вітками буде зменшений, що приведе до “турбулентного”, більш агресивного характеру руху сипучого абразивного середовища.

Запропоновані моделі розкривають фізичну суть взаємодії гранули з поверхнею деталі. Одночасна дія сили вібрації, відцентрової сили і сил обертання на абразивну гранулу збільшує об’єм, а значить і вагу знятої мікростружки, змінює характер руху сипучого абразивного середовища, що забезпечує підвищення інтенсивності ВВО і розширяє її технологічні можливості.

1. Бабичев А.П. Вибрационные станки для обработки деталей / А.П. Бабичев, В.Б. Трунин, Ю.М. Самодумский, В.П. Устинов. – М.: Машиностроение, 1984. – 168 с.
2. Отделка поверхности и повышение прочности деталей при объемной вибрационной обработке. / М.Н. Юцунев // Упрочняюще-калибрующие методы обработки деталей. – Ростов н/Д.: РИСХМ, 1970. – С.174-176.
3. Отделочно-упрочняющая обработка в установке с вибрирующим и вращающимся контейнером. / М.Н. Юцунев // Вибрационная обработка деталей машин и приборов. – Ростов н/Д.: РИСХМ, 1972. – С. 105-112.
4. Кондратюк О.М. Теоретична модель процесу вібраційно-відцентрової обробки / О.М. Кондратюк // Вісник НУВГП: зб. наук. пр. – Рівне: НУВГП, 2007. – Вип. 2(38). – С. 286-293.
5. Oleksandr Kondratyuk Investigation of the interaction of abrasive working medium particle in vibration treatment with machined parts of surfaces / Alexander Kondratyuk, Oleg Ljasuk, Volodymyr Klen Action, Yuri Galan // Bulletin of the TNTU: Sciences. same- Ternopil: TNTU, 2017. - Vip. 2 (86). - P. 32 - 40.
6. THEORETICAL SUBSTANTIATION OF VIBRATION-CENTRIFUGAL FINISHING OF PARTS BY LOOSE ABRASIVES Oleksandr Kondratiuk, Volodymyr Teslia, Ivan Kuchvara, Pavlo Bosiuk, Yuriy Galan MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture –2018. Vol.20. No.1. 73-78. LUBLIN –RZESZÓW 2018.



УДК 635.621:631

**ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ШКІРКИ  
ГАРБУЗА**

RESEARCH OF PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF HARBOOS SCROLL

**Маркова Ольга***Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

*The results of experimental research of physical and mechanical properties of pumpkin skin are presented. The experiments were performed by the author for the further use during development of the working bodies of machines for primary processing of pumpkin.*

Гарбуз має високе харчове та кормове значення та може споживатись як натуральний продукт без додаткової обробки так й у вигляді виробів переробної галузі. Вміст у плодах гарбуза вітамінів А, Е, С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР і таких рідких вітамінів, як Т і К робить її дуже корисною для організму людини. Плоди гарбуза містять також таку кількість білка, яка співставляється з його вмістом у м'ясі.

Плоди гарбуза рекомендовано також до застосування тваринам, зокрема для молочних корів. Додавання гарбуза у корми сприяє підвищенню надоїв і збільшенню вмісту жиру в молоці [1]. Відходи виробництва олії з насіння гарбуза використовують для медичних цілей.

Гарбуз – одна з найбільш урожайних і рентабельних культур. Урожайність гарбуза сягає 50 – 70 ц/га.

В Україні вирощують три види гарбуза – твердокорий, крупноплідний, мускатний.

За даними Державного статистичного управління [2] у 2018 році в Україні посівні площі під гарбузами зросли майже вдвічі у порівнянні з 2017 роком і становили 1 тис. га.

У Рівненській області на даний час відроджують виробництво гарбуза. У 2019 році компанія ТОВ «Фаворит-Агро» - високотехнологічне сільськогосподарське підприємство-виробник, яке було створено в 2005 році в м. Корець Рівненської області, планує засіяти тисячі гектар даною культурою після багаторічної перерви. Успішний розвиток даного напрямку сільськогосподарського виробництва можливий не лише за умови організації збуту продукції, а й за умови розвитку переробного виробництва в господарстві, яке займається вирощуванням даної культури.

Сучасний розвиток сільського господарства вимагає вирішення цілої низки задач, серед яких зростання товарного виходу продукції з високими якісними показниками за умови значного зменшення або повного виключення ручної праці.

Слід зауважити, що переробка такої культури, як гарбуз не дозволяє повністю виключити ручну працю. Це пов'язано з властивостями культури.

Технологія переробки є трудомісткою, що пов'язано з відсутністю високоефективних засобів механізації процесу розділення насіння та м'якоті за умови збереження останньої для подальшої переробки.

З урахуванням вище зазначеного, задача розробки технічних засобів, які забезпечать механізацію процесів переробки плодів гарбуза є актуальною та потребує вирішення.

Створення нових робочих органів повинне ґрунтуватись на результатах вивчення фізико – механічних властивостей плодів гарбуза, які впливають на протікання процесу їхньої взаємодії та визначають силові та кінематичні параметри робочих органів.

Нижче викладено результати дослідження властивостей шкірки гарбуза.

Для проведення експериментальних досліджень було відібрано 30 плодів гарбуза сортів Стофунтовий та Український багатоплідний.

Метою дослідження було встановлення товщини шкірки та закономірностей зміни товщини у різних частинах плоду.

Плоди перед виконанням замірів зважували, після чого розрізали вздовж і заміряли товщину шкірки в трьох місцях: біля плодоніжки, в середній частині плоду та у місці розташування квіткового ложа.

Деякі результати досліджень подано на рис. 1, 2.

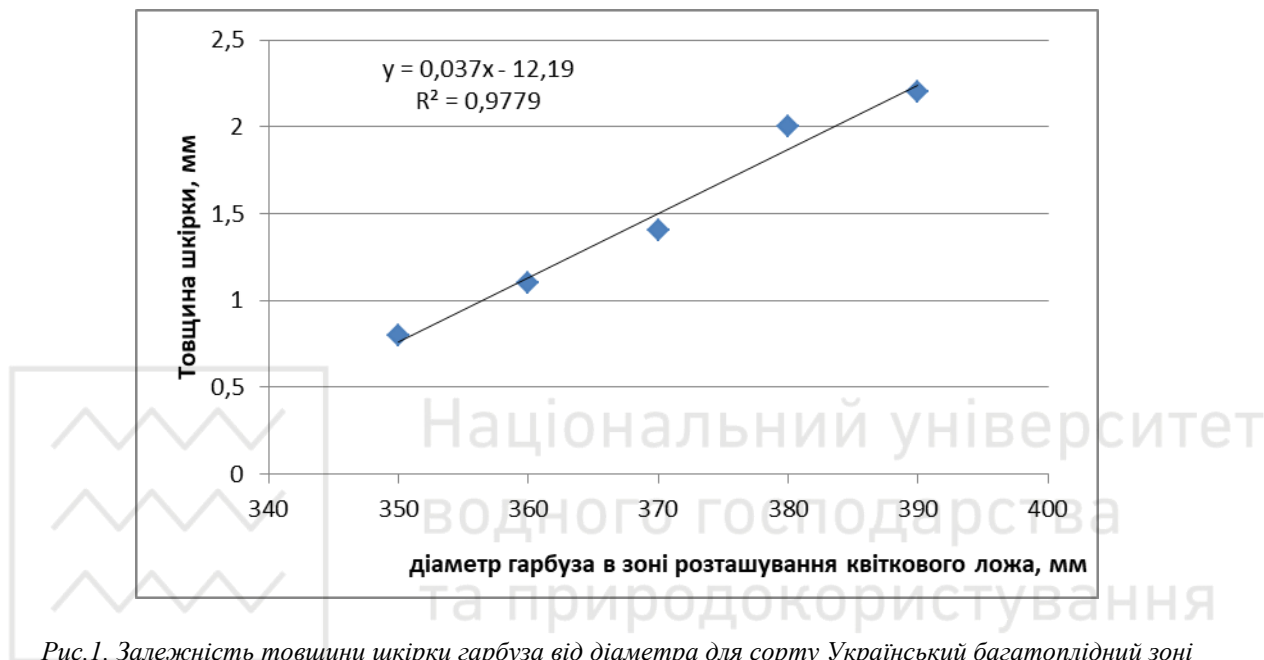


Рис.1. Залежність товщини шкірки гарбуза від діаметра для сорту Український багатоплідний в зоні розташування квіткового ложа

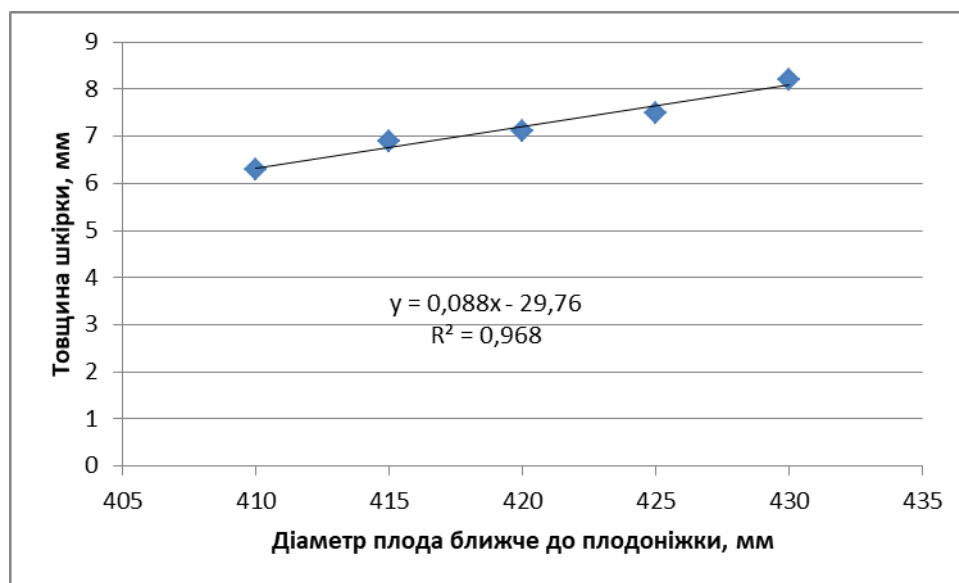


Рис.2. Залежність товщини шкірки гарбуза від діаметра для сорту Український багатоплідний в зоні розташування плодоніжки

Отримано залежності, які розкривають взаємозв'язок між параметрами: діаметр плоду та товщина шкірки гарбуза.



За коефіцієнтом рандомезації  $R^2$ , який є близьким до одиниці, можна зробити висновок, що апроксимація отриманих результатів є достовірною.

Дослідженнями встановлено, що товщина шкірки гарбуза змінюється по висоті плоду та залежить від діаметру та місця заміру.

Інтервал значень товщини шкірки залежить від сорту. Найбільша товщина шкірки спостерігалась у зоні плодоніжки.

Отримані результати є підставою для наступних тверджень:

- 1) міцність шкірки змінюється по висоті плоду;
- 2) щільність шкірки є нерівномірною по висоті плоду. Це, у свою чергу, приводить до того, що зусилля, потрібні для руйнування шкірки, теж будуть змінною величиною, що потрібно враховувати під час розробки робочих органів машин для первинної обробки гарбуза, зокрема машин для очищення плодів від шкірки.

1. Абезин В.Г. *Технология переработки плодов бахчевых культур*/В.Г. Абезин, М.Н. Шапров//Достижения науки и техники АПК. – 2005. № 5 – С. 39 – 41.

2. Статистичний бюлетень «Збирання врожаю сільськогосподарських культур» // Державна служба статистики України. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [URL:http://www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua)



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

## УДК 625.08

### УСТАНОВКА ДЛЯ ВТОРИННОЇ ПЕРЕРОБКИ АСФАЛЬТОБЕТОННОЇ СУМІШІ

#### INSTALLATION FOR THE SECONDARY PROCESSING OF ASPHALT MIX

**Медвідь Сергій, Кирчук Микола  
Кондратюк Микола\***

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

*\* Рівненське шляхово-експлуатаційне управління,  
вул. Данила Галицького, 25, м. Рівне, 33024*

*Confirmed by the expediency of using the old asphalt concrete mixture during road repair. The proposed construction of a plant for the secondary processing of asphalt concrete mixture using thermal energy from biofuel combustion.*

В процесі експлуатації на автомобільних дорогах виникають дефекти асфальтобетонного покриття, що негативно впливає на безпеку руху. Особливо це відчувається у весняний період після танення снігового та льодяного покриття,

В таких випадках найбільш поширеним є ямковий ремонт, що дозволяє ліквідувати вказані дефекти, використовуючи гарячу асфальтобетонну суміш відповідного складу. Враховуючи, що в такий період асфальтні заводи ще не працюють, рекомендується використовувати технологію рециклінгу- вторинної переробки асфальтобетонного матеріалу у вигляді невеликих шматків або продуктів фрезерування шляхом його розігрівання і ретельного перемішування в спеціальній причіпній або самохідній машині-рециклері.

Рециклери в дорожній галузі користуються попитом по наступних причинах:

- процес дешевший, ніж закупка нового асфальту та його транспортування;
- переробляється використане дорожнє покриття безпосередньо на місці ремонту, знятий асфальт не потребує утилізації;

В країнах, де запаси сировини обмежені, 90% асфальту використовують повторно. В США асфальт найбільш переробляється бетоном. Тому рециклери широко використовують в США та країнах Західної Європи. Все більшого поширення набуває використання рециклерів в Україні.

Виготовляються такі установки в багатьох країнах, в тому числі і в Україні на ВАТ Кредмаш.

Типова конструкція рециклера включає барабан, в який засипається старий асфальт, нагрівальний пристрій, двигун для приводу барабана або змішувачого вала (в залежності від способу перемішування), систему контролю нагріву суміші. Все це обладнання монтується на одно- або двовісний причіп і агрегується колісними тракторами типу ЮМЗ або МТЗ.

Змішування здійснюється гравітаційним або примусовим способом.

Для нагріву суміші використовують пристрої, які працюють на бензині або дизельному пальному та обладнані системою подачі палива, для роботи яких, в окремих випадках, використовують додатковий двигун.

В залежності від об'єму змішувачого барабана, розігрів суміші триває 20-30 хвилин. Витрати рідкого палива становлять від 5 до 12 кг за годину роботи.

В Рівненському шляхово-експлуатаційному управлінні спільно з кафедрою Будівельних, дорожніх, меліоративних, сільськогосподарських машин та обладнання Національного університету водного господарства та природокористування розроблена конструкція та виготовлена установка для переробки старої асфальтобетонної суміші (рециклер), з метою її подальшого використання при ямковому ремонті доріг, особливо в осінньо-весняний період (див рис.) .



Основною відмінністю такої установки від типових є використання для розігріву старого асфальту деревини замість бензину або дизельного пального.

Установка має змішувачий барабан циліндричної форми в середині якого розміщений вал з лопатями. Привод вала здійснюється від роторно-планетарного гідродвигуна РПГ-4000, роботу якого забезпечує гідросистема транспортного трактора.

Змішувачий барабан розміщений всередині металевого кожуха, нижня частина якого виконана у вигляді топки, де спалюється дрова, палети, тріски та інше. Основне тепло, що виділяється від згоряння палива, нагріває барабан з сумішшю в нижній частині, а продукти горіння, проходячи навколо барабана, віддають тепло його верхній частині і через димохід попадають в атмосферу. Для цього між барабаном і кожухом є відповідний зазор.

Обладнання установки монтується на одновісному причепі і агрегується також колісним трактором.

Під час нагріву суміш періодично перемішується валом з лопатями.

Завантаження старого асфальту здійснюється через завантажувальний люк, що знаходиться зверху барабана, і закривається кришкою. Вивантаження готової суміші відбувається через нижній люк барабана. Для кращого вивантаження змішувачий вал обертається в протилежному напрямку. В цілому, характер роботи установки ідентичний існуючим, а склад суміші вибирають згідно технологічних вимог.

Використання деревини, як палива, здешевлює процес приготування гарячої суміші в порівнянні з використанням бензину або дизельного пального. Крім того спрощується конструкція установки за рахунок відсутності спеціальної системи розігріву.

Попередній розігрів змішувачого барабана може здійснюватись при транспортуванні установки до місця виконання робіт, що зменшує час її підготовки до початку роботи (приготування першої порції суміші).

Така установка використовувалась при ямковому ремонті доріг у місті Рівне весною 2019 року. В процесі роботи показала свою роботоздатність та можливість виготовлення суміші необхідної якості. Ведеться спостереження за станом ремонту ділянок, що проводився весною. На даний час зауважень по якості виконаних робіт не виявлено.

Перевагою такої установки є:

- зменшуються витрати на експлуатацію за рахунок використання деревини замість бензину або дизельного пального, що дозволить здешевити процес ямкового ремонту;
- відсутній додатковий ДВЗ для приводу змішувача;
- спрощена конструкція установки за рахунок відсутності спеціального паливного обладнання;
- відсутній контакт відкритого полум'я з сумішшю, що зменшує вигорання бітумних матеріалів.

1. Костельов М.П. *Современные методы и средства ямочного ремонта дорожных покрытий: Каталог-справочник "Дорожная техника-2001"*.

2. *Особенности устройства и работы рециклера асфальтобетона [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://betonov.com/vidy-betona/dlya-dorog/recikler-asfaltobetona.html>*

3. *Ямочный ремонт дороги. Традиційні і нові методи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: [http://www.osl.ru/article/road\\_equipment/2006\\_05\\_A\\_2006\\_09\\_29-18\\_11\\_55/](http://www.osl.ru/article/road_equipment/2006_05_A_2006_09_29-18_11_55/)*

УДК 628.253.3:006.354

## АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ЛЮКІВ ОГЛЯДОВИХ КОЛОДЯЗІВ ПІДЗЕМНИХ КОМУНІКАЦІЙ

### ANALYSIS OF NATCH DESIGNS OF INSPECTION WELLS OF UNDERGROUND COMMUNICATIONS

Нечидюк Анатолій, Гелешко Роман

*Національний університет водного господарства та природокористування  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

*The authors conducted an analysis of the manhole designs of the inspection wells of underground communications.*

На автомобільних шляхах, пішохідних зонах встановлюються оглядові колодязі для доступу до різноманітних комунікацій, що знаходяться під землею. Для зручності обслуговування оглядові колодязі облаштовуються спеціальними люками. Конструкція люків відіграє важливу роль у безпеці транспортних засобів, що пересуваються автомобільними шляхами та людей на пішохідних зонах. Актуальним питанням є класифікація конструкцій люків оглядових колодязів для встановлення їх недоліків та переваг.

Сучасні люки оглядових колодязів повинні відповідати наступним вимогам:

- запобігати потраплянню опадів у підземні кабельні системи, системи водопостачання, фекального відведення або, навпаки, сприяти відведенню дощової каналізації;
- відкривати доступ до підземних комунікацій та сприяти проведенню ремонтних та оглядових робіт;
- забезпечувати безпеку пішохідного та автомобільного руху;
- забезпечувати надійний захист підземних комунікацій від несанкціонованого проникнення.

Призначення люків впливає на їх конструкцію.

За типом підземних комунікацій розрізняють люки:

- побутової і виробничої каналізації (ДСТУ Б В.2.5-26:2005 передбачено позначення – К, але старіші люки можуть бути без позначення на кришці);
- кабельної каналізації (ДСТУ Б В.2.5-26:2005 передбачено позначення МКМ, МТМ, можуть зустрічатися старі позначення: ГТС – міська телефонна мережа; МТ – міжміський телефон; К – кабель; Т або ТС – телефон, телефонний зв'язок);
- водопровідної мережі (ДСТУ Б В.2.5-26:2005 передбачено позначення В, можуть зустрічатися старі позначення – В, ВД, ГВ,);
- газопровідної мережі (ДСТУ Б В.2.5-26:2005 передбачено позначення ГМ, старі позначення – Г, люки жовтого кольору);
- теплопровідної мережі (можливе позначення ТС);
- пожежні гідранти підземні (ДСТУ Б В.2.5-26:2005 передбачено позначення Г можуть зустрічатися Г, ПГ, та забарвлені у червоний колір);
- дощова каналізація (ДСТУ Б В.2.5-26:2005 передбачено позначення Д).

Люки оглядових колодязів мають наступне позначення у залежності від номінально навантаження на люк (у дужка зазначена назва згідно з європейським стандартом EN-124, цифра позначає номінальне навантаження, кН): ЛМ (А15) – легкий малогабаритний люк; Л (А15) – легкий люк; С (В125) – середній люк; Т (С250) – важкий люк; ТМ (D400) – важкий магістральний люк; СТ (Е600) надважкий люк; Р – ремонтна вставка.



У таблиці 1 приведені рекомендації щодо вибору люків оглядових колодязів у залежності від їх місця встановлення.

Таблиця 1

Рекомендоване місце встановлення люків оглядових колодязів

Тип позначення за EN 124	Маса загальна довідкова, кг	Рекомендоване місце встановлення
ЛМ (А15)	45	Зона зелених насаджень, пішохідна зона
Л (А15)	60	
С (В125)	95	Автостоянки, тротуари і проїжджа частина міських парків
Т (С250)	120	Міські автомобільні дороги з інтенсивним рухом
ТМ (D400)	140	Магістральні дороги
СТ (Е600)	155	Зони високих навантажень (аеродроми, доки)
Р	35	Корпуси люків типів С (В125) і Т (С250) при ремонтних роботах на дорогах (при нарощуванні висоти дорожнього полотна)

За виконанням люки підрозділяють:

- загального призначення;
- із запірним замковим пристроєм на них;
- із пристроєм для підйому кришки за допомогою стандартного вантажопідйомного механізму;
- з посиленням закладенням корпусу анкерними болтами або спеціальними приливками на корпусі;
- із кришкою, що складається з двох частин;
- із кришкою, яка шарнірно прикріплена до корпусу.

За формою в горизонтальній площині люки можуть бути: круглі, прямокутні, овальні.

За формою поперечного перерізу: плоскі, опуклі догори.

За кріпленням до корпусу: шарнірні; статично-вільні.

Люки виготовляють з: чавуну або металу; пластику; композитних матеріалів; полімерно-композитних матеріалів.

Найбільше розповсюдження отримали чавунні люки круглої форми. Вони прості за конструкцією, міцні, надійні, довговічні, стійкі до впливу зовнішнього середовища. Кругла кришка люка не може впасти (провалитися) у колодязь. Така форма економічна у виготовленні, для її виготовлення використовується менше матеріалу на корисну площу виробу. Виробництво таких кришок технологічне.

Проте кришки чавунних люків досить часто стають об'єктом розкрадання. Виступи кришки люка (як правило, їх є чотири або два) під дією навантажень мають схильність відламуватись від круглого периметру кришки.

**Висновок.** Найбільш перспективними для вдосконалення є чавунні кришки круглої форми, плоскі у поперечному перерізі.

1. ДСТУ Б В.2.5-26:2005 (ГОСТ 3634-94). Люки оглядових колодязів і дощоприймачів зливних колодязів. Технічні умови. [Чинний від 2005-07-28]. Вид. офіц. Київ: Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2005. 21 с.

2. Автомобільні дороги: будівництво, ремонт, машини і механізми для виконання робіт: навч. посіб. Ч.1 / Л.А. Хмара та ін. Київ, Дніпропетровськ: НТУ, ПДАБА, 2011. 416 с.

3. BS EN 124:2015. Gully tops and manhole tops for vehicular and pedestrian areas. Design requirements, type testing, marking, quality control.



УДК 628.253.3:006.354

## ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ КРИШКИ ЛЮКІВ ОГЛЯДОВИХ КОЛОДЯЗІВ ПІДЗЕМНИХ КОМУНІКАЦІЙ АВТОМОБІЛЬНИХ ШЛЯХІВ

IMPROVEMENT OF THE DESIGN OF THE MANHOLE TOPS FOR THE INSPECTION WELLS OF UNDERGROUND COMMUNICATIONS OF HIGHWAYS

Нечидюк Анатолій, Мартинюк Максим

Національний університет водного господарства та природокористування  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028

*Advanced design gully tops and manhole tops for vehicular and pedestrian areas.*

Підземні інженерні міські комунікації: теплові, газові і кабельні мережі, водопровід, каналізація, а також дощоприймачі зливної каналізації, які розташовуються під автошляхами, пішохідними зонами, зонами зелених насаджень обладнуються оглядовими колодязями. Горловини цих колодязів закриваються металевими люками з кришками.

До складу люка входить часто декорована малюнком кришка – верхня округла частина люка оглядового колодязя та основа, в пази якої щільно заходить кришка. Кришки каналізаційних люків зазвичай виготовляють із чавуну у вигляді несучої плоскої або сферичної оболонки. Важать кришки від 95 до 155 кг і більше, щоб вони не могли бути зрушені з люка навіть при сильному автомобільному русі. Номінальне навантаження становить 125...600 кН.

Основним недоліком чавунних кришок є їх висока вартість, можливість їхньої крадіжки на металолом, обламування призматичних виступів (їх зазвичай є чотири або два) під дією значних вібраційних навантажень.

Метою роботи є розробка кришки люка оглядового колодязя підземних комунікацій надійної конструкції, яка забезпечить її безпечну експлуатацію.

До конструкції кришки люка оглядових колодязів підземних комунікацій незалежно від їх типу і призначення ставляться загальні обов'язкові технічні вимоги:

- запобігання потраплянню опадів у підземні кабельні системи, системи водопостачання, фекального відведення або, навпаки, сприяти відведенню дощової каналізації;
- відкривання доступу до підземних комунікацій та сприяння проведенню ремонтних та оглядових робіт;
- забезпечування безпеки пішохідного та автомобільного руху;
- забезпечування надійного захисту підземних комунікацій від несанкціонованого проникнення.

Для виконання більшості вимог того, щоб проїжджаючий транспорт не вибив кришку з люка, а також щоб позбавити сторонніх осіб несанкціонованого доступу до кабелів та іншого обладнання в підземних спорудах, люки можна обладнати спеціальними замками і запірними механізмами. Однак, такі конструктивні вирішення ускладнюють конструкцію та призводять до збільшення вартості конструкції оглядового колодязя.

Найбільш поширеними є чавунні кришки люків круглої форми. Їх переваги та недоліки наведені в таблиці 1.

Як альтернативу чавунним люкам, використовують полімерні, полімерно-композитні люки, бетонні. Такі люки стають популярними, оскільки вони відрізняються своєю довговічністю, екологічністю (переробка вторинних пластмас), низькою вартістю. Однак люки з пластмас встановлюються в зоні зелених насаджень, на тротуарах і пішохідних доріжках та непридатні для встановлення у зонах високих навантажень автомобільних доріг.

Основні переваги і недоліки чавунних люків оглядових колодязів

Переваги	Недоліки
Сприймають великі навантаження до 600 кН	Велика маса
Термін експлуатації до 100 років, довговічність	Висока вартість
Стійкість до впливу хімічних реагентів, атмосферних опадів	Можливість виникнення іскри
Стійкість до перепаду температур	Піддаються розкраданню

Найпоширеніша конструкція кришки люка оглядового колодязя підземних комунікацій представлена на рис. 1.

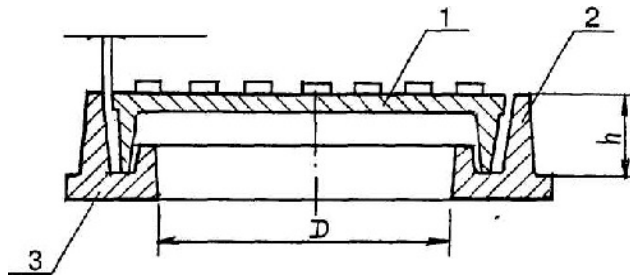


Рис. 1. Конструкція кришки люка оглядового колодязя підземних комунікацій:  
1 – кришка; 2 – корпус; 3 – опорна поверхня корпусу

Враховуючи існуючі конструкції кришок люків оглядових колодязів, їх переваги та недоліки пропонуємо конструкцію представлену на рис. 2.

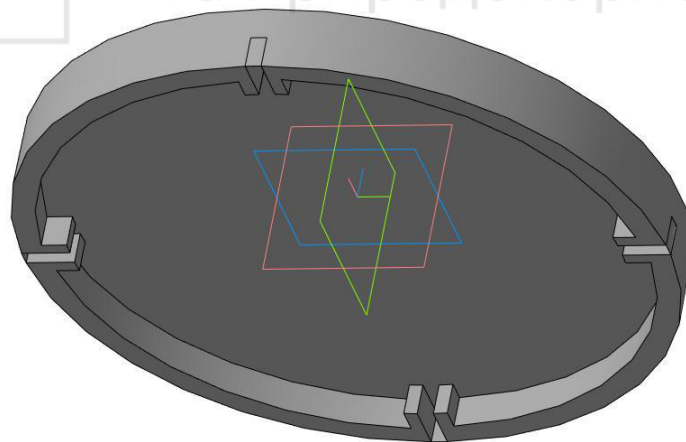


Рис. 2. Запропонована конструкція кришки люка оглядового колодязя підземних комунікацій

**Висновок.** Запропонована конструкція кришки оглядового колодязя підземних комунікацій проста у виготовленні, відповідає вимогам, що ставляться до таких виробів, таким чином можлива модернізація кришок всіх типів.

1. ДСТУ Б В.2.5-26:2005 (ГОСТ 3634-94). Люки оглядових колодязів і дощоприймачів зливних колодязів. Технічні умови. [Чинний від 2005-07-28]. Вид. офіц. Київ: Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2005. 21 с.

2. Кравець С.В., Нечидюк А.А., Косяк О.В. *Машини для прокладання підземних комунікацій (наукові основи створення): підручник*. Рівне: НУВГП, 2018. 271 с.

3. BS EN 124:2015. *Gully tops and manhole tops for vehicular and pedestrian areas. Design requirements, type testing, marking, quality control.*

УДК 621.87

## ДОСЛІДЖЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ В ЛАНКАХ СТРІЛОВОЇ СИСТЕМИ КРАНА ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

### RESEARCH OF LOADS IN THE LINKS OF LEVEL LUFFING CRANE WITH CAD SYSTEMS

Паламарчук Дмитро

Київський національний університет будівництва і архітектури  
03037, Повітрофлотський пр-т, 31, Київ-37, Україна

*Research of loads in links of level luffing cranes is important stage at design of such cranes. Mostly level luffing cranes consist of boom, second boom, back boom and drive with electrical motor. A gear rack and back boom are the most loaded links in similar systems. For studying of load in those links are used strain gauge sensors. However using of 3D model of crane gives opportunities for ordinary solutions such tasks.*

Дослідження процесу зміни вильоту займає значне місце при проектуванні вантажопідійомних кранів із шарнірно-зчленованою стріловою системою. При зміні вильоту стрілової виникають значні коливання вантажу. Розгойдування вантажу спричиняє виникнення значних динамічних навантажень на елементи стрілової системи. Збільшення знакозмінних навантажень призводить до швидкого виходу з ладу елементів кінематичних пар та ланок стрілової системи – стрілу, хобот, відтяжку, механізми приводу та врівноваження.

Врівноважені шарнірно-зчленовані стрілові системи найчастіше використовуються у порталних кранах, які працюють в інтенсивному режимі та стіснених умовах простору. В цих кранах зміна вильоту вантажу є робочою технологічною операцією, яка має значний вплив на ефективність роботи крана в цілому [1].

Найбільш навантаженими ланками таких стрілових систем є зубчаста рейка та відтяжка [2, 3]. Значні внутрішні зусилля, що виникають в цих ланках, призводять до їх частого виходу з ладу, порівняно з іншими ланками стрілової системи.

Для дослідження зміни внутрішніх зусиль в ланках стрілової системи проводять експериментальні дослідження. Такі дослідження можуть проводитися, як на реальному крані з шарнірно-зчленованою стріловою системою, так і на фізичній моделі такої стрілової системи. Найчастіше для визначення внутрішніх зусиль в нерозрізних ланках, а саме у зубчастій рейці та відтяжці, використовують провідникові тензорезистори. Вказані зусилля потрібно вимірювати протягом всього часу зміни вильоту стрілової системи. Крім того, вимірювання необхідно проводити: під час руху стрілової системи від мінімального значення вильоту до максимального та навпаки, а також при різних режимах навантаження. Для отримання повної картини зміни внутрішніх зусиль, виміри необхідно проводити в реальному часі, з такою частотою, яка б дозволила встановити екстремальні значення вимірюваних параметрів.

Однак, часто при виконанні досліджень стрілової системи немає можливості проведення експериментальних досліджень на реальній машині або ж на її фізичній моделі. Тоді, дослідження з визначення зусиль в ланках рекомендовано проводити в системах автоматизованого проектування. Прикладом такої системи може бути програма SOLIDWORKS з бібліотекою SimulationXpress. На рис. 1 наведено 3D модель шарнірно-зчленованої стрілової системи крана, що виконана в системі SOLIDWORKS. Виконання моделі відбувалося у масштабному співвідношенні до стрілової системи реального крана. При цьому особлива увага приділена співвідношенню довжин ланок та їх мас.

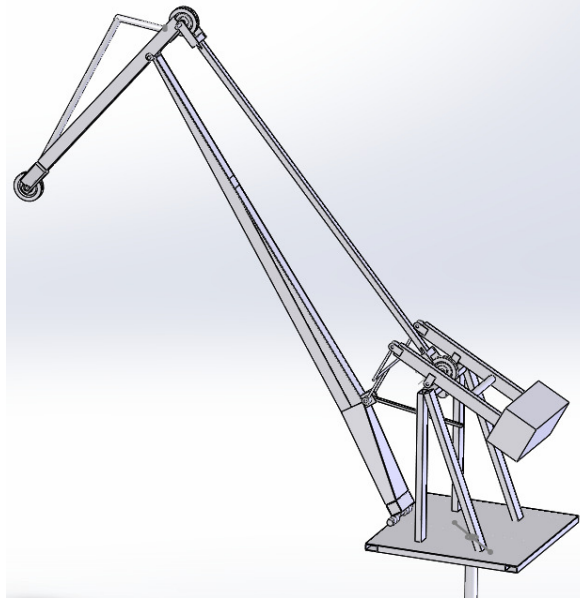


Рис. 1. 3D модель стрілової системи крана

При дослідженні внутрішніх зусиль у відтяжці та зубчастій рейці вказуються точки прикладання сил, їх значення та напрямки. До цих сил належать: сили тяжіння ланок та вантажу, сили інерції ланок та вантажу. Особливістю використання такого методу дослідження є можливість визначення найбільш несприятливих умов для роботи ланок стрілової системи, а відповідно це дозволить визначити екстремальні навантаження в ланках.

Недоліком використання цього способу дослідження є залежність результатів від точності побудови ланок стрілової системи, зокрема їх перерізів. Однак, аналізуючи роботи дослідників, встановлено, що різниця між значеннями зусиль, що визначені експериментально за допомогою датчиків та значеннями, що отримані при 3D моделюванні знаходиться в допустимих межах [3]. Це доводить, що для спрощення та пришвидшення досліджень можливе використання такого способу.

1. Ловейкін В. С. Оптимізація режимів руху шарнірно-зчленованої стрілової системи крана : монографія / В. С. Ловейкін, Д. А. Паламарчук. – К. : ЦП «Компринт», 2015. – 224 с.
2. Андрианов Е. Н. Эксплуатационные нагрузки портальных перегрузочных кранов / Е. Н. Андрианов // Журнал университета водных коммуникаций. – 2009. – №4. – С. 9–16.
- Бортяков Д. Е. Моделирование эксплуатационной нагруженности элементов портальных кранов / Д. Е. Бортяков, А. В. Некрасова, С. А. Соколов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2008. – №60. – С. 203–211.

УДК 372.862

## КІНЕМАТИЧНИЙ СИНТЕЗ МЕХАНІЗМУ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМИ MATHCAD

### KINEMATIC SYNTHESIS OF THE MECHANISM USING THE MATHCAD SYSTEM

Похильчук Ігор, Сасюк Зоя

Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028

*The expediency of using the MathCAD system is substantiated and an example of the implementation of kinematic synthesis is given on the example of a crank mechanism under the given extreme position of the rocker arm.*

Синтез кінематичної схеми механізму є одним із етапів проектування і полягає у визначенні відстаней між осями кінематичних пар, які б задовольняли наперед заданим умовам: точки ланок переміщались за необхідними законами. При цьому частина розмірів задається, а всі інші розміри повинні бути визначені.

Система MathCAD достатньо досконалий математичний інструмент, орієнтований на користувачів, які працюють в галузі техніки: інженерів, викладачів, студентів. Ця система досить проста у використанні та легка у вивченні.

Основним методом кінематичного синтезу при використанні системи MathCAD є метод проєкцій. Згідно цього методу відрізки, які відповідають ланкам механізму, проєктують на осі декартової системи координат. До отриманих рівнянь додають рівняння, які описують особливості руху механізму. Систему отриманих рівнянь розв'язують за допомогою процедури Given-Find, при використанні якої виникають ускладнення, які пов'язані з необхідністю задання початкових наближень для невідомих параметрів. Для цього можна використати результати графічного синтезу. У будь-якому випадку, за результатами синтезу необхідно провести перевірку, зобразивши ланки у вигляді ламаної лінії.

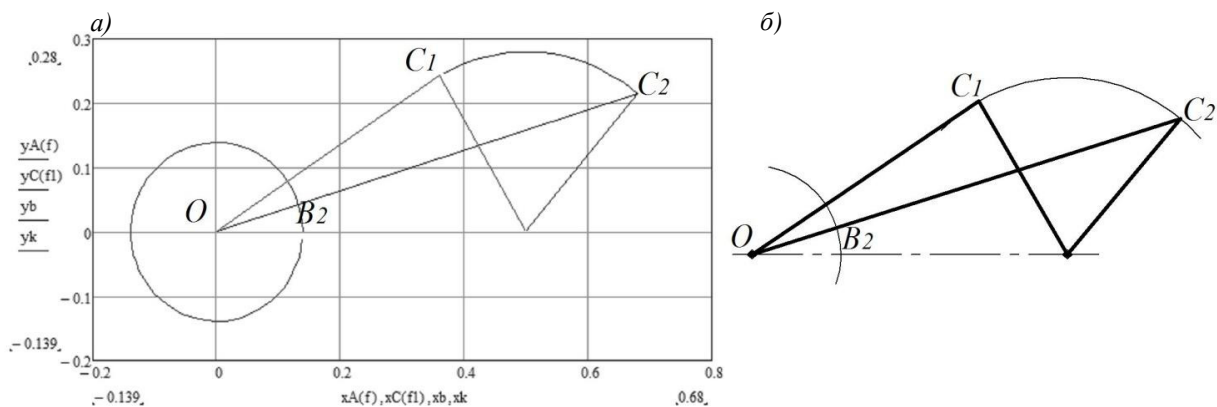


Рис.1. Результати кінематичного синтезу коромислового механізму  
а – в системі MathCAD; б – в системі КОМПАС

Отримані результати кінематичного синтезу при використанні системи MathCAD (рис.1, а) співпадають із даними отриманими при проектуванні механізму в системах КОМПАС або AutoCAD (рис.1, б).

1. Использование системы MathCAD в курсовом проектировании и при выполнении домашних заданий по теории механизмов и машин. Учебное пособие / О.О. Барышникова, В.В. Кузенков, И.В. Леонов и др.; под. ред. И.В. Леонова, Г.А. Тимофеева. – М.: изд. МГТУ им. Баумана, 2004. – 44 с.



## УДК 62.91

**АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ТЕНДЕНЦІЙ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТРАКТОРІВ**

## ANALYSIS OF THE MAIN TRENDS OF MODERNIZATION OF TRACTORS

**Пуць Віталій, Герасимчук Олександр***Луцький національний технічний університет,  
вул.Львівська, 75, м. Луцьк, 43018*

*The analysis of modern tendencies of development of tractor equipment is given. The novelties of constructive decisions, introduced by world leaders of tractor machine-building, are highlighted.*

Агропромислова політика в Україні проводиться в напрямку запровадження сучасної техніки та передових аграрних технологій. Така стратегія розвитку сприяє підвищенню конкурентоспроможності вітчизняної сільськогосподарської продукції і виробників, забезпечення високої якості продовольчих товарів, зростання продуктивності праці і прибутковості підприємств галузі, створення нових робочих місць, поліпшення умов праці працівників агропромислового комплексу.

Ефективним інформаційним простором, який дозволяє виробникам визначити тенденції розвитку сільськогосподарської техніки та технологій, ознайомитись з інноваціями та напрямками модернізації виробничих процесів і технічних засобів, є всеукраїнські та міжнародні сільськогосподарські виставки.

Аналіз проектів, які були виставлені на виставках Агрофорум 2016 – 2018, ІнтерАгро 2016 – 2018, ProStorExpo 2017 -2018, Agritechnica - 2018, SIMA – 2018, дозволив авторам окреслити основні тенденції розвитку техніки, зокрема тракторів, у світі та в Україні.

Розглянемо деякі з них.

Підвищення технічного рівня та надійності техніки.

Даний напрямок проаналізуємо з огляду на тенденції розвитку тракторів.

Як виявив аналіз новинок тракторної техніки та енергетики світові виробники спрямовують свої роботи на конструктивну розробку та запровадження тракторів потужністю 23 – 441,3 кВт з автоматичними безступеневими трансмісіями.

Сучасні моделі можна охарактеризувати наступними показниками: зменшення токсичності вихлопних газів, збільшення крутного моменту, чотирьохклапанна система розподілу газів, електронні системи управління подачею палива, перемиканням передач. У напрямку розвитку вище окреслених тенденцій працюють компанії John Deere, New Holland, Claas та інші. Крім того трактори цих виробників оснащені супутниковими системами автоматичного керування, електронним контролюванням амортизації сидіння в кабіні водія.

Слід відмітити, що автоматизовані технології найбільше всього приваблюють увагу. Заслуговує уваги система автоматичного включення повного приводу на тракторі, представлена фірмою John Deere, яка допомагає при роботі на в'язкому ґрунті. Вона задіює повний привод під час пробуксовки коліс і відключає його, коли колеса опиняються на досить рівній і твердій поверхні. Запровадження даної новинки дозволяє знизити знос деталей трактора і збільшити продуктивність.

Слід також відмітити пристрій, що управляє розподілом баласту за допомогою гідравліки. Така конструкція позбавить від необхідності самому ставити баласт на задні колеса під час важких операцій.

Все більше аграріїв починає звертати увагу саме на ущільнення ґрунту. З метою зменшення питомого тиску на ґрунт сучасні потужні трактора оснащують здвоєною ошиновкою на задніх або всіх ведучих колесах.



*Рис.1 Гусеничний рушій з гумовими шинами*

Крім того, в останній час все більше поширення набула система індивідуального гусеничного ходу, тобто возика з гусеницями, які замінюють кожне тракторне колесо окремо. Сучасні гусеничні рушії виробники все частіше оснащують гумовоармованими гусеницями, які не обмежують робочі швидкості тракторів. Такий тип рушія приблизно в 3 рази знижує швидкість навантаження, що значно підвищує ефективність трактора і одночасно зберігає можливість зворотної конверсії трактора на колісний тип рушія [1].

Компанія Challenger, яку рахують засновником процесу запровадження тракторів із гумовими гусеницями, представляє нову лінійку потужних тракторів МТ800. Гусеничні рушії тракторів характеризуються застосуванням широкого діапазону варіантів гусениць EnduraTrax (рис.2), що забезпечують зменшення тиску на ґрунт у порівнянні з колісними тракторами до чотирьох разів. Пояснюється це збільшенням площі контакту рушія з ґрунтом на 30%.



*Рис.2 Гусениця EnduraTrax*

Важливим елементом колісного трактора, який служить для перетворення потужності двигуна в тягове зусилля є колеса. Світові виробники колісних тракторів приділяють значну увагу процесу модернізації колісних систем, враховуючи потреби споживчого ринку.



У першу чергу це системи подвоєних коліс. Застосування такої системи дозволяє зменшити тиск на ґрунт, забезпечує більш високу стійкість машини, сприяє підвищенню тягового зусилля.

Серед виробників найбільшої уваги заслуговує швейцарська фірма Schaad, яка є розробником і виробником широкого спектру подвоєних коліс.



Рис. 3. Система подвоєних коліс

За умови роботи трактора тільки на внутрішніх вузьких колесах, залишається глибокий слід на полі та сильно ущільнюються ґрунт, що негативно впливає на кореневу систему. Це веде до зменшення урожайності. Системи подвоєних вузьких коліс дають можливість розподілити вагу трактора не між 4, а між 8 колесами, відповідно збільшуючи кількість контактів з опорною поверхнею, зменшуючи тиск. У результаті цього значно знижується вплив на кореневу систему рослин.

Розглянуто основні тенденції модернізації тракторів, спрямовані на підвищення ефективності їхнього використання.

Врахування інновацій при виборі техніки для використання в сільськогосподарських підприємствах – є важливим фактором розвитку аграрного сектора.

1. *Агробізнес України 2018: інфографічний довідник* [Електронний ресурс] URL: <https://agribusinessinukraine.com/the-infographics-report-ukrainian-agribusiness-2018/>
2. *John Deere. Офіційний сайт.* [Електронний ресурс] URL: <https://www.deere.ru>
3. *Challenger.* [Електронний ресурс] URL: <http://www.challenger-ag.com/EMEA/RU/products/tractors/22.htm>
4. *Endura.* [Електронний ресурс] URL: <https://enduratracks.com>



УДК 656.13

## ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ІНЕРЦІЙНО-ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА

### INVESTIGATION OF INERTIAL SCREW CONVEYOR WORK

Серілко Леонід, Шаран Андрій, Серілко Дмитро, Комар Олександр

Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028

*The design of inertial screw conveyor is offered. The motion of bulk material particles on a propeller blade inclined at a certain angle to the horizon is examined.*

Гвинтові конвеєри широко застосовуються різних галузях промисловості та сільського господарства для вертикального, горизонтального та похилого транспортування сипких та в'язко – пластичних матеріалів в зв'язку з тим, що вони мають просту конструкцію та порівняно невелику вартість і трудомісткість їх виготовлення, а також можливість транспортувати матеріали без втрат та забруднення навколишнього середовища. Разом з тим при високій частоті обертання гвинта збільшуються відцентрові сили інерції в зоні завантаження, що призводить до зростання енергоємності процесу транспортування вертикальними гвинтовими конвеєрами. Для подолання цього недоліку запропонована нова конструкція інерційно-гвинтового конвеєра, яка забезпечує зменшення впливу відцентрових сили інерції, що діють на частинки сипкого матеріалу в бункері і призводять до збільшення потужності привода конвеєра. Схема запропонованого пристрою зображена на рис. 1.

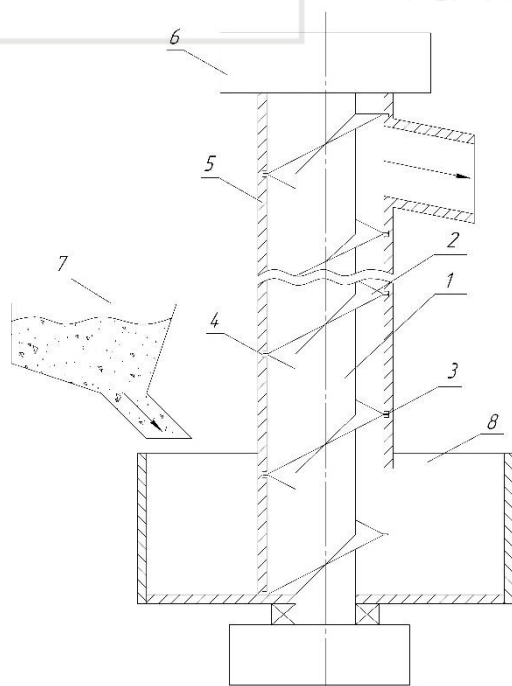


Рис. 1. Інерційно - гвинтовий конвеєр

Інерційно-гвинтовий конвеєр складається із вала 1, до якого жорстко прикріплена еластична гвинтова лопать 2, яка має виступи 3, що входять в пази 4 нерухомого кожуха 5. Вал 1 може здійснювати повздовжні осьові та крутильні коливання навколо осі гвинта за допомогою привода 6. Сипкий матеріал знаходиться в бункері 7, з якого під дією сили тяжіння потрапляє у завантажувальний бункер 8. Інерційно-гвинтовий конвеєр працює наступним чином. При повороті вала 1 за годинниковою стрілкою (дивлячись зверху), вантаж, який знаходиться на лопаті 2 під дією відцентрової сили інерції притискується до кожуха 5 і за рахунок сили тертя буде ковзати по лопаті 2 вгору.

Тобто на цьому етапі він працює як вертикальний швидкохідний гвинтовий конвеєр.

При обертанні вала 1 проти годинникової стрілки і його русі вниз, завдяки виступам лопаті 3, які входять в пази 4 кожуха 5 лопать 2

деформується, тобто нахиляється вниз до горизонтальної площини і частинки вантажу під дією сили тяжіння перестають контактувати з кожухом, а отже зникає сила тертя між ним і матеріалом, що транспортується. При цьому сам вантаж рухається по інерції вгору. Після того, як рух вантажу гвинта проти годинникової стрілки закінчиться, вал 1 рухається вгору, лопать 2 займає горизонтальне положення і цикл повторюється.



Розглянемо рух частинки сипкого матеріалу по гвинтовій поверхні, яка нахилена під кутом  $\gamma$  до горизонту (рис.2), під дією сил:  $P$  – сила тяжіння частинки,  $\Phi = m \frac{V^2}{R^2}$  – відцентрова сила інерції,  $R$  – радіус гвинта конвеєра,  $N_1$  - реакція кожуха конвеєра,  $N_2$  - реакція поверхні лопаті,  $F_1$  – сила тертя між частинкою і кожухом конвеєра,  $F_2$  – сила тертя між частинкою і лопаттю.

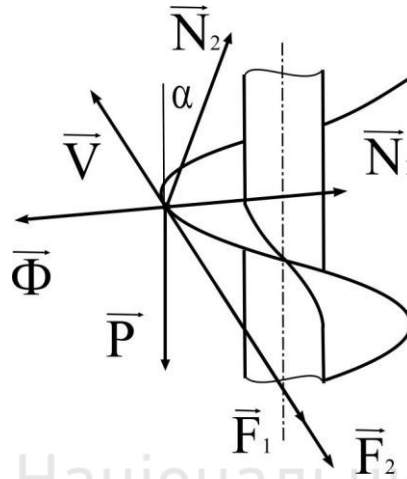


Рис.2 Гвинтова лопать

Для визначення реакції кожуха, розглянемо реакцію частинки матеріалу, яка знаходиться на похилій лопаті (рис. 3).

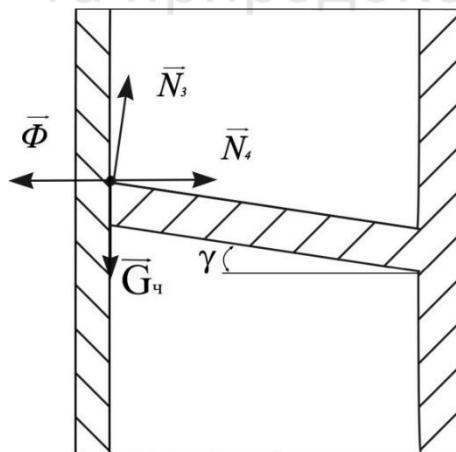
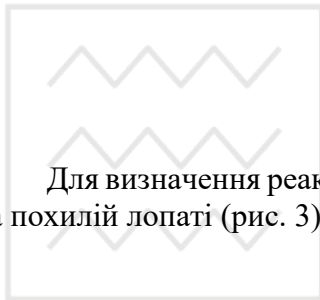


Рис. 3. Схема сил, прикладених до частинки матеріалу на похилій лопаті

З рівнянь рівноваги частинки матеріалу будемо мати:

$$\sum F_{kx} = 0; N_1 - \Phi + N_2 \sin \gamma = 0, \quad (1)$$

$$\sum F_{ky} = 0; N_2 \cos \gamma - P = 0. \quad (2)$$

$$N_1 = \Phi - N_2 \sin \gamma = \Phi - \frac{P \sin \gamma}{\cos \gamma} = \Phi - P \operatorname{tg} \gamma. \quad (3)$$

Тоді диференціальне рівняння руху точки по гвинтовій поверхні (рис 4) матиме вигляд:

$$\frac{dV}{dt} = -g \sin \alpha \cos \gamma - fg \cos \alpha \cos \gamma - f \left( \frac{V^2}{R} - ctg \gamma \right), \quad (4)$$

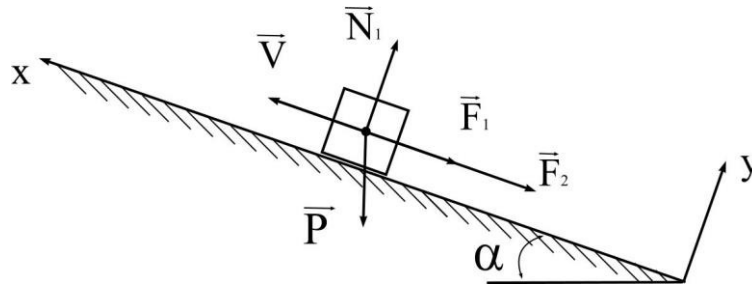


Рис. 4 Розгортка лопаті гвинтової поверхні

або

$$\frac{dV}{dt} = AV^2 + B, \quad (5)$$

де  $A = -\frac{f}{R}$ ;  $B = -g \cos \gamma (\sin \alpha + f \cos \alpha) + fctg \gamma$ .

Після інтегрування рівняння (4) отримаємо:

$$\frac{1}{\sqrt{AB}} \ln \left| \frac{\sqrt{B} + V\sqrt{A}}{\sqrt{B} - V\sqrt{A}} \right| = t + C. \quad (6)$$

Сталу інтегрування C визначаємо з умови, що в початковий момент часу, при  $t = t_0 = 0$ ,  $V = V_0$  – швидкість частинки на початку руху по інерції.

$$C = \frac{1}{\sqrt{AB}} \ln \left| \frac{\sqrt{B} + V_0\sqrt{A}}{\sqrt{B} - V_0\sqrt{A}} \right|. \quad (7)$$

З рівняння (6) визначаємо залежність швидкості руху частинки матеріалу по гвинтовій лопаті.

$$V = \sqrt{\frac{B}{A}} \cdot \frac{(1-D)}{(1+D)}, \quad (8)$$

де  $D = e^{2\sqrt{AB} \cdot (t+C)}$ .

За допомогою отриманого виразу (8) можна визначити раціональні параметри даного пристрою, такі, як, амплітуда і частота повздожніх і крутильних коливань.

Використання запропонованого пристрою дозволяє зменшити вплив відцентрової сили інерції, яка виникає при контакті частинки матеріалу з гвинтовою лопаттю, і яка сприяє перемішуванню сипкого матеріалу в завантажувальному бункері і перешкоджає його проходженню в міжвитковий простір. Це дозволяє збільшити продуктивність інерційно-гвинтового конвеєра і зменшити споживану потужність.

1. Григорьев А. М. Винтовые конвейеры / А. М. Григорьев – М.: Машиностроение, 1972. – 184 с.

2. Спиваковский А. О. Транспортирующие машины / А. О. Спиваковский, В. К. Дьячков. – М.: Машиностроение, 1968. – 504 с.

УДК 621.8:621.885

**ОБГРУНТУВАННЯ БУДОВИ, ПРИНЦИПУ РОБОТИ ТА РОЗРАХУНКІВ  
МУФТИ ФЛАНЦЕВО-ПАЛЬЦЕВОЇ ПРУЖНОЇ**JUSTIFICATION OF THE STRUCTURE, PRINCIPLE OF WORK AND  
CALCULATIONS OF THE FLANGE-PIN ELASTIC CLUTCH**Стрілець Володимир, Козяр Микола, Стрілець Олег, Шаран Андрій***Національний університет водного господарства і природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028, Україна*

*The structure and principles of operation of new flange-pin elastic couplings have been described. The analytical expressions for calculating of such couplings for durability in the transmission of torques have been obtained.*

Для з'єднання валів і передавання обертальних моментів широко використовуються різноманітні механічні муфти. Згідно ДСТУ 2278-93 велике число механічних муфт поділяють на чотири класи: некеровані, керовані, самокеровані і комбіновані. Клас муфт визначається функціями, які вони виконують крім з'єднання валів і передавання обертальних моментів. При проектуванні та розробці муфт їх поділяють на групи: глухі, компенсувальні та пружні. Муфти є достатньо відповідальними механічними пристроями, що часто визначають надійність і довговічність всієї машини, без них неможливе сучасне машинобудування. Різноманітні експлуатаційні функції сприяли розробці великої кількості нових конструкцій муфт, описаних у роботах [1; 2].

Основним недоліком фланцевих муфт є те, що вони не компенсують неточностей, які виникають із-за незначного неспівпадання збігання осей валів при їх з'єднанні і передають навантаження жорстко, що негативно впливає на деталі привода і машини в цілому.

Поліпшення фланцевих муфт здійснено у [3], де фланці виконані у вигляді багатогранників з плоскими гранями і жорстко закріпленими пальцями розташованими у їх кутах.

Разом з тим з'явилися нові недоліком цієї муфти, із-за жорсткого контакту пальців однієї півмуфти з плоскою ділянкою грані другої півмуфти обертальний момент передається миттєво, а крім того, із-за зазорів між пальцями і плоскими ділянками граней виникають удари, у випадку футерованих контактів, наприклад, гумою, із-за контактної деформації, що виникає між пальцями і плоскими ділянками граней футеровка має малу довговічність.

Зменшення динамічних обертальних моментів, що передаються муфтою, збільшення довговічності контактів пальців з плоскими ділянками і компенсації неточностей розміщення валів, які виникають із-за незначного неспівпадання збігання осей валів при їх з'єднанні можна уникнути за рахунок введення в конструкцію муфти пружних ділянок.

Розглядаються муфти фланцево-пальцеві пружні [4; 5; 6], які складаються з двох ідентичних або різних півмуфт – ведучої 1 і веденої 2 та пальців 3. Коли різні (рис. 1), тоді ведуча півмуфта 1 виконана у вигляді маточин 4 і фланця 5 у вигляді, наприклад, шестигранника з основою правильного шестикутника. На торцевій поверхні фланця 5 симетрично відносно середини плоских граней і паралельно їм на відстані  $\delta$  від поверхні виконані наскрізні отвори-прорізи 6 з шириною  $b$  і довжиною  $l$ , утворивши пружні ділянки. Ведена півмуфта 2 виконана у вигляді маточини 7 і фланця 8 у вигляді правильного шестигранника. На бісектрисах кутів вершин основи правильного шестигранника, виконані отвори, центри яких лежать на цих бісектрисах, рівновіддалені від осі обертання муфти, в які запресовані пальці 3. Розміри однієї півмуфти залежать від розмірів другої півмуфти таким

чином: діаметр описаного кола основи багатогранника ведучої півмуфти  $D_1 = (D - d) / \cos \alpha$ , де  $D$  – діаметр кола центрів пальців веденої півмуфти;  $d$  – діаметр пальців;  $\alpha$  – кут, для шестигранника рівний  $30^\circ$ .

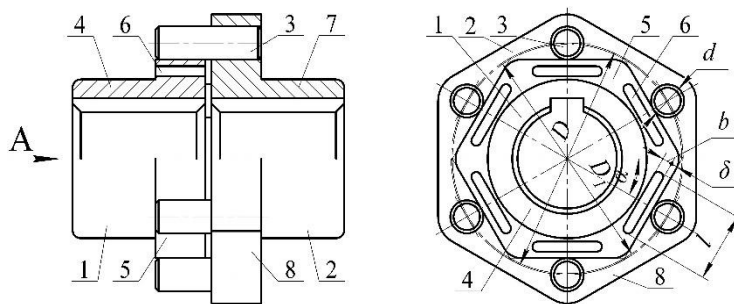


Рис. 1. Муфта фланцево-пальцева пружна

Описана технологія збирання і принцип роботи муфти. При збиранні муфти, до ведучої півмуфти приєднують ведену півмуфту, повернувши її відносно осі на  $30^\circ$ , і встановлюють так, що пальці контактують з плоскими гранями над наскрізними отворами-прорізами у точках, що лежать на серединах плоских граней, без зазору або навіть з незначним натягом. Передача обертального моменту від ведучої до веденої півмуфти виконується через пальці. При виникненні динамічних навантажень деформуються плоскі ділянки граней над наскрізними отворами-прорізами і за рахунок їх деформації прогину навантаження передається м'якше і гасяться радіальні коливання, які виникають із-за неспіввісності валів.

Далі у доповіді розглянутий напружений стан пружної ділянки, як балки з зацемленими кінцями. На рис. 2 показані схеми пружної ділянки: конструктивна на рис. 2, а, а розрахункова - на рис. 2, б.

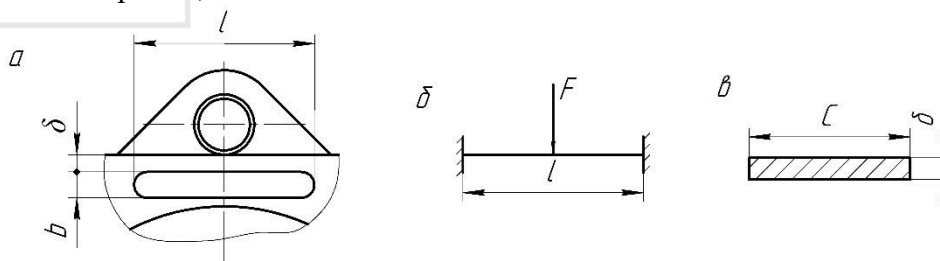


Рис. 2. Схеми пружної ділянки: а - конструктивна; б – розрахункова і в – поперечний перетин

При вирішенні поставленої задачі прийняті наступні допущення: деформуються тільки пружні ділянки, так як розміри їх поперечного перетину найменші; навантаження  $F$  прикладене до середини пружних ділянок і рівне

$$F = \frac{2Tk_p}{zD_2f}, \quad (1)$$

де  $T$  – номінальний обертальний момент, який передається муфтою;  $k_p = 1,0 \dots 4,0$  – коефіцієнт режиму роботи машини в якій застосована муфта;  $D_2$  – діаметр кола точок контакту пальців з гранями;  $z$  – число пальців контактуючих з гранями;  $f$  – коефіцієнт тертя в точці контакту палець-грань.

Пружна балка з зацемленими кінцями тричі статично не визначена. Лишні зв'язки замінюємо реакціями:  $X_1$ ,  $X_2$ , і  $X_3$ . Для розв'язання задачі для такої балки складаємо еквівалентну та основну системи (рис. 3) і використовуємо методику запропоновану у [5].

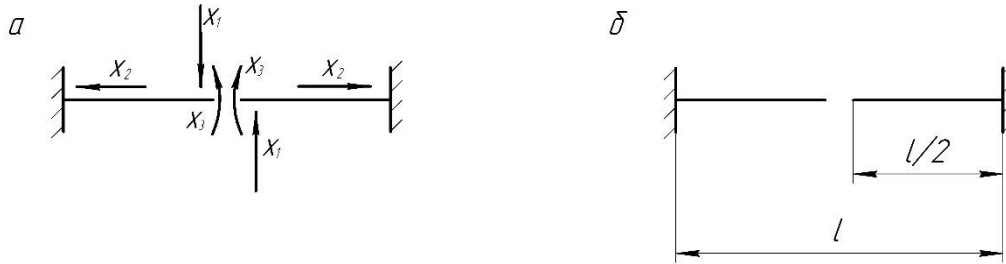


Рис. 3. Системи пружної ділянки грані муфти: а – еквівалентна; б – основна

Невідомі реакції визначаємо із умови рівності нулю деформацій, що виникають за їхніми напрямками. Тоді канонічні рівняння методу сил матимуть вигляд:

$$\begin{aligned}\delta_{11}X_1 + \delta_{12}X_2 + \delta_{13}X_3 + \Delta_{1F} &= 0; \\ \delta_{21}X_1 + \delta_{22}X_2 + \delta_{23}X_3 + \Delta_{2F} &= 0; \\ \delta_{31}X_1 + \delta_{32}X_2 + \delta_{33}X_3 + \Delta_{3F} &= 0,\end{aligned}\quad (2)$$

де  $\delta_{ij}$  – деформації, відповідно за напрямками  $x_1$ ,  $x_2$  і  $x_3$ , викликані відповідно силами  $X_1=1$ ,  $X_2=1$  і  $X_3=1$ . Деформації  $\delta_{11}$ ,  $\delta_{12}$ ,  $\delta_{13}$ ,  $\delta_{21}$ ,  $\delta_{22}$ ,  $\delta_{23}$ ,  $\delta_{31}$ ,  $\delta_{32}$ ,  $\delta_{33}$ ,  $\delta_{1F}$ ,  $\delta_{2F}$  і  $\delta_{3F}$  визначаються за допомогою інтегралів Мора методом Сімсона або Верещагіна:

$$\delta_{ij} = \sum \int_0^s \frac{M_i M_j ds}{EJ}, \quad (3)$$

де  $i = 1, 2, 3$  і  $j = 1, 2, 3$  числа позначення;  $s$  – межа інтегрування;  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  і  $M_F$  – згинаючі моменти відповідно, від сил  $X_1=1$ ,  $X_2=1$ ,  $X_3=1$  і  $F$ ;  $E$  – модуль пружності матеріалу і  $J$  – момент інерції поперечного перерізу пружної ділянки муфти.

Після визначення згинаючих моментів  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  і  $M_F$ , маємо:  $\delta_{12} = \delta_{21} = \delta_{22} = \delta_{23} = \delta_{32} = \delta_{2F} = 0$  і канонічні рівняння (2) приймають вигляд:

$$\begin{aligned}\delta_{11}X_1 + \delta_{13}X_3 + \Delta_{1F} &= 0; \\ \delta_{31}X_1 + \delta_{33}X_3 + \Delta_{3F} &= 0.\end{aligned}\quad (4)$$

Розв'язком системи канонічних однорідних рівнянь (4), за допомогою, наприклад, визначників (формул Крамера і правилом Саррюса), знаходимо невідомі  $X_1$  і  $X_3$ .

Тоді сумарний згинаючий момент і деформація від дії сили  $F$ , рівні:

$$M_{F\Sigma} = \frac{Fl}{8} \quad \text{і} \quad \delta_F = \frac{1}{EJ} \cdot \frac{Fl^3}{192}. \quad (5)$$

За допомогою виразів (5) можна визначити величини згинаючого моменту і деформації пружної ділянки грані муфти та відомими методами оцінити її міцність.

Такі муфти поліпшують експлуатаційні показники механічних приводів машин – м'якше передають динамічний обертальний момент, компенсують неспіввісності і покращують технологічність з'єднання валів.

1. Малащенко В. О. Муфти приводів. Конструкції та приклади розрахунків: навчальний посібник. Львів: Видавництво Національного університету „Львівська політехніка”, 2006. 196 с.
2. Малащенко В. О., Стрілець В.М., Стрілець О.Р., Федорук В.А. Нові муфти механічних приводів машин. Монографія. Рівне : НУВГП, 2019. 198 с.
3. Муфта: пат. 129902 Україна: МПК F16D 3/00. и №2017 02003; заявл. 02.03.17; опубл. 26.11.18, Бюл. № 22. 2 с.
4. Заявка и 2019 01624 на патент України на корисну модель. Муфта фланцево-пальцева пружна. МПК F 16 D 3/00. 18.02.2019.
5. Поліщук М.П. Будівельна механіка: навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2004. 237 с.

УДК 621.833.65

**ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ  
МОЖЛИВОСТЕЙ ПРИСТРОЇВ ЗМІНИ ШВИДКОСТІ ЧЕРЕЗ ЗУБЧАСТІ  
ДИФЕРЕНЦІАЛИ З ЗАМКНУТИМИ ГІДРОСИСТЕМАМИ**

**THEORETICAL BASIS OF KINEMATIC AND POWER POSSIBILITIES OF DEVICES  
FOR SPEED CHANGE THROUGH EPICYCLIC GEAR TRAINS WITH CLOSED CIRCUIT  
HYDROSYSTEMS**

**Стрілець Олег**

*Національний університет водного господарства і природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028, Україна*

*The structures and principles of operation of new devices for speed changes control with the help of epicyclic gear trains with closed circuit hydrosystems are described. The analytical expressions for the justification of their kinematic and energy possibilities are obtained. Using computer simulations, graphic dependencies are obtained, which clearly confirm their kinematic capabilities and perfection in terms of energy consumption and self-braking.*

Під час виконання робіт підйомно-транспортними, будівельними, дорожніми, меліоративними, сільськогосподарськими машинами, автомобілями і тракторами, металообробними верстатами та іншими технічними засобами виникає потреба у зміні швидкості їх робочих механізмів. Для цього використовують пристрої у вигляді ступінчастих і безступінчастих коробок швидкостей. Основними недоліками існуючого ступінчастого керування швидкістю є виникнення динамічних навантажень під час переходів з однієї швидкості на іншу, велика матеріаломісткість, складність автоматизації, а традиційного безступінчастого – інтенсивне спрацювання деталей внаслідок використання фрикційних стрічкових, колодкових або дискових гальм та блокувальних фрикційних муфт.

Тому на основі широкого аналізу існуючих способів і пристроїв керування змінами швидкості [1, 2] зроблений загальний висновок, що актуальною науково-технічною задачею є розробка нових способів і пристроїв для керування змінами швидкості у техніці, які усували б вказані недоліки. Обґрунтована можливість керування змінами швидкості за допомогою зубчастого диференціала з замкнутою гідросистемою приведена в роботі [3].

Розроблені нові пристрої керування змінами швидкості через зубчасті диференціали і замкнуті гідросистеми у вигляді патентів України на корисні моделі 7328, 11121, 11267, 11398, 14701, 18514, 18587, 25335, 28463, 28489, 48698 і 108239. Ці пристрої містять зубчастий диференціал зі встановленою на одній із керуючих ланок замкнутою гідросистемою. Один з варіантів такого пристрою, наведений на рис. 1, а, б, який містить сонячне зубчасте колесо 1, сателіт 2, епіцикл 3 і водило 4, що розміщені у корпусі 5, на якому закріплена замкнута гідросистема 6 і через зубчасту передачу 7 зв'язана з епіциклом 3. Замкнута гідросистема (рис. 1, в) складається з шестеренчастого гідронасоса 8, трубопроводів 9, регулювального крана 10, перепускного клапана 11 і ємності для рідини 12.

Проведені теоретично-комп'ютерні кінематичні дослідження нових пристроїв керування змінами швидкості через зубчасті диференціали і замкнуті гідросистеми. На прикладі рис. 1 розглянута зміна швидкості за допомогою зубчастого диференціала з замкнутою гідросистемою через епіцикл 3, коли ведучою ланкою буде сонячне зубчасте колесо 1, а веденою – водило 4 (рис. 1, а). Якщо прийняти кутову швидкість ведучої ланки 1 за  $\omega_1 = const$ , тоді за рахунок зміни швидкості епіцикла 3 ( $\omega_3 = var$ ) за допомогою замкнутої гідросистеми 6 можна плавно змінювати швидкість веденої ланки – водила 4 ( $\omega_4$ ). Маємо те, що епіцикл 3



через зубчасту передачу 7 приводить у рух шестеренчастий гідронасос 8, який перекачує рідину в замкнутій гідросистемі 6 коли регулювальний кран 10 відкритий. Якщо регулювальний кран 10 закритий, тоді замкнута гідросистема 6 закрита, тобто шестеренчастий гідронасос 8 зупинений і зубчасте колесо – епіцикл 3 зупинене ( $\omega_3 = 0$ ).

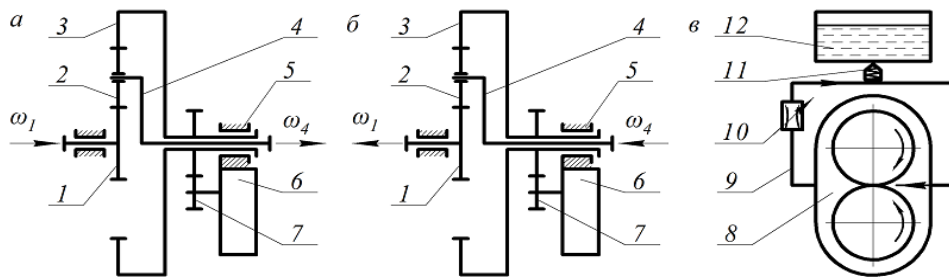


Рис. 1. Схеми: зубчастий диференціал з замкнутою гідросистемою з ведучим: а – сонячним зубчастим колесом; б – водилом; в – замкнута гідросистема

Таким чином, в залежності від пропускної здатності регулювального крана 10, швидкість зубчастого колеса – епіцикла 3 ( $\omega_3$ ) змінюється від 0 до  $\omega_{3max}$  і, при цьому, змінюється швидкість водила 4 ( $\omega_4$ ). Якщо ж прийняти водило 4 за ведучу ланку (рис. 1, б) з кутовою швидкістю  $\omega_4 = const$ , тоді за рахунок зміни швидкості зубчастого колеса – епіцикла 3  $\omega_3 = var$  за допомогою замкненої гідросистеми 6 можна плавно змінювати швидкість веденої ланки, сонячного зубчастого колеса 1. Зв'язок між швидкостями в таких передачах описаний у роботах [4].

Для наочності характеру зміни швидкості через зубчастий диференціал з пристроєм у вигляді замкненої гідросистеми, засобами комп'ютерного моделювання отримані графічні залежності показані на рис. 2.

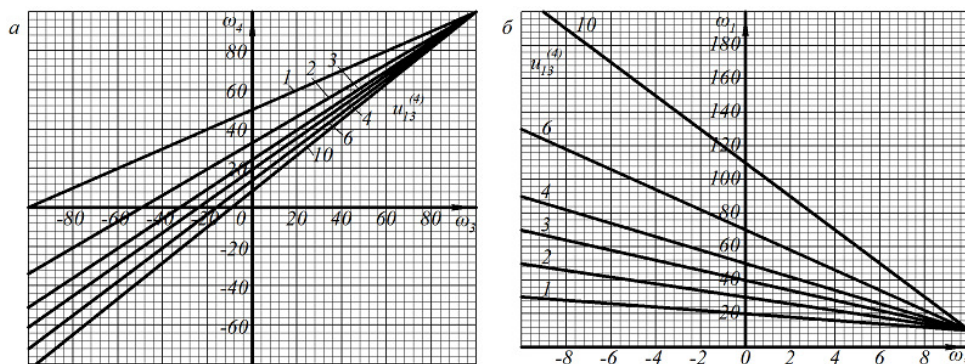


Рис. 2. Залежності між швидкостями ланок зубчастого диференціала: а – для схеми на рис. 1, а; б – для схеми на рис. 1, б

Отримані графічні залежності швидкості між ведучою і веденою ланками (сонячним зубчастим колесом і водилом, або навпаки) у зубчастому диференціалі з замкнутою гідросистемою за допомогою засобів комп'ютерного моделювання, подані на рис.2, наочно підтверджують можливість керування змінами швидкості між ведучою і веденою ланками при зміні швидкості ланки керування.

Проведені теоретично-комп'ютерні енергетичні дослідження нових пристроїв керування змінами швидкості через визначення коефіцієнта корисної дії (ККД), який є оцінкою досконалості машин і механізмів. При визначенні ККД передбачають, що втрати на тертя в кожній парі зубчастих коліс зубчастого диференціала пропорціональні добутку колової сили на зубцях і швидкості точки початкового кола сателіта по відношенню до водила ( $F_i v$ ) або добутку обертального моменту на кутову швидкість ланки ( $T_i \omega_i$ ). Цей добуток носить назву



«потенціальної потужності». На основі методу «потенціальної потужності» отримані аналітичні вирази для визначення ККД, [5] а за допомогою комп'ютерного моделювання - графічні залежності від передаточного числа, швидкості ланки керування і числа ступеней.

Подібно до попереднього отримано графічні зображення аналітичних виразів для ККД зубчастого диференціала, показаного на рис. 1 і наведені на рис. 3.

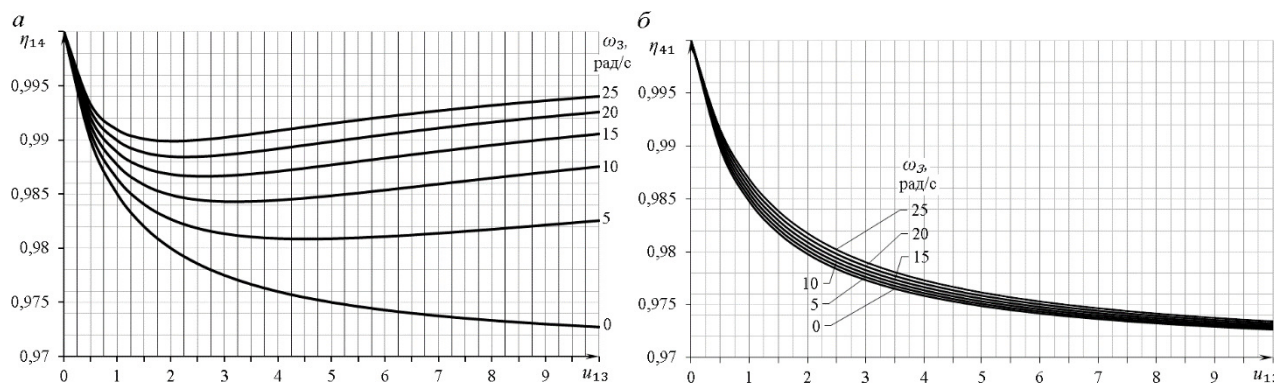


Рис. 3. Залежності зміни ККД зубчастого диференціала: а - для схеми на рис. 1, а; б - для схеми на рис. 1, б

#### Висновки:

1. Приведені методики теоретично-комп'ютерного дослідження залежностей між швидкостями ведучих і ведених ланок і ККД від швидкості ланок керування, передаточного відношення і числа ступеней, дозволяють обґрунтувати кінематичні та енергетичні можливості різних схем, як одноступінчастих так і для багаступінчастих зубчастих диференціалів.

2. Отримані графічні залежності між швидкостями ланок (рис. 2) і для ККД (рис. 3) зубчастих диференціалів, наочно дозволяють прослідкувати зміни швидкості і ККД від швидкості ланок керування, передаточного відношення та числа ступеней. Результати можна використати при проектуванні нових пристроїв для керування змінами швидкості, вони є підґрунтям для подальших силових розрахунків і експериментальних досліджень.

3. Наведені результати досліджень впроваджено в навчальний процес при викладанні дисциплін машинознавства на кафедрах технічної механіки і динаміки машин Національного університету «Львівська політехніка» і теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства Національного університету водного господарства та природокористування (м. Рівне).

1. Malashchenko V., Strilets O., Strilets V. *Fundamentals of Creation of New Devices for Speed Change Management. Ukrainian Journal of Mechanical Engineering and Materials Science. Lviv: 2015. V 1. № 2. pp. 11–20.*

2. Малащенко В. О., Стрілець О.Р., Стрілець В.М. *Класифікація способів і пристроїв керування процесом зміни швидкості в техніці. Підйомно-транспортна техніка. Одеса : ОНПУ, 2015. №1. С. 70–78.*

3. Стрілець О.Р. *Обґрунтування можливості керування змінами швидкості за допомогою диференціальних передач. Вісник інженерної академії наук України. Київ: НАУ, 2015. Вип. 2. С. 177–181.*

4. Стрілець О. Р. *Керування змінами швидкості за допомогою диференціальної передачі через епіцикл. Вісник Тернопільського національного технічного університету імені І. Пулюя. Тернопіль: ТНТУ, 2015. № 4(80). С. 129–135.*

5. Малащенко В.О., Стрілець О.Р., Стрілець В.М. *Визначення коефіцієнта корисної дії диференціала у пристрої зміни швидкості через епіцикл. Східно-європейський журнал передових технологій. Харків: 2017. № 6/7(90). С. 51–57.*

УДК 711.062

**РОЛЬ ЕЛЕКТРОКАРІВ В СУЧАСНОМУ МІСТІ**

## THE ROLE OF ELECTROCARES IN THE CURRENT CITY

**Тригуб Руслана***Kyiv National University of Construction and Architecture,  
Kyiv, 31, Povitroflotskyi Ave., Ukraine**Київський національний університет будівництва та архітектури,  
Україна, Київ, просп. Повітрофлотський, 31, 03037, а. 334а*

*In order to minimize the negative impact on the environment and preserve the urban environment, today's transport market uses "green transport". Electric vehicles have a significant potential for growth in this direction. The demand for such a car is constantly increasing due to economic crises, increased gasoline prices and environmental degradation.*

*Thanks to new technologies, design and capabilities, it creates software products and devices of this type of transport in Ukraine.*

На дорогах все частіше можна зустріти незвичайний вид транспорту – електромобіль. Попит на таке авто постійно зростає – перш за все, через економічні кризи, збільшення вартості бензину і газу та погіршення екології. За даними статистики забруднення атмосфери від звичайного автомобільного транспорту спричиняє понад 400000 передчасних смертей на рік, а економіка країни щорічно втрачає 100 млрд.євро через затори. Країни ЄС активно впроваджують масштабні та далекосяжні програми інвестування з метою модернізації транспорту та інфраструктури шляхом їх «екологізації» [1]. З метою мінімізації негативного впливу на довкілля та збереження міського середовища сьогоденній транспортний ринок використовує «зелений транспорт». Значний потенціал росту в даному напрямку мають електромобілі.

Перш за все електромобіль – це автомобіль, що приводиться в рух одним або декількома електродвигунами з живленням від акумуляторів або паливних елементів, а не двигуном внутрішнього згорання [2]. Електромобіль відрізняється від автомобілів з двигуном внутрішнього згорання; від автомобіля з електричною передачею та від тролейбусів.

Насправді, електромобіль був винайдений раніше, ніж двигун внутрішнього згорання. Десь в період з 1832 по 1839 років Роберт Андерсон у Абердині сконструював прототип електромобіля. Проте з часом інтерес до них впав, більшої популярності набули звичні моделі авто. Автомобіль, схожий на візок із електродвигуном, був створений у 1841 році. Згодом на міжнародній виставці електрики у Франції було представлено електромобіль Густава Трове, який був триколісним, досягав швидкості 12 км/год, максимальна дальність ходу – 26 км. Перший німецький електромобіль Флокена створили 1888 року. У 1901 році Фердинанд Порше розробив гібридне авто Lohner–Porsche Mixte Hybrid із мотор – колесами, кожне з яких потужністю 2,5–3,5 к.с., на короткий час розвивали потужність до 7 к.с. Замість важких батарей як джерела енергії авто було оснащено двигуном внутрішнього згорання, що виконував роль генератора. Недоліком ранніх електромобілів стала складна система підзарядки.

Лише в кінці 60-х років 20-го століття про електромобілі знову почали говорити як про більш екологічну альтернативу автомобілям що їздять на викопному паливі (бензин, дизельне пальне). В 70-х роках зростає ціна на нафту, а подешевшала у 80-х і електромобіль знову перестав користуватися попитом.

Починаючи з 90-х років однією з тенденцій автомобілебудування стало зменшення навантаження на стан навколишнього середовища. Деякі країни почали приймати регуляторні документи, що обмежували шкідливі автомобільні викиди в атмосферу. Тоді розробкою електроавто зайнялися великі компанії – Ford (Ford Ecostar – максимальна швидкість 110 км/год, максимальний пробіг на одній зарядці 70-80 км); Renaissance Cars (Tropica – максимальна швидкість 100 км/год, максимальний пробіг на одній зарядці 110-130 км); Volkswagen (електричні версії моделей Golf, Jetta та модель CityStromer максимальна швидкість 100 км/год, максимальний пробіг на одній зарядці 50-90 км); Renault (Clio Electrique максимальна швидкість 100 км/год, максимальний пробіг на одній зарядці 100 км); Peugeot и Citroën також мали свої розробки електромобілів [3, 4] .

На 2015 рік у світі було 1 млн приватних зарядних пристроїв, 162 тис публічних звичайних зарядних станцій для електроавто і 28 тис публічних швидких підзарядних станцій.

Офіційно перші електромобілі в Україні з'явилися в 1993 році. Сьогодні лідер з такого виробництва – Китай. Український ринок досить швидко зникає до електромобілів. Завдяки новим технологіям, дизайну та можливостям, створюють програмні продукти та пристрої даного виду транспорту і в Україні. Активні розробки електромобілів ведуться фахівцями Інституту електродинаміки НАН на базі державного підприємства “Науково-виробничий центр “Енергоімпульс”. Їх мета – це серійне виробництва доступних електромобілів в Україні. Заявлено, що це будуть авто марки ЗАЗ Ланос Пікап та ЗАЗ Ланос Седан з пробігом до 250 км на одній зарядці і що вони будуть ледве не вдвічі дешевші закордонних аналогів (заявлена вартість – 15 000 доларів США) [3, 5]

Наведемо приклад успішних та визнаних за кордоном стартапів із України (таблиця № 1). Tesla Roadster — це перший спортивний електромобіль, серійне виробництво якого почалося в 2008 році. Tesla Model S, має можливість проїхати 728 км на одному повному заряді батареї. На машині була встановлена батарея ємністю 85 кВт·год).

Таблиця №1

Приклади успішних та визнаних за кордоном стартапів із України

	<b>Tesla Roadster</b>	<b>Tesla Model S</b>	<b>Tesla Model X</b>
	перший спортивний електромобіль	п'ятидверний седан	6 або 7-місний кроссовер
Початок серійного виробництва, рік	2008	2012	2015
максимальний пробіг на одній зарядці	350 км	330-420 км	до 418 км
максимальна швидкість	примусово обмежена до 210 км/год	примусово обмежена до 210 км/год	примусово обмежена до 210 км/год
час заряду батареї від звичайної розетки (на станції Tesla Supercharger)	3,5 години	4-5 годин (30 хвилин)	4-5 годин (30 хвилин)
розгон	100 км/год за 4 секунди	до 100 км/год за 4,4 секунди	До 96 км/год за 3,8 секунди

До позитивних характеристик електрокарів можна віднести:

- економне споживання енергії. Найменше кількість в середньому становить 10 кВт на 100 км.
- Просте сервісне обслуговування: відсутні мастила, свічки, фільтри. Періодичного огляду вимагає тільки ходова.
- Двигун працює безшумно
- Відсутні вихлопні гази.
- Немає вихлопних газів. Використання енергії в електромобілях відбувається до п'яти разів



ефективніше, ніж у звичайних двигунах.

- Технічне обслуговування машин потребує менше коштів. При 20 тис км середнього річного пробігу авто зекономить близько 50 тис грн.

- Різниця між електрокаром і традиційним авто окупиться вже за кілька років завдяки дешевшому живленню електрокара

Недолки електрокарів:

- Небагато компаній займаються виробництвом електрокарів. Та й модельний ряд, в порівнянні зі звичайними автівками, в рази менший. Сьогодні в Україні небагато електростанцій – 37.

- Висока вартість батареї. Хоч виробники і дають гарантію на батарею 10 і більше років, електрокар на той час уже сам вийде з ладу. При збільшенні виробництва вартість на батареї впаде. Але під час використання автомобіля батарея сідає швидко.

- Швидкість. Для економії електроенергії швидкість обмежують до 80-100 км / год.

Теоретично електрокари можуть розганятися до 140 км/ год. При ривках і гальмуванні заряд відновлюється [3,4] .

Електромобілі існують, збільшується кількість заправок та автосервісів для них. Зареєстровані кілька законопроектів, що передбачають відміну податку на електромобілі строком на п'ять років. Це дає можливість знизити імпорт на них до 30 %, а також зменшити їх вартість.

За статистичними даними [5], до 2030 року у світі буде 160 млн електромобілів. Вся ця техніка споживатиме 30% виробленої на планеті електроенергії. Планується завершити створення загальноєвропейського транспортного простору і різко знизити негативні екологічні ефекти транспорту.

Планується повна заборона до 2050 року використання автомобільного транспорту на таких видах палива, як бензин, дизельне паливо та інші вуглецеві види палива. На практиці транспорт повинен використовувати менше енергоресурсів, що дає можливість, краще експлуатувати сучасну інфраструктуру та зменшити свій негативний вплив на навколишнє середовище та основні природні об'єкти, такі як вода, земля та екосистеми.

Транспорт – це важливий компонент економіки: електромобілі, електровелосипедаи, електричні скутери та поїзди та трамваї надають можливість створення більш екологічно чистої мобільності в місті. На сьогоднішній день, другий за величиною ринок у світі за обсягами реалізації «зелених» транспортних засобів - у Європі. Україна зможе вирішити питання мінімізації техногенного навантаження на довкілля, підвищити рівень пропускнуої спроможності найбільших транспортних вузлів. Крім цього збільшити рівень ефективності пасажирських перевезень та покращити стан рухомого складу транспортної галузі [6].

1. Білорус О.Г. Стратегічні імперативи адаптації та трансформації зовнішньоторговельної діяльності України в умовах європейської інтеграції /О.Г.Білорус, О.В.Гаврилюк // Економіка України. –2015. –№11. –С.4–15.–Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/EkUk\\_2015\\_11\\_2](http://nbuv.gov.ua/UJRN/EkUk_2015_11_2).

2. Транспорт і зв'язок України у 2013 р.: стат. зб. [Електронний ресурс];ред. О.О. Кармазіна. – Режим доступу: [http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv\\_u/08/Arch\\_tr\\_zb.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/08/Arch_tr_zb.htm).

3. <https://www.epravda.com.ua/rus>

4. Нікіфорова О.А. Екологічна складова в перспективах розвитку міжнародних транспортних шляхів України/О.А.Нікіфорова, Г.Г.Сидорченко //Транспортні системи та технології перевезень. Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В.Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2017.–С. 67–72.

5. <https://www.irena.org/>.

6. Мітряєва С. Транскордонне співробітництво Україна - ЄС: стан, проблеми та перспективи [Електронний ресурс] /С.Мітряєва, А.Крижєвський. – Режим доступу: <http://old.niss.gov.ua/MONITOR/Jul2009/34.htm>.

**УДК 621.81**

## **КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ**

### **DESIGN FEATURES OF CASE DETAILS**

**Хітров Ігор, Бабич Ярослав, Бундза Олег**

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

*Classification features and structural parameters of machines body parts are given.*

Розвиток сучасного машинобудування тісно перемешується з проблемою підвищення надійності та довговічності деталей машин, які працюють в умовах високих напружень, швидкостей та дії різних середовищ. До таких деталей належать і корпусні деталі сільськогосподарських машин.

Для того, щоб сільськогосподарська машина виконувала своє службове призначення вона повинна володіти необхідною якістю та відповідними експлуатаційними характеристиками [1]. Однією з основних складових якості є надійність [2]. Рівень надійності залежить від ступеня розвитку техніки і вирішується на етапах проектування, виробництва, дослідження, експлуатації та ремонту машин і технологічного обладнання [3]. Підвищення та подальше забезпечення надійності сільськогосподарських машин дозволяє збільшити продуктивність праці в сільському господарстві [4].

Питання надійності і якості виготовлення сільськогосподарської техніки займає особливе місце ще і тому, що в Україні рівень технічного забезпечення сільськогосподарського виробництва значно знизився. Можливість виконання сільськогосподарських робіт в агротехнічні строки залежить від працездатності машини, їх якості та надійності.

Силова передача (трансмсія) машини – це сукупність механізмів, які передають потужність двигуна ведучим колесам і приймальному валу робочої машини. Силова передача змінює кутову швидкість веденого валу і крутний момент. У загальному вигляді силова передача трактора, автомобіля, комбайна складається з муфти зчеплення, коробки передач, головної передачі. Перелічені ланки силової передачі розміщуються у відповідних корпусних деталях – корпусі муфти зчеплення, коробки передач, заднього мосту.

За формою корпусні деталі можна поділити на прості і складні; за розмірами – на дрібні, середні та великі.

З технологічної точки зору: на деталі, механічне оброблення яких є точіння (за формою наближені до тіл обертання) та деталі, основні оброблювані поверхні яких взаємно паралельні та перпендикулярні [5].

За розташуванням поверхонь: з лінійним розташуванням базових ліній та з розташуванням базових ліній у різних площинах і під різним кутом [5].

За цілісністю поверхні отвору: цілісна, роз'ємна, розірвана. За наявністю конструктивних елементів поверхні отвору: гладка, з буртиком, з кільцевою канавкою (однією чи двома), з проточкою під заглушку, з технологічним отвором, скосом, вибіркою.

Для систематизації та розподілу чисельної групи внутрішніх циліндричних поверхонь корпусних деталей силових передач за характерними ознаками проведено аналіз основних корпусних деталей комбайнів, що експлуатуються в сільськогосподарському виробництві.

Матеріалом корпусних деталей машин, в основному, є сірий чавун марок СЧ 18, СЧ 20, СЧ 21, СЧ 24 твердістю 170-240 НВ. Окремі корпуси відливають з чавуну СЧ 15, ВЧ 45 та сталі 35Л твердістю 165-240 НВ. Серед закордонної техніки для виготовлення корпусів широко



використовується алюмінієвий сплав.

Діаметральні розміри отворів під підшипники виконують, в основному, за 7-м квалітетом, а отвори під вали шестерень – за 8-м квалітетом. Точність міжцентрового розташування отворів під підшипники і вали шестерень для корпусів кожної окремої марки машини однакові і складають для коробки передач комбайнів 0,08-0,09 мм. Допуск співвісності становить 0,02-0,06 мм, допуск паралельності та перпендикулярності осей – 0,03-0,05 мм на 100 мм довжини, конусність і овальність отворів – не більше 0,03-0,05 мм на діаметр. Поверхні, що прилягають, оброблюють з шорсткістю  $R_a = 6,4-1,25$  мкм, а їх відхилення від прямолінійності допускається до 0,05-0,2 мм на всій довжині. Неперпендикулярність торцевих поверхонь до осей отворів допускається в межах 0,01-0,1 мм на 100 мм радіуса.

Підшипники і вали шестерень встановлюють в отвори із зазором, натягом і за перехідними посадками. Шорсткість внутрішніх циліндричних поверхонь для основної маси корпусів задається в межах  $R_a = 1,25-2,5$  мкм. Інколи шорсткість регламентується одночасно за параметрами  $R_a$  і  $R_z$ . У таких випадках параметром  $R_a$  регламентується шорсткість поверхонь під підшипники, а параметром  $R_z$  – шорсткість поверхонь під вали шестерень.

Діаметри отворів під підшипники в корпусних деталях знаходяться в межах від 52 мм до 160 мм. Такі поверхні складають біля 95 % від усіх внутрішніх циліндричних поверхонь корпусних деталей. Довжина поверхонь під підшипники знаходиться в межах від 11 мм до 60 мм.

У процесі роботи машин посадочні поверхні деталей силових передач сприймають значні навантаження. Шестернями передаються зусилля 30 кН і більше [6]. Величина питомих навантажень на внутрішні циліндричні поверхні становить від 1 МПа до 7 МПа [7]. Проте між величиною спрацювання внутрішніх циліндричних поверхонь і величиною питомих навантажень відсутня пряма залежність.

Таким чином, сучасний стан сільськогосподарської техніки потребує посиленої уваги для підтримання її у належному стані. Вирішити дану проблему можна наступними шляхами. Перший – створення передумов для розроблення і збільшення випуску нової сільськогосподарської техніки та відповідно поставок її у господарства. Другий – підвищення довговічності та надійності машин за рахунок використання сучасних технологічних методів виготовлення, відновлення та зміцнення. Розроблення нової сільськогосподарської техніки та збільшення її випуску потребує великих капітальних вкладень і певного часу, тому другий напрямок є переважаючим.

1. Молодик М.В., Лангерт Б.А., Бредун А.К. Відновлення деталей машин. – К.: Урожай, 1985. – 160 с.
2. Проников А.С. Надежность машин. – М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.
3. Анилович В.Я. Теория надежности при проектировании машин // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. – Харків: ХДТУСГ, 2000. – Вип. 4 – С. 13-20.
4. Грошев Л.М., Дмитриченко Н.Ф., Рыбак Т.И. Надежность сельскохозяйственной техники. – К.: Урожай, 1990. – 192 с.
5. Опальчук А.С., Роговський І.Л. Особливості конструкції, експлуатації і дефектів корпусних деталей бурякозбиральних машин // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – Миколаїв: МДАУ, 2002. – Т. 1, Вип. 4. – С. 214-219.
6. Калашиников А.Г. Ремонт базисных деталей тракторов. – К.: Урожай, 1975. – 180 с.
7. Черноиванов В.И. Восстановление деталей машин. – М.: ГОСНИТИ, 1995. – 279 с.

УДК 621.81.004:621.77:621.792

## ПРОГНОЗУВАННЯ РЕСУРСУ РОБОТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

### FORECASTING OF A RESOURCE OF WORK OF DETAILS MACHINE

Хітров Ігор, Савлук Андрій

Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028

*The method of definition of a resource of units of agricultural machines which allows to define objectively the most possible value of an operating time is analyzed and offered and guarantees probability of achievement of such resource without the additional control.*

При плануванні ремонту і відновлення вузлів сільськогосподарських машин потрібно дотримуватись такого правила, щоб протягом зонального навантаження  $T_z$  при збиранні врожаю ремонт не виконувати, за винятком тих випадків, коли відмови машин мають раптовий, не передбачливий характер. Завдяки цьому правилу використання машин стає більш ефективним.

Прогнозування ресурсу ґрунтується на результатах діагностування і зводиться до визначення залишкового ресурсу з'єднань, агрегатів і механізмів машини.

Тому виникає дуже актуальне питання: який ресурс  $t_r$  (в годинах) може без ремонту працювати даний вузол. Як правило, ремонт виконують після завершення польових робіт, причому не кожний рік, а лише тоді, коли виконується обмеження:  $t_r / T_z = N$ , причому  $N$  – ціле число, яким встановлюється кількість гарантованих сезонів роботи відновленого вузла до наступного ремонту з дотриманням вказаного вище правила [1].

Міжремонтний ресурс відновлених вузлів визначали експериментально за результатами виробничих та стендових випробувань. На основі отриманих даних склали кореляційну таблицю, за даними якої визначають залежність величини спрацювання  $\Delta_S$  посадочних отворів від часу роботи  $t_r$ . Для опису залежності спрацювання посадочних отворів  $\Delta_S$  деталей від напрацювання  $t_r$  (на основі статистичної інформації) використали регресивний аналіз. За методом найменших квадратів знаходили рівняння регресії, яке адекватно відображає отримані результати. Серед досліджуваних 14 залежностей (прямолинійна, показникові, степенева, тощо) найбільш адекватною є поліном другого ступеня [2-3].

При дослідженні нас цікавив довірчий інтервал не для середніх, а для індивідуальних значень залежної змінної. Тому, ми встановили довірчі інтервали (обумовлені заданим рівнем значимості  $\alpha$ ), для яких буде розміщене окреме значення  $\Delta_{Si}$  залежної змінної, що відповідає значенню змінної  $t_{ri}$ . Ресурс вузла за критерієм спрацювання вичерпується в тому випадку, якщо їх лінійне спрацювання досягне допустимого значення ресурсного напрацювання при верхньому довірчому інтервалі.

Наприклад, для корпусу коробки передач 54-10058 зернозбирального комбайну рівняння регресії має вигляд (коефіцієнт детермінації становить  $D = 0,846$ ):

$$\Delta_S = -6,0326 + 31,7217 \cdot t_r + 11,2900 \cdot t_r^2 \quad (1)$$

У рівнянні (1)  $t_r$  вимірюється в тисячах годин.

Далі потрібно визначити таке значення напрацювання посадочного місця  $t_r$ , при якому спрацювання досягне допустимого значення  $\Delta_{don}$ . З технічних умов відомо, що для досліджуваного вузла  $\Delta_{don} = 40$  мкм. За термінами теорії імовірностей ця задача



сформулюється так: необхідно знайти  $t_{r\text{доп}}$  таке, для якого  $\Delta_{\text{доп}}$  буде мати значення не більше 40 мкм з наперед заданою імовірністю  $P = 0,99$ . Ми прийняли таку імовірність для того, щоб встановити мінімальний допустимий ресурс практично для всіх можливих випадків спрацювання вузлів.

Значення  $t_{r\text{доп}}$  складає близько 870 годин (рис. 1). Проте його необхідно визначити аналітично. Розв'яжемо відносно  $t_r$  систему:

$$\begin{cases} \Delta_{\text{доп}} = 40; \\ \hat{\Delta}_S = -6,033 + 31,724 \cdot t_r + 11,289 \cdot t_r^2 + t_{f,\alpha} \cdot s_u. \end{cases} \quad (2)$$

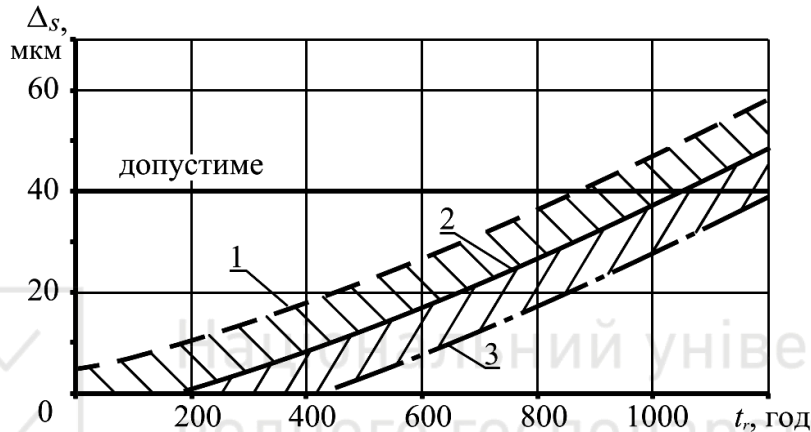


Рис. 1. Залежність величини спрацювання посадочних отворів  $\Delta_S$  корпусу коробки передач зернозбирального комбайну від напрацювання  $t_r$ :  
1 – верхній довірчий рівень, 2 – середнє значення, 3 – нижній довірчий рівень.

Для  $\alpha = 0,01$  при  $n = 251$  і  $m = 1$ ,  $t_{f,\alpha} = 2,341$  [3, 4].

Тоді система (2) зводиться до такого рівняння:

$$40 = -6,033 + 31,724 \cdot t_r + 11,2900 \cdot t_r^2 + 2,341 \cdot 4,125. \quad (3)$$

Після перетворень отримали:

$$11,2900 \cdot t_r^2 + 31,724 \cdot t_r - 36,376 = 0. \quad (4)$$

З рівняння (4) знайшли:  $t_r = 0,87$  тис. годин, або 870 годин. Це і є гарантоване напрацювання вузлів коробки передач комбайна.

При зональному завантаженні  $T_3 = 870 / 4 = 217,5$  годин коробку передач можна ремонтувати через 4 сезони.

Таким чином, запропонований метод можна застосовувати для обчислення ресурсу вузлів сільськогосподарських машин, що дозволяє об'єктивно визначати найбільш вірогідне значення напрацювання і гарантує імовірність досягнення такого ресурсу без додаткового контролю.

1. Хітров І.О. Підвищення довговічності посадочних отворів корпусних деталей // Матер. 5-ї Міжнар. наук.-техн. конф. „Інженерія поверхності и реновація изделий” 24-26 травня 2005 р., м. Ялта. – К.: Вид. відділ АТМ України. – 2005. – С. 254-255.

2. Barry L. Nelson. Stochastic modeling: analysis and simulation. – New York: McGraw-Hill, Inc., 1995. – 321 p.

3. Gertsbakh I.B. Statistical reliability theory. – New York: Dekker, 1989. – 331 p.

4. Förster E., Rönz B. Methoden der korelations und regressionsanalyse. – Berlin: Verlag Die Wirtschaft, 1979. – 302 s.



УДК 677.021

## ФОРМАЛІЗАЦІЯ ФОРМИ ТА ПАРАМЕТРІВ УДОСКОНАЛЕНОГО ПІДКОПУЮЧОГО ОРГАНУ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

### FORMALIZATION OF THE FORM AND PARAMETERS OF THE IMPROVED BASED MECHANICAL MACHINE FOR MAPPING MILLING

Шимко Андрій, Налобіна Олена

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

*Analysis of the process of interaction of the excavating working body with the soil requires the formalization of the parameters of the working body. In order to solve a scientific problem, a formal representation of the task of determining the shape and parameters of the subterminating working body is presented.*

Найбільш складною науково-технічною задачею процесу вирощування картоплі є механізація її збирання. За особливостями технології механізованого збирання виділяють три способи виконання збиральних робіт [1]:

- збирання простими машинами (картоплекопачами) з подальшим підбором бульб вручну;
- збирання копачами – навантажувачами з навантаженням бульб у транспортний засіб безпосередньо у процесі збирання;
- збирання картоплезбиральними комбайнами зі збором бульб.

Як виявив аналіз чинних наукових досліджень з питань модернізації та розробки картоплезбиральних машин та взаємодії їхніх робочих органів із ґрунтом та бульбами [1, 3, 4, 5] одним із напрямків удосконалення техніки є розробка підкопуючих робочих органів. Це пов'язано з тим, що підкопуючі робочі органи машин, які на даний час випускаються промисловістю не завжди забезпечують високої якості збирання, особливо за умови підвищеної вологості, на ґрунтах, забруднених камінням.

З урахуванням цього, удосконалення конструкції підкопуючих органів картоплезбиральних машин з метою зменшення тягового опору, підвищення продуктивності збиральних робіт та зменшення пошкоджень бульб є актуальною науково-практичною задачею.

Для вирішення даної задачі було розроблено підкопуючий орган [6], який забезпечує розуцільнення ґрунту та зменшення налипання по внутрішніх бокових поверхнях, що веде до зменшення енергоємності процесу підкопування бульб (рис.1). Підкопуючий робочий орган бульбозбиральної машини містить ріжучу кромку, площину, по якій бульбоносна маса рухається до транспортера, яка має форму гіперболічного параболоїда, з кінця різальної кромки на поверхні площини, по якій рухається бульбоносна маса, розміщені стержні.

Процес викопування бульбоплодів складається з декількох послідовних операцій, а саме підкопування скиби ґрунту разом з коренеплодами, транспортування по підкопувальній поверхні скиби з бульбоплодами, переміщення цієї скиби по сепарувальній поверхні робочого органу і подальше переміщення картопляного вороху разом з залишками ґрунту на активну сепарувальну частину робочого органу.

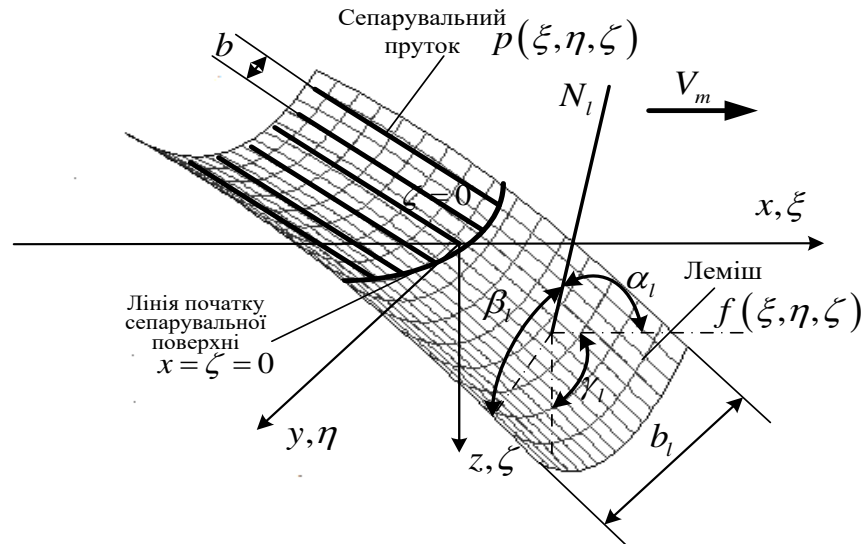


Рис. 1. Загальна схема підкопувально-сепарувального робочого органу

У відповідності до поставлених задач досліджень необхідно проаналізувати вплив параметрів та режимів роботи лемішної та спарувальної пруткової частини робочого органу та механічних властивостей ґрунту разом з бульбами на зміну механічних властивостей ґрунту, його розуцільнення та можливість руйнування суцільності, що забезпечить кращі умови просівання агрегатів ґрунту через пруткову частину сепарувальної поверхні.

В першому наближенні робочий орган при входженні у ґрунт може бути схематично представлений у вигляді конструкції, що наведена на рис. 1.

В системі координат  $xuz$ , яка відповідає ґрунтовому простору поля, при цьому вісь  $x$  спрямована в напрямку переміщення робочого органу зі швидкістю  $V_m$  і лежить у поверхні  $xu$  при значенні  $z=0$ , тобто на денній поверхні поля, вісь  $z$  спрямована у глибину ґрунтового простору, а вісь  $y$  спрямована перпендикулярно до напрямку руху робочого органу і співпадає з поверхнею  $z=0$ .

Система координат  $\eta\zide\text{m } xuz$ , тобто співпадає з системою координат ґрунтового напівпростору. Ця система прийнята для опису в ній рівнянь поверхонь складових частин робочого органу.

На схемі прийняті наступні позначення:  $f(\xi, \eta, \zeta)$  - рівняння поверхні лемеша,  $p(\xi, \eta, \zeta)$  - рівняння поверхні сепарувального прутка,  $b$  - крок розстановки сепарувальних прутків у поперечному напрямку, тобто в напрямку осі  $y$ ,  $N_l$  - нормаль до поверхні лемеша,  $\alpha_l$  - кут нахилу нормалі до поверхні лемеша до осі  $\xi\text{idem } x$ ,  $\beta_l$  - кут нахилу нормалі до поверхні лемеша до осі  $\eta\text{idem } y$ ,  $\gamma_l$  - кут нахилу нормалі до поверхні лемеша до осі  $\zide\text{m } z$ ,  $V_m$  - швидкість переміщення робочого органу в напрямку осі  $x$ .

Для формалізації поверхонь частин робочого органу необхідно записати рівняння поверхонь їх складових частин в системі координат  $\xi, \eta, \zeta$ .

Рівняння поверхні лемеша та поверхні в якій розміщені сепарувальні прутки може представлятися у вигляді гіперболічного параболоїду у неявному вигляді:

$$f_l = \zeta - \left[ d + c \left( \frac{((\phi\xi)+s)^2}{a} - \frac{(k\eta)^2}{b} \right) \right], \quad (1)$$

де  $\phi, s, a, k, b$  - коефіцієнти, що характеризують форму розташування та параметри кривизни поверхні лемішної частини, яка в подальшому переходить в пруткову сепарувальну частину. При цьому перехід в сепарувальну частину поверхні відбувається при координатах  $\zeta = z$ , що відповідає поверхні поля.

Враховуючи осьову симетрію робочого органу відносно осі  $\xi$ , у подальшому можна розглядати частину робочого органу. Крім того, весь робочий орган можна розглядати як окремі частини при взаємодії з ґрунтом та ворохом у послідовності прояву даних взаємодій. Зміни напружено-деформованого стану можуть визначатися шляхом накладання цих станів від дії окремих елементів робочого органу. Тому доцільно розглядати поетапно спочатку взаємодію лемішної частини та обмежувальної стінки, як окремих елементів, з середовищем, а потім розташувавши в зручному положенні систему координат відокремленої скиби ґрунту з бульбами розглянути умови змін властивостей ґрунту та можливі умови сепарації на прутковій частині робочого органу.

При формалізації механічних властивостей робочого органу, що взаємодіє з матеріалом або середовищем яка спрямована на зміну їх властивостей слід прийняти до уваги те, що механічні властивості робочого органу повинні мати значення, які характеризують його деформівні властивості вищі за аналогічні значення середовища або матеріалу. Для випадку коли нема суттєвих обмежень щодо пошкоджень або руйнування цілісності матеріалу внаслідок перевищення допустимих напружень, робочий орган може бути формалізований як абсолютно тверде недеформівне тіло.

Формалізація проведена з метою подальшого аналізу процесу взаємодії розробленого робочого органу з ґрунтом та встановлення його параметрів, які забезпечують розуцільнення ґрунту та зменшення налипання по внутрішніх бокових поверхнях, що веде до зменшення енергоємності процесу підкопування бульб.

1. Братушков, Н.В. Особенности машинных технологий производства картофеля и овощей в Московской обл. / Н.В. Братушков // Сборник научных докладов «Земледельческая механика в растениеводстве», труды ВИМ, Т. 4. – М. : ВИМ, 2001. – С. 179–187.

2. Рембалович, Г. К. Повышение эффективности функционирования и надежности сепарирующей горки картофелеуборочных машин: дис. ... канд. техн. наук. / Г.К. Рембалович. – Саранск, 2005. – 167 с.

3. Петров, Г. Д. Тенденции развития конструкций машин для возделывания и уборки картофеля / Г. Д. Петров, Е. А. Матвеева // Сб. научных трудов ЦНИИТЭИ тракторосельхозмашин. – 1989. – вып. 6. – 54 с.

4. Щербаков, В. М. Интенсивные технологии в сельском хозяйстве / В.М. Щербаков. – М. : Эдем, 1997. – 80 с.

5. Федоров, Д. А. Повышение эффективности уборки картофеля путем совершенствования конструктивных и технологических параметров картофелекопателя : дис. ... канд. техн. наук / Д.А. Федоров. – Великие Луки: 2005. – 169 с.

6. Налобіна О.О., Шимко А.В. Патент на корисну модель № 131318 Україна, МПК А01D 19/02. Підкопуючий робочий орган бульбозбиральної машини. Заявник і патентовласник Національний ун – т водного господарства та природокористування. № и201807674; заявл. 09.07.2018; опубл. 10.01.2019, Бюл. № 1.



УДК 631. 92

**АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ АСПЕКТІВ СУЧАСНОГО  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА****ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL ASPECTS OF MODERN AGRICULTURAL  
PRODUCTION****Шовкомуд Олександр, Мартинюк Віктор***Луцький національний технічний університет,  
вул. Львівська, 75, м. Луцьк, 43018*

*Analyzed some of the negative impact of agricultural machinery and environmental technologies Wednesday. Examples of solutions to environmental problems.*

Аграрна галузь – це галузь, яка є одною з найперспективніших в Україні. Це пояснюється сприятливими природними умовами, родючістю ґрунтів, сприятливими погодними умовами. Стратегія розвитку аграрного сектору економіки України спрямована на формування ефективного соціально спрямованого сектору економіки держави, здатного задовольнити потреби внутрішнього ринку та забезпечити провідні позиції на світовому ринку сільськогосподарської продукції [1].

Протягом останніх п'яти років аграрний сектор економіки України підтримує тенденцію до зростання. Частка у валовій доданій вартості країни становить 13%, при використанні основних засобів вартістю понад 100 млрд. грн. Галузь є одною з основних бюджетоутворюючих сфер економіки та займає друге місце у товарній структурі експорту (близько 40%). Також АПК – основне джерело надходження валюти в Україну та ключовий фактор у підтриманні торговельного балансу [2].

Всі види сільськогосподарського виробництва пов'язані з навколишнім середовищем. Вплив сільськогосподарських виробників на земельні та водні ресурси, на жаль, приводить до зменшення вмісту гумусу та мінеральних елементів, що у свою чергу погіршує умови живлення рослин. Крім того, діяльність аграрних виробників спричиняє ерозію ґрунтів, утворення ярів, засолення ґрунтів, забруднення водних ресурсів. Прояв цих негативних факторів веде до незворотних процесів в навколишньому середовищі, формуванню антропогенних ландшафтів.

З урахуванням вище означеного, захист навколишнього середовища у процесі сільськогосподарського виробництва та його екологізація – актуальна проблема сьогодення.

Проаналізуємо основні напрямки вирішення даної проблеми.

Сучасне виробництво передбачає використання великого переліку засобів механізації. Це, з одного боку, сприяє підвищенню продуктивності виконання робіт, а з іншого, сприяє прояву негативних впливів техніки на ґрунт через багатократний вплив ходової системи машинних агрегатів на них. Відбувається переущільнення ґрунту, що веде до порушення структури ґрунтів, погіршення водно-повітряного балансу, розвитку ерозії. Загальні втрати продукції, обумовлені переущільненням ґрунтів, досягають 45% на рік [3]. Аналіз чинних досліджень [4, 5, 6, 7] дозволив встановити перелік мір, які дозволяють запобігти переущільненню ґрунтів:

- розробка та запровадження технологій вирощування сільськогосподарських культур з мінімальними проходами техніки, особливо важкої колісної, по полю;
- під час розробки технологій вирощування культур слід прагнути до суміщення операцій;

- модернізація сільськогосподарських машин із метою зменшення тиску на ґрунт. З цією метою рекомендують використовувати гусеничні рушії, колісні рушії з еластичними шинами та колісні рушії, оснащені механізмами регулювання тиску в шинах;

- проводити польові роботи за умови фізичної стиглості ґрунту та його вологості 20-22%;

- розпушувати та вирівнювати сліди від коліс тракторів та інших сільськогосподарських машин;

- застосовувати прості прийоми окультурювання ґрунтів, мульчування поверхні.

Використання нафтопродуктів приводить до забруднення навколишнього середовища. Небезпечними є викиди відпрацьованих газів, які є високотоксичними. Питання зменшення шкідливого впливу викидів стало пріоритетним для виробників сільськогосподарської техніки, які спрямовують свої зусилля на розробку та запровадження екологічних двигунів.

Так, наприклад, трактори Agrottron M оснащені двигунами з турбонаддувом і проміжним охолодженням, а також електронною системою впорскування DCR (Deutz Common Rail). Для мінімізації вихлопів застосовується система рециркуляції охолоджених зовнішніх відходів газоподібного газу AGReх. Двигуни DEUTZ-FAHR повністю сумісні з біодизельним паливом і можуть працювати на змішаному стандартному паливі з біодизелем, що містить до 100% біодизеля. Система AGReх постійно регулює кількість вихлопних газів, повертаючись в камеру з метою зменшення викидів оксидів азоту.

Виробник сільськогосподарських машин Same Deutz-Fahr розробив трактор, який працює на стислому природному газі, що дозволяє обмежувати викиди парникових газів і довести викиди метану до нуля.

Рішення задачі екологізації шляхом удосконалення двигунів та запровадження нових видів пального набуває розвитку.

Негативний вплив на навколишнє середовище справляє не лише сільськогосподарська техніка а й технології. Сучасне землеробство пов'язано з застосуванням значної кількості ядохімікатів, речовин, які стимулюють ріст рослин. Хімічні речовини потрапляють в атмосферу, в ґрунтові води. Останнім часом приватні агрофірми та агрохолдинги грубо порушують правила внесення хімічних речовин, що має негативний вплив і приводить до загибелі тварин, зменшення кількості бджолиних сімей, тощо.

Вирішити дану проблему, на думку авторів, можна лише шляхом запровадження правового регулювання в сфері обігу хімічних речовин, жорсткого державного контролю за дотриманням агротехнічних вимог внесення, зберігання та утилізації хімічних речовин.

Негативні наслідки хімізації сільського виробництва спричинили виникнення теорії біологічного землеробства, яке засноване на відшкодуванні виносу поживних речовин за рахунок інтенсивного біологічного круговороту. Одержувати високі врожаї планується тільки за допомогою органічних добрив і біологічного азоту, впровадження правильних 26 сівозмін з обов'язковим травосіянням і більш широким застосуванням зелених добрив.

У всьому світі ведуться інтенсивні розробки нових препаратів з метою зменшення шкідливої дії пестицидів на навколишнє природне середовище і людину. В останні роки розроблені нові, екологічно нешкідливі препарати, які повністю розкладаються в ґрунті на вуглекислий газ і воду. Тому в цьому питанні Україні слід переймати позитивний досвід Японії, США, Франції та інших передових країн у напрямку використання пестицидів нового покоління, які розроблені на основі молочнокислих бактерій [8].

Вирішити дану проблему, на думку авторів, можна лише шляхом запровадження правового регулювання в сфері обігу хімічних речовин, жорсткого державного контролю за дотриманням агротехнічних вимог внесення, зберігання та утилізації хімічних речовин.

Крім того необхідно:

1) відмовитись від застосування легкорозчинних мінеральних добрив, особливо мінерального азоту, а також від захисту рослин і боротьби з бур'янами із використанням хімічних синтетичних препаратів;



2) запровадити стимулювання біологічної активності ґрунту, біологічних засобів захисту й механічної боротьби з бур'янами.

Аналіз можливих негативних проявів сільськогосподарської техніки та технологій на навколишнє середовище виявив комплексність даної проблеми. Вирішення проблеми можливе за умови удосконалення технологій сучасного землеробства та запровадження техніки з меншим ущільнюючим впливом на ґрунт і пониженим рівнем шкідливих викидів.

1. Русанов, В. А. Проблема переуплотнения почв движителями и эффективные пути ее решения. — М.: ВИМ, 1998. — 367 с.

2. Полуэктов, Е. В. Почвозащитные системы в ландшафтном земледелии / Е. В. Полуэктов, Е. П. Луганцев. — Ростов н/Д : СКНЦВШ, 2005. — 208 с.

3. Плодородие почв и устойчивость земледелия (агроэкологические аспекты) /И. П. Макаров [и др.]; под ред. И. П. Макарова и В. Д. Мухи. — М. : Колос, 1995. — 288 с.

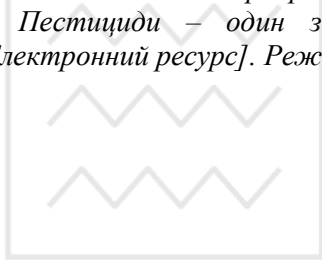
4. Лопырев, М. И. Защита земель от эрозии и охрана природы : учеб. пособие для вузов / М. И. Лопырев, Е. И. Рябов. — М. : Агропромиздат, 1989. — 240 с.

5. Полуэктов, Е. В. Почвозащитные системы в ландшафтном земледелии / Е. В. Полуэктов, Е. П. Луганцев. — Ростов н/Д : СКНЦВШ, 2005. — 208 с.

Плодородие почв и устойчивость земледелия (агроэкологические аспекты) /И. П. Макаров [и др.]; под ред. И. П. Макарова и В. Д. Мухи. — М. : Колос, 1995. — 288 с.

6. Лопырев, М. И. Защита земель от эрозии и охрана природы : учеб. пособие для вузов / М. И. Лопырев, Е. И. Рябов. — М. : Агропромиздат, 1989. — 240 с.

7. Пестициди — один з найбезпечніших факторів забруднення навколишнього середовища [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.teroblse.org.ua/pat-yatky-dlya-naselennya>



УДК 621.867.5

## ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ ДИНАМІКИ ПОРОЖНИСТОГО РОТОРА З ЧАСТКОВИМ НАПОВНЕННЯМ

DIFFERENTIAL EQUATIONS OF THE HUMAN  
ROTARY DYNAMICS WITH PARTIAL FILLING

Щурик Володимир, Серілко Леонід, Сасюк Зоя, Войтович Леонід

Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028

*The differential equations of dynamics of a hollow rotor with partial immobile filling are compiled in the flat formulation of the problem and in the general form.*

При удосконаленні існуючої математичної моделі [1] динаміки центрифуг для виготовлення бетонних й залізобетонних трубчастих виробів необхідно скласти обґрунтовані в даній задачі диференціальні рівняння динаміки незбалансованого ротора на пружній підвісці.

Відомо, що ротори призначені для виконання обертального руху. Однак в дійсності, внаслідок незбалансованості ротора та певної пружності опор, його рух є складнішим. А в деяких випадках, коли з метою віброзахисту чи з технологічних міркувань [2], опори є пружно підвішеними, незбалансованість – істотною, поперечні коливання осі ротора будуть значними і потребують окремого дослідження. Проте теорія коливань роторів [3] сформувалась переважно для вивчення малих коливань, до того ж при сталих чи повільно змінюваних швидкостях обертання. Тому поширювати її на зазначені задачі було б некоректно.

При складанні диференціальних рівнянь обмежимося випадком статичної незбалансованості. Тоді задачу допустимо розв'язувати в плоскій постановці.

Таким чином, необхідно описати динаміку плоскопаралельного руху центрального перерізу ротора. Нехай розглядуваний ротор має масу  $M$ , сталий або повільно змінюваний ексцентриситет  $e$  й обертається у вертикальній площині під дією зовнішніх сил з кутовою швидкістю  $\omega$  й кутовим прискоренням  $\varepsilon$  (рис. 1).

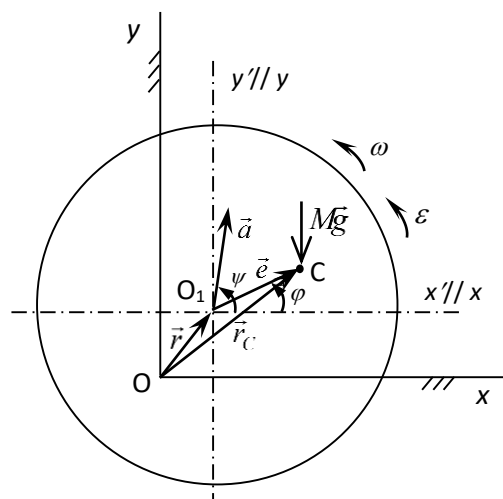


Рис.1. Розрахункова схема ротора. ( $O_1$  - геометричний центр,  $C$  - центр мас,  $O$  - нерухомий центр (в положенні статичної рівноваги  $O \equiv O_1$ ),  $\vec{a}$  - прискорення т. $O_1$ ,  $\psi$  - кут для визначення напрямку  $\vec{a}$ )



Скористаємось загальними теоремами динаміки. А саме, за теоремою про рух центра мас механічної системи:

$$M \ddot{\vec{r}}_C = \sum \vec{F}_k^e; \quad (1)$$

за теоремою про зміну кінетичного моменту відносно центра мас:

$$\dot{\vec{L}}_C = \sum \vec{m}_C (\vec{F}_k^e). \quad (2)$$

В проекції на координатні осі  $x, y$  (1) буде:

$$\begin{cases} M \ddot{x}_C = \sum F_{k_x}^e, \\ M \ddot{y}_C = \sum F_{k_y}^e. \end{cases} \quad (3)$$

Для твердого тіла при обертанні навколо осі  $z_c$   $\vec{L}_C = J_{z_c} \vec{\omega}$ , тому (2) в проекції на цю вісь і у вираженні через кут повороту  $\varphi$ :

$$J_{z_c} \ddot{\varphi} = \sum m_{z_c} (\vec{F}_k^e). \quad (4)$$

Отримані рівняння (3) й (4) є диференціальними рівняннями плоского руху твердого тіла в основній формі запису, проте в даній задачі не можуть бути використані безпосередньо, оскільки точка С ротора є неприйнятною для дослідження поступальної складової руху та для визначення як моменту інерції, так і головного моменту зовнішніх сил відносно відповідної осі. Однозначно, визначальною точкою перерізу ротора є геометричний центр  $O_1$ , до якого зведемо вказані рівняння.

Оскільки  $\vec{r}_C = \vec{r} + \vec{e}$ , а  $\vec{e}$  є радіусом-вектором т. С у відносному обертальному русі навколо  $O_1$ , то з (1) матимемо:  $M(\vec{a} + \vec{a}_{C_r}^r + \vec{a}_{C_r}^n) = \sum \vec{F}_k^e$ . А враховуючи, що  $a_{C_r}^r = \varepsilon e$ ,  $a_{C_r}^n = \omega^2 e$ , і в проекції на осі  $x, y$ :

$$\begin{cases} \ddot{x} = e\omega^2 \cos\varphi + e\varepsilon \sin\varphi + \sum F_{k_x}^e / M, \\ \ddot{y} = e\omega^2 \sin\varphi - e\varepsilon \cos\varphi + \sum F_{k_y}^e / M. \end{cases} \quad (5)$$

Щоб звести рівняння (4) до осі  $z_{O_1}$ , необхідно застосувати теорему про перенос осі (центра) моменту системи сил [4, с.48] та теорему Гюйгенса-Штейнера про моменти інерції тіла відносно паралельних осей. Тоді диференціальним рівнянням для обертальної складової руху буде:

$$J_{z_{O_1}} \ddot{\varphi} = Mae \sin(\varphi - \psi) + \sum m_{z_{O_1}} (\vec{F}_k^e). \quad (6)$$

Необхідно зазначити, що існує й інша форма диференціального рівняння із зведенням до довільної (в даному випадку – геометричної) осі [5, с.311]:

$$J_{z_{O_1}} \ddot{\varphi} = M(\vec{v}_C \times \vec{v})_{z_{O_1}} + \sum m_{z_{O_1}} (\vec{F}_k^e).$$

Однак вона неприйнятна через необхідність визначення швидкості центра мас.

Таким чином, рівняння (5) та (6) описують динаміку плоскопаралельного руху твердого тіла в загальній і найбільш прийнятній для досліджень руху ротора формі.

1. Шурик В.А. Численное моделирование процесса формирования бетонной смеси при центрифугировании.- Ровно, УИИВХ, 1992. Деп. в УкрИНТЭИ 20.03.92. N 384-Ук92.- 18 с.
2. Погребняк А.А. Упругие подвески квазиулевої жёсткости тяжёлых роторов.- А/реф. дисс. на соиск. уч.ст. к.т.н., Львов, ЛПИ, 1986.- 23 с.
3. Кельзон А.С. Динамика жёсткого ротора, вращающегося в двух упругих опорах.- Ученые записки Ленинградского высшего инженерного морского училища, 1958, вып.Х, с. 41-60.
4. Цасюк В.В. Теоретична механіка: Навч.посібник. - Київ: Центр навч. літератури, 2004.- 402 с.
5. Никитин Н.Н. Курс теорет.механики: Учеб. для машиностроит. и приборостроит. спец. вузов.- 5-е изд., перераб. и доп.- М.: Высш.шк., 1990.- 607 с.: ил.



UDC 656.025.2

## OPTIMIZATION OF ROUTE NETWORK OF SUBURBAN PASSENGER TRAFFIC

Polishchuk Alina<sup>1</sup>, Zakhozha Oksana<sup>1</sup>, Drozdziel Pawel<sup>2</sup>, Krystopchuk Mykhailo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*National University of Water and Environmental Engineering,  
Soborna str. 11, 33028, Rivne, Ukraine*

<sup>2</sup>*Lublin University of Technology,  
Nadbystrzycka Str. 38D, 20-618, Lublin, Poland*

Effective functioning of all spheres of our country, as well as the dynamic development of its regions, international, economic and cultural relations, and, consequently, the expansion of trade with other countries is provided by advanced, extensive, reliable and sustainable transport system which is robust basis of socio-economic development. Passenger transport system for society is of great socio-economic importance and powerful influence on the support of systems of the state. Passenger transportation is performed by rail, road, air and water (sea and river) transport. The theme of my research concerns road passenger transport, namely population movements in commuter traffic. It should be understood that the effective and reliable operation of (SPT) is one of the most important elements of social and economic stability of the region. SPT provides total traveling of migrant population, exerting a direct impact on the efficiency of the bridge. Modeling suburban passenger transport is the main instrument for development research and improvement of technology of transport processes in this area. The current methods of forming rational scheme of passengers transportation routes in commuter traffic are not perfect. Therefore, improving methods of generating schemes transport routes, taking into account social and economic trends in the suburban traffic is the main task of sustainable quality of passenger transportation in our region. And the task of motor processes allowing the functioning of passenger transportation system commuter is an urgent problem for the transport system of Ukraine.

The aim of research is to improve methods of generating optimal routes of suburban passenger transport on the basis of probability of passenger route choice and combination of features gravity settling residents.

The object of the research is the process of transportation of passengers in the commuter and the subject of research is formation of methods of optimal routes suburban passenger transport.

There are the modern modeling techniques suburban passenger services are analyzed. There were used such methods as: mathematical, statistical, simulation.

The factors that affect the operation of the route network characteristics are analyzed [1-4]. An analysis of modeling of the route network and research on the formation of rational suburban route network are provided.

The analysis of the literature [1-6] given defined research objectives that aimed at improving methods of forming suburban passenger transport routes, taking into account the probability of selecting of a route passenger traffic and features of gravity settling residents. These methods require improvement because they are aimed at determining the parameters and indicators functioning in one or more routes and do not take into account the peculiarities of suburban routing system as a whole. At the same time, the above methods require clarification of types of functions gravitational settling residents and appeal routes for passengers when choosing the means of communication as to address the challenges in urban areas.

Effectiveness of the route network of suburban passenger transport (RN SPT) is the main problem in the choice of management options [1-6]. A large number of possible variants of the system needs to formalize the process of selecting a rational option, which is not possible without the efficiency criterion of RN SPT.

There are the theoretical methods of generating routes suburban passenger transport were examined. For this purpose classical gravity model was studied. This model allows us to perform calculations in correspondence to curves based on transport network capacity and traffic areas that feature attraction resettlement of residents. Factors causing passengers choose different routes and the reasons for this choice were analyzed. It was determined that while forming rational suburban route network, a redistribution of traffic should be used depending on its proposals taking into account the features of attractiveness.

The development of SPTS was considered as the number of passengers' seats in two main areas - for base route network and route network increased in 2 times. For determination of the quality of functioning of SPTS six parameters were chosen. They were combined into two groups: technical-economic and technical-operational. Among technical-economic are: system costs, earnings, results of their changes are summarized in the diagram (fig. 1 and 2).

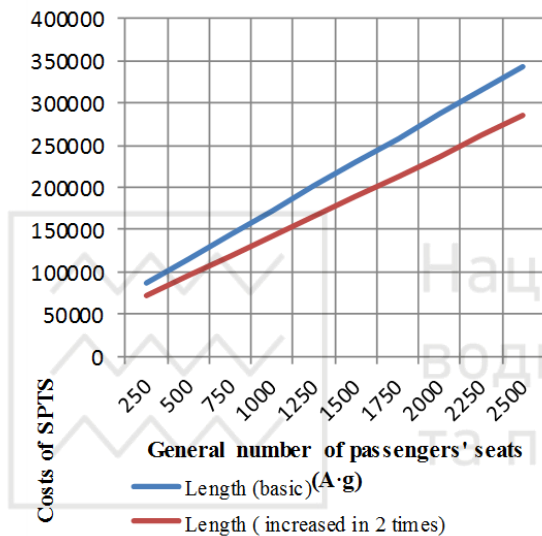


Fig. 1. Graph of costs changes of SPTS while increasing the number of passengers' seats

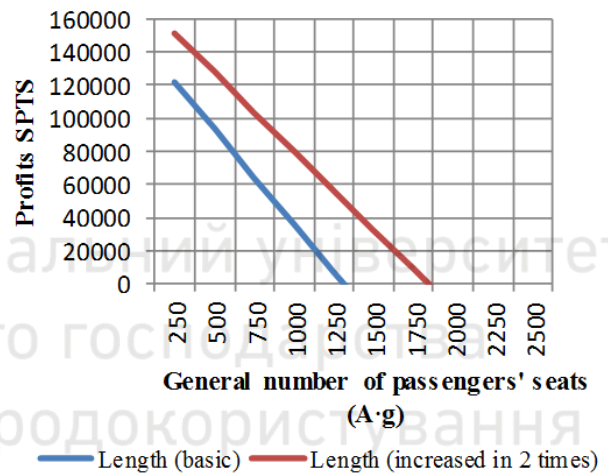


Fig. 2. The change of profit while increasing the number of passengers' seats

Among technical-operational methods are capacity of utilization of the vehicle, filling level cabin of the vehicle, the average waiting time and the number of current flights. Their change is shown in Fig. 3 and 4.

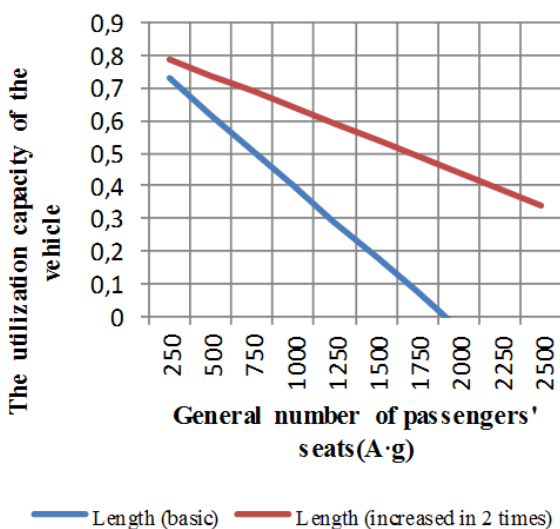


Fig. 3. Chart of changing the capacity utilization of the vehicle by increasing the number of passengers' seats

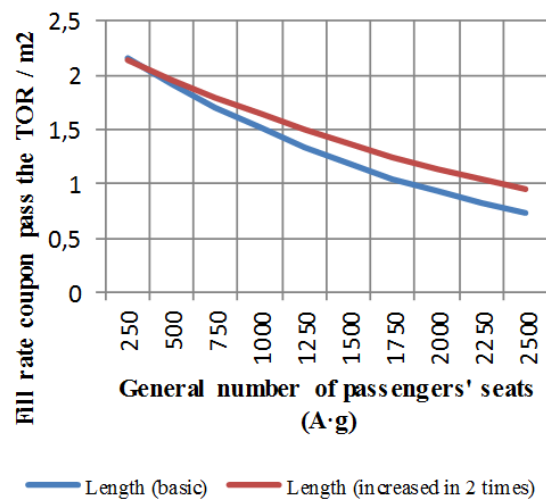


Fig. 4. Graph of changes in filling the vehicle pass while increasing the number of passengers' seats

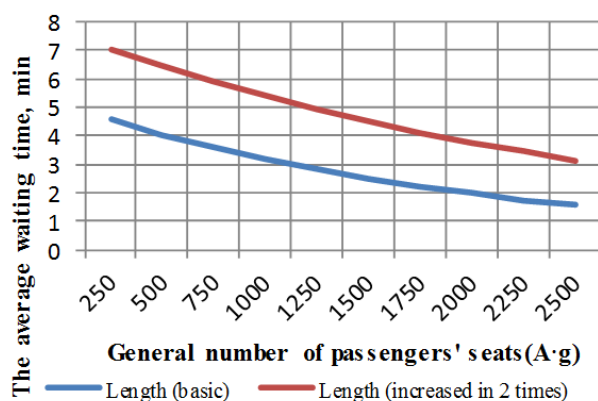


Fig. 5. Graph of changes in average waiting time by increasing the number of passengers' seats

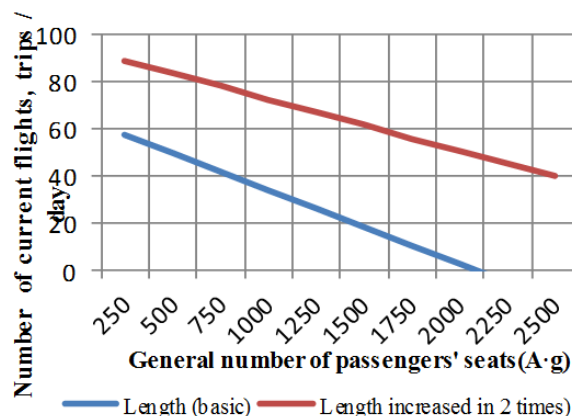


Fig. 6. Graph of changes in the number of working flights by increasing the number of passengers' seats

Block of technical and economic parameters of SPTS functioning allows to set the structure of the vehicle fleet for the passenger and the block of technical and operational parameters of quality of functioning SPTS shows that while increasing the number of passengers' seats the average waiting time and fill the cabin of the vehicle are reduced in the system.

Thus the average waiting time depends on the length RN, reducing its size reduces the total amount of time passengers on the trip.

The resulting patterns describing change of quality indicators SPTS with the two most suitable variants of the system were identified: change the number of passengers' seats in the system at a constant RN and change of the number of passengers' seats in SPTS with variable RN lead to the conclusion that the best direction of the SPTS is the increase of passengers' seats in system at a constant RN. Thus it is possible to reduce filling the cabin and the waiting time of passengers which positively affects the comfort of travel.

During the expansion of the route network by incorporating new routes with a parallel increase in the total number of passengers' seats waiting time and travel time of passengers is increased. But there is an alternative use for more passenger capacity in 2 times extended route network of buses.

1. Кристопчук М.Є. Соціально-економічна ефективність пасажирської транспортної системи приміського сполучення: Монографія. – Рівне: НУВГП, 2012. – 158 с.
2. Корецька С.О. Управління розвитком стратегічного потенціалу автомобільного транспорту регіонів України: Монографія / С.О. Корецька, Р.Р. Ларіна, М.Є. Кристопчук, В.А. Познаховський та ін. - Рівне: НУВГП, 2014. - 256 с.
3. Кристопчук М.Є., Лобашов О.О. Приміські пасажирські перевезення: Навчальний посібник. – Харків: «НТМТ», 2012. – 224 с.
4. A.V. Vesnin, O.D. Pochuzhevskyy, M.E. Krystopchuk The analysis of models of the population transport mobility // Вісник Криворізького технічного університету. Збірник наукових праць (англійська версія) – Вип. №32 Кривий Ріг: КТУ, 2012.
5. Веснін А.В., Почужевський О.Д., Кристопчук М.Є. Аналіз моделей транспортної рухливості населення // Вісник Криворізького технічного університету. Збірник наукових праць – Вип. №32. - Кривий Ріг: КТУ, 2012. – С. 155-159.
6. Кристопчук М.Є., Веснін А.В., Почужевський О.Д. Потенціал транспортних послуг приміського сполучення населення // Вісник Криворізького технічного університету. Збірник наукових праць – Вип. №29 Кривий Ріг: КТУ, 2011. – С. 142-146.



**UDC 656.078.111**

**AN IMPROVEMENT OF A TRANSPORT NETWORK PARAMETERS OF PUBLIC PASSENGER TRANSPORT ON THE BASIS OF RATIONAL CHARTS OF MOTION OF BUSESSES**

**Zakhozha Oksana<sup>1</sup>, Gelashvili Otar<sup>2</sup>, Polishchuk Alina<sup>1</sup>, Krystopchuk Mykhailo<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>National University of Water and Environmental Engineering,  
Soborna str. 11, 33028, Rivne, Ukraine*

*<sup>2</sup>Georgian Technical University,  
Kostava Str. 77, 0160, Tbilisi, Georgia*

A modern passenger transport provides carrying passengers and luggage in different connection. A passenger transport satisfies the various requirements of population in a movement, it plays a considerable role in life of habitants of city [1-4].

An important task is an improvement of quality of bus transportations at existent market conditions, at presence of tough competition between communal and private ferrymen. It is necessary to perfect considerably current organization of work of busses and their operative management.

For this purpose preliminary existing really passenger traffic must be clearly determined in city, because exactly on such numeral data more for certain there will be the set facilities of their adjusting, type, amount and rational forms of motion of busses, is chosen.

There is sent to development of methodology of rational organization of motion on the routes of public transport, that takes into account behavior of participants of transportations, and also allows to determine the rational parameters of routes, is actual.

A research aim is an increase of efficiency of rout transportations of passengers within the limits of city.

A choice of the modes of motion of transport vehicles on routes is one of major tasks for the improvement of carrying passengers, because it directly influences quality of maintenance of population.

The methods of determination of the modes of motion of bus routes of public passenger transport are given in a table, they are based on supposition, that transport vehicles have an identical capacity and work in accordance to the chart of motion.

For the ground of expedient variant of the use of the combined mode of motion on basic routes the optimization method of forming of the combined modes of motion is used. This method is based on the use of data about an entrance and exit of passengers on the stop points of route. It takes into account conformities to law of credible connections between passenger traffic of stop points and by passenger correspondences between the points of route. Advantage of this method is possibility of calculations by means of simple formulas or by means of nomograms.

The presented algorithm [1-4] gives an opportunity for the set route with concrete initial data to create the next types of organization of services in carrying passengers:

- carrying passengers in the ordinary mode of motion;
- combination of carrying passengers as an ordinary motion and in the mode of rout taxi;
- combination of carrying passengers as an ordinary motion and as an express motion;
- carrying passengers as a rout taxi.

About 90% routes pass through central part of city that considerably complicates both the motion of public passenger and private transport, through the large accumulation of transport vehicles at-halt and travel part.

Presently in Rivne there are 35 municipal bus routes, where busses serve passengers in the mode of rout taxi. A transport network of city is supersaturated by the busses of small capacity.

Thus there is a problem of overload of stops, that results in congestions.

Formulate methodology of development of curriculum of motion of busses of different routes taking into account the compatible area of their motion as follows.

1. Formulate the list of routes that need combination.
2. Build the charts of routes after the map of street-travelling network of city and charts of bus route.

3. Conduct combination of charts of routes on one part of network of city.

4. According to the chart of ceiling of routes elect the most high-usage area, that area where n quality of buses meet. It is examined in the synthesized transport system.

5. Conduct collection of the initial intervals of motion given in relation to values after own routes.

6. According to information received intervals of motion on the second principle of establishment of dependences elect a minimum interval and drive other intervals of motion to multiplicity given.

7. Calculate the difference of amount of busses.

8. Calculate time of displacement of arrival of busses after routes.

9. Calculate the filling of bus for every route.

10. Conduct formulation of sequence of motion of busses on an area according to information received about filling of salon on the third principle of establishment of dependences for development of curriculum of motion of busses of different routes, taking into account a compatible area.

11. After the got sequence of arrival of busses and corresponding their interchangability in time find out the intervals of motion between them.

First, it is necessary to co-ordinate the moments of departure of busses from starting points, that will envisage realization of the offered sequence of motion on charts combinations of bus routes, that is examined.

Second, expect time of motion of busses from starting points to the stops of combination of bus routes.

Third, determine the moment of time of departure of busses of every route from a starting point.

For simplicity of calculations, in obedience to a plan chart of city and chart of rout network there was formed picture, in which there are the indicated routes, moving-off, intervals, time-of-flight of control points.

A construction took place so that we accepted exact departure of transport vehicle time from an initial stop and fixed time of motion to the control points that are stopping for the combined areas of routes. It gave an opportunity to educe the most high-usage stops of passenger transport and corresponding temporal intervals in that there is an overload of stops by transport vehicles.

During realization of calculations and analysis of statistical data the area of central street of city was chosen, from "Aurovokzal" to "Pyvzavod".

During further calculations more detailed inspection of arrival of transport vehicles was conducted in control points and jiggging of time of their accumulation at-halt "Autovokzal " and "12 school".

It was set after realization of researches, that at-halt there is an accumulation of vehicles, that considerably complicates both motion of public passenger and private transport. According to set curricula of motion on stops up to 8 transport vehicles can arrive at the same time.

There was the conducted displacement of moving-off of routes in further calculations, for providing of functioning of stops without traffic jam.

These adjustments will allow to level the accumulation of transport vehicles at-halt, and also will help to watch accordance of motion of routes in relation to scheduled of motion at application of monitoring control system by a public passenger transport.

The system of watching the transport is intended for providing of connection with remote and movable objects - motor transport. By means of the system motor transport companies can carry out quality control and management autotransportations.

The monitoring system allows to promote efficiency of the use of motor transport, optimize transport charges, increase profitability of autotransportations, control the location of transport, speed and direction of its motion, prevents the im'proper use of resources.

The multimedia Automated Complex is intended for providing of monitoring and management, payment of passage and implementation of control of all necessary systems of transport vehicle, a public transport. The system is built on module principle and assumes different configurations, depending on the necessities of client.

A choice of the modes of transport vehicles on routes is one of major tasks for improvement of carrying passengers, because influences it directly on quality of maintenance of population.

The increase of efficiency of the use of transport vehicles, and cost of time cutting on journeys are possible due to introduction of express connection on the bus routes of public passenger transport [1-4].

Basic modes of motion between stops are: ordinary, speed, express, semiexpress, brief connection and rout taxi.

Creation of the combined modes of motion is possible that are totality of the ordinary and express modes of motion, here the express mode of motion can be inculcated and on rights for independent routes.

A curriculum of motion is a basic plan document that determines organization and efficiency of work of transport vehicles. In a rout time-table the end-point of processing of information about passenger traffic and mode of motion on a street network, preparation of transport vehicles and driving composition find illumination on operating enterprises.

On most routes there is a substantial overload of transport at peak hours. A transport network of city is supersaturated by the busses of small capacity creating an adverse situation on the streets of city. For the removal of defects we offer to approve curricula of motion from eventual stops to the control points.

Further it is necessary to correct time departure and arrival of busses in control points, that will allow considerably unload stops, level emergency situations in the places of accumulation public passenger and private transport. Results give an opportunity in any moment of time to watch inhibition of the set curriculum of motion and moments of passing of stops by drivers, in course of time to the outage for landing and deplanement.

The monitoring systems allow to promote efficiency of the use of motor transport, optimize transport charges, increase profitability of autotransportations, control the location of transport, speed and direction of motion, prevents the improper use of resources.

1. Кристопчук М.Є., Карпан Т.С., Токарець С.А. Раціональні режими роботи автобусів на маршрутах міського пасажирського транспорту // Проблеми з транспортними потоками і напрямми їх розв'язання : Всеукраїнська науково-теоретична конференція, Львів, 26-28 березня 2015 р. : тези. - Львів: НУ «Львівська політехніка», 2015. - С. 76-79.
2. Кристопчук М.Є. Дослідження факторів впливу на розподіл пасажирських кореспонденцій по маршрутній мережі // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. Луцький національний технічний університет – Вип. 45. – Луцьк: ЛНТУ, 2014. – С. 317-323.
3. Кристопчук М. Є. Оцінка якості транспортних послуг/ М.Є. Кристопчук Н. Головатчик, Н. Каширець // II Всеукраїнська науково-теоретична конференція «Проблеми з транспортними потоками і напрямми їх розв'язання», 16–18 березня 2017 р., Львів: зб. тез доп. / Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2017. – С. 49
4. Кристопчук М. Є. Щодо методу встановлення кількісних параметрів взаємного впливу об'єктів транспортної інфраструктури / М. Є. Кристопчук, Т. М. Меленчук // Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту : матеріали V-ої міжнар. наук.-практич. інтернет-конф., 13-14 квітня 2017 р., Вінниця, Україна / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інші]. – Вінниця, 2017. – С. 137.

UDC 656.11

## USING RELATIVE NEIGHBORHOOD GRAPHS FOR ANALYZING THE NETWORK OF EXTERNAL TRANSPORT HUBS (AT THE EXAMPLE OF LVIV CITY)

Zhuk Mykola, Pivtorak Halyna

Lviv Polytechnic National University,  
Stepana Bandery street, 12, Lviv, 79013

*The main indicators of the estimation of the transport network from the point of view of the mutual arrangement of its individual elements are presented. An estimation of the network of external transport hubs of Lviv was carried out, and the degree of its interconnection and the importance of individual nodes were determined.*

The relative position and connectivity city network of external transport hubs affect the convenience and duration of the movement of both tourists or transit passengers, as well as urban residents.

The estimation of the relative position of individual elements on the transportation system carried out on the basis of four indicators: associated number or König Number, degree of connectivity, dispersion, accessibility and degree of circuitry [1].

The associated number calculated as the maximum number of edges from a given vertex to each of the other vertices. The associated number is a measure of the network's topological extent. Degree of connectivity calculated on the basis of the number of edges  $e$  and vertices  $v$  and estimate relative network's connectivity by comparing maximum ( $d.c._{\max} = 1$ ) and minimum ( $d.c._{\min} = \frac{v}{2}$ ) connectivity ratios:

$$d.c. = \frac{v(v-1)}{2 \cdot e} \quad (1)$$

Accessibility of a vertex  $i$  to the network calculated:

$$D(N) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d(i, j) \quad (2)$$

Where  $d(i, j)$  is a minimum distance from a vertex  $i$  to a vertex  $j$  (number of edges or distance in kilometers).

The total accessibility of network called dispersion of network and calculated:

$$D(N) = \sum_{i=1}^n \sum_{i=1}^n d(i, j) \quad (3)$$

Degree of circuitry characterizes the detour of the transportation network relative to the given vertex and calculated from the formula:

$$C_i = \frac{\sum_{i=1}^n (E - D)^2}{v} \quad (4)$$

Where  $E$  - the existing route, km;

$D$  - the length of a desire line, km.

The total degree of circuitry of the network is equal to the average value of the degrees of circuitry of all vertices.

A node's importance is often measured by centrality indicators. There are three major categories: degree centrality, closeness centrality, and betweenness centrality [2].

Degree centrality determined by the number of edges the node has:

$$k_i = \frac{e_i}{v-1} \quad (5)$$

A node with more edges is more important.

Closeness centrality measures the importance of a node by its distance to other nodes. If a node is closer to other nodes it is an important node. Mathematically for node  $i$ , its closeness centrality is calculated:

$$C_i = \frac{1}{\sum_{j=1}^{v-1} d_{ij}} \quad (6)$$

Betweenness centrality of node  $i$  mathematically is calculated as the proportion of shortest paths from one node  $j$  to another node  $m$  that passes through  $i$ :

$$B_i = \sum_{j \neq m} \frac{\sigma(j, i, m)}{\sigma(j, m)} \quad (7)$$

Where  $\sigma(j, m)$  - number of all shortest paths between node  $j$  and node  $m$ ;

$\sigma(j, i, m)$  - number of shortest paths that pass through the vertex  $i$ .

D.Watts and S.Strogatz proposed another indicator for evaluating network nodes - the clustering coefficient [3]. The clustering coefficient characterizes the trend to cluster together nodes in a graph. The clustering coefficient of node  $i$  calculated as a number of links between the vertices within its neighbourhood divided by the number of links that could possibly exist between them:

$$C_i = \frac{2 \cdot E_i}{k \cdot (k-1)} \quad (8)$$

Where  $E_i$  - actual number of links that combine the neighborhoods of this node;

$k$  - number of links that emanate from node  $i$  and connect it with its closest neighbors.

The total clustering coefficient is determined by the formula:

$$C = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i \quad (9)$$

Where  $n$  - number nodes of the network.

The network of external transport hubs in Lviv including three railway stations, five bus stations and airport. If between two nodes is a direct public transport route then two nodes are considered bound. The numbers on the edges of the graph are equal to the length of the desire line (in the numerator) and the transport distance (length of the public transport route, in the denominator) between the nodes. Accordingly, the network under consideration consists of 9 nodes and 20 edges (fig. 1).

The results of the conducted calculations of the indicators that evaluate the network, in general, are presented in the table 1.

Table 1

Value of indicators of the network of external transport hubs in Lviv

Name of indicators	Value of indicators
Degree of connectivity of the network	1.8
Degree of connectivity of the network, %	67
The total accessibility of the network	110
The total degree of circuitry of the network	3.69
The total clustering coefficient of the network	0.589



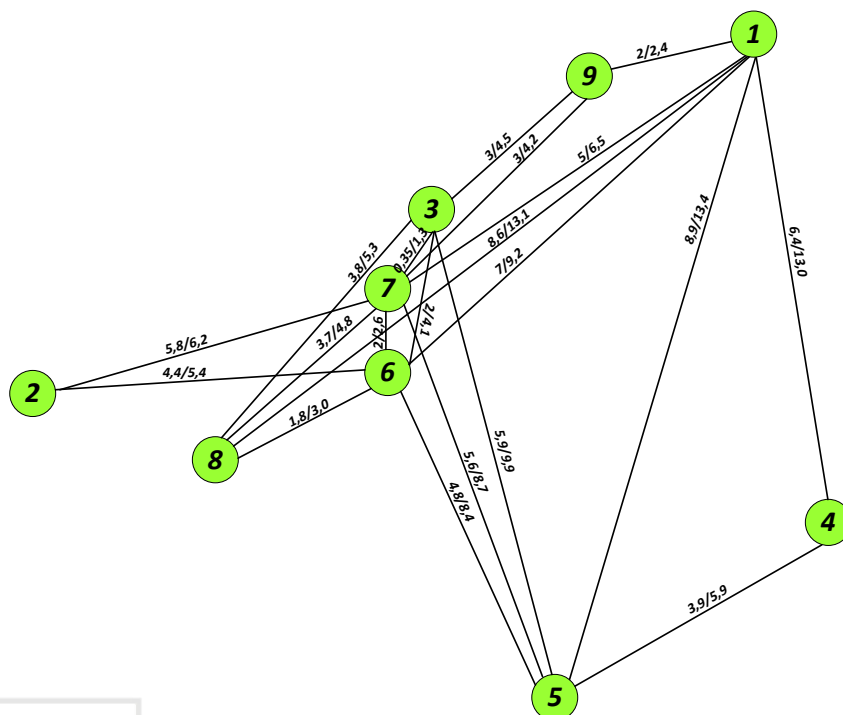


Fig 1. The graph of the network of external transport hubs in Lviv

The value of the characteristics of individual nodes in the network are presented in the table 2.

Table 2

The value of the characteristics of individual nodes of the network of external transport hubs in Lviv

The indicator	Number of the network node								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
The associated number (König Number)	2	3	2	3	2	2	2	2	2
Accessibility of the network (Shimbel index)	10	16	11	15	11	11	10	12	14
Degree of circuitry	10.15	0.13	2.87	5.28	6.98	2.78	1.82	2.79	0.43
Degree centrality	0.75	0.25	0.63	0.25	0.63	0.75	0.88	0.50	0.38
Closeness centrality (topological)	0.100	0.067	0.091	0.067	0.091	0.100	0.111	0.083	0.077
Closeness centrality (geometric)	0.013	0.012	0.018	0.009	0.012	0.019	0.020	0.014	0.015
Betweenness centrality	0.063	0	0	0	0.313	0.313	0.375	0	0.063
Clustering coefficient	0.333	1.000	0.500	1.000	0.500	0.467	0.333	0.500	0.667

Using relative neighborhood graphs gives an opportunity to evaluate the network and identify bottlenecks in it, as well as to determine the impact of individual nodes on maintaining network connectivity. The significance of the degree of connectivity of the network of external transport hubs of Lviv at the level of 67% is high enough. The node #7 (Suburban railway station) plays a key role in network connectivity.

1. Kansky K. J., Danscoine P. Measures of network structure. Annee, 1989. In: Flux, numéro spécial, 1989. Pp. 89-121. DOI: <https://doi.org/10.3406/flux.1989.913>.

2. S.P.Borgatti. Centrality and network flow. Social Networks Volume 27, Issue 1, 2005, Pp. 55-71. DOI: [10.1016/j.socnet.2004.11.008](https://doi.org/10.1016/j.socnet.2004.11.008).

3. Barthélemy, Marc. Spatial Networks. Physics Reports, Vol. 499, Issues 1 - 3, 2011. 1 – 101 pp. DOI: [10.1016/j.physrep.2010.11.002](https://doi.org/10.1016/j.physrep.2010.11.002).



УДК 656

## ОЦІНКА ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ МІСТА ДУБНО

### EVALUATION OF TRANSPORT SERVICES OF THE CITY DOUBNO

**Drozdziel Pawel<sup>1</sup>, Хітров Ігор<sup>2</sup>, Нечипорук Ілона<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Lublin University of Technology, Nadbystrzycka Str. 38D, 20-618, Lublin, Poland*

<sup>2</sup>*National University of Water and Environmental Engineering, Soborna str. 11, 33028, Rivne, Ukraine*

*The analyzed conditions of transportation of passengers in the city of Dubno. The flows of passengers on routes are determined. The studied possibility of application of perspective city passenger transport.*

Стрімкий розвиток суспільства у всіх сферах життя обумовлює збільшення соціально-побутових і виробничих потреб населення міст, зростання рухливості населення.

В сучасних умовах «транспортна система» визначається як комплекс усіх засобів транспорту, що організовані для виконання перевезень. Тому залежно від масштабу виконуваних завдань можна розрізняють наступні види транспортної системи: єдина транспортна система країни; транспортна система регіону, міста; транспортна система галузі господарства або промислового підприємства [с. 122, 1].

Для транспортної системи міста характерна сильна територіальна специфіка (через особливості просторового характеру розташування його об'єктів, тісного взаємозв'язку з територією, розміщенням виробництва і системою розселення регіону). Також, щільність мережі і потужність транспортних потоків характеризує рівень концентрації виробництва, ступінь освоєння регіону, а також його рівень економічного і соціального розвитку.

Маршрутна система повинна проектуватись, аналізуватись і оптимізуватись тільки комплексно (системно). При інших рівних умовах маршрутна системи визначає і рівень (якість) транспортного обслуговування населення, і економічні показники роботи транспортних підприємств [с. 17, 2].

Дубно – місто обласного значення в Україні, центр Дубенського району Рівненської області. Система функціонування громадського транспорту забезпечує здійснення трудових, культурно-побутових та інших видів пересувань громадян по районах міста. В місті Дубно функціонує 31 автобусний маршрут загального користування в звичайному режимі руху згідно графіків руху затверджених виконавчим комітетом. Контроль за дотриманням графіків руху відслідковується диспетчерською службою муніципальної дружини та керівництвом муніципальної дружини.

Особливістю роботи громадського пасажирського транспорту є значна кількість ділянок дублювання маршрутів, оскільки планувальна характеристика та схема вулично-дорожньої мережі, міського та зовнішнього транспорту не дозволяє організувати мережу громадського транспорту із сполученням між транспортними районами без уникнення дублювання. Також функціонування маршрутів у звичайному режимі (з дотриманням розкладу руху кожної зупинки маршруту) виникають проблемні ситуації одночасного під'їзду до зупиночного пункту декількох пасажирських транспортних засобів.

На даний час мережа автобусних маршрутів і наявність кількості транспортних засобів у перевізників достатня для забезпечення пасажирів у повному обсязі. Всі мікрорайони міста, де є тверде покриття вулиць, охопленні мережею автобусних маршрутів, кількість яких складає 31.

Основним параметром, що визначає потоки пасажирів у містах, є кореспонденції між транспортними районами міста, що є змінними в часі доби, дня тижня, пори року. Відносна постійність і закономірність транспортних кореспонденцій у містах разом з постійно діючими маршрутами обумовлює наявність закономірно змінних потоків пасажирів.

Пасажиропотік – це кількість пасажирів, які прямують у визначеному напрямку чи перетині транспортного сполучення в одиницю часу [с. 72, 2].

Було проведено хронометражні дослідження роботи маршрутів громадського пасажирського транспорту м. Дубно. Збір інформації відбувався табличним методом, з фіксацією кількості пасажирів, які зайшли та вийшли з транспортного засобу на кожній зупинці.

В результаті обстеження, сформовано матриці пасажирських кореспонденцій по кожному маршруту, встановлено пасажирообмін зупиночних пунктів. При обробці результатів, використано матеріали обстежень пасажиропотоків на маршрутах громадського пасажирського транспорту, з їх розподілом за годинами доби, надані управлінням економіки та власності Дубенської міської ради. Охоплення добової кількості виконуваних рейсів за добу складає більше 65 %, що у натуральних показниках складає 489 рейсів.

Згідно з результатами обстеження виявлено, що за день в середньому в місті перевозиться 18,7 тис. пасажирів.

У місті склалася складна ситуація з перевезенням пільгових категорій громадян автомобільним транспортом загального користування. На сьогодні нормативно-правовими актами передбачено право щодо пільгового проїзду певним категоріям громадян, згідно яких понад 10,5 тис. жителів міста мають право на пільговий проїзд.

Встановлення пасажирообміну зупиночних пунктів з розподілом за годинами доби функціонування маршрутів громадського пасажирського транспорту дозволить скоригувати діючі графіки руху транспортних засобів на маршрутах, виключити одночасне надходження транспортних засобів на зупинки, розробити раціональні позупиночні розклади руху для звичайного режиму роботи маршрутів.

Розподіл кількості пасажирів на маршрутах за годинами доби наведено на рис. 1.

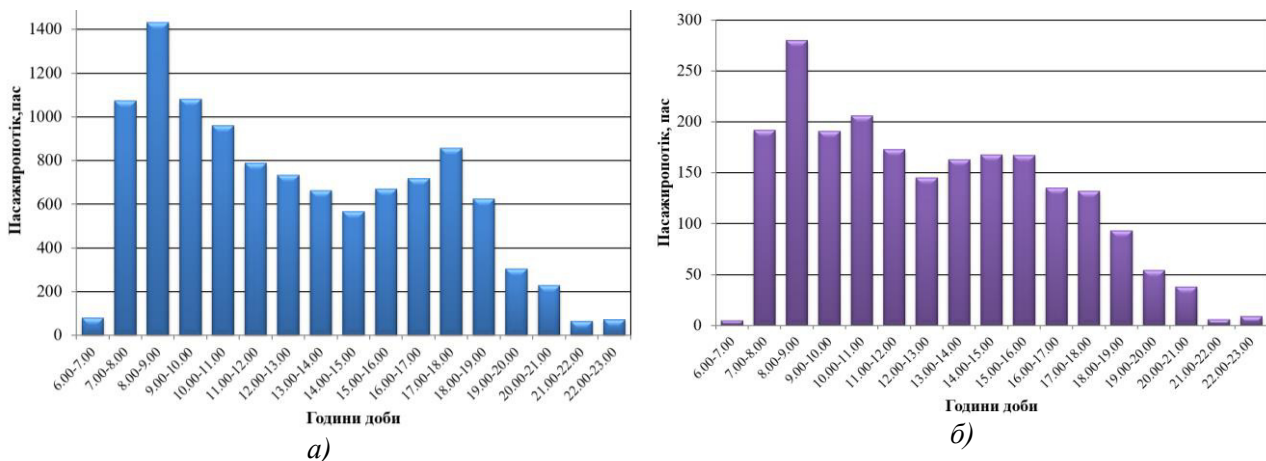


Рис. 1. Розподіл пасажиропотоків за годинами доби для платної (а) та пільгової (б) категорії

В результаті аналізу та обробки даних обстежень пасажиропотоків на маршрутах громадського транспорту встановлено зупиночні пункти з найбільшими величинами пасажирообміну. За результатами сформована схема з вказанням величин пасажирообміну основних кінцевих та проміжних зупиночних пунктів (рис. 2).

Для аналізу функціонування транспортних систем міста використовується метод мікрорайонування, згідно з яким вулично-дорожня мережа розбивається на транспортні райони з зазначеними їх центрів (рис. 3). При формуванні матриці пасажирських кореспонденцій було використано гравітаційний метод. Для детального аналізу маршрутної



УДК 656:338

## ОЦІНКА ЙМОВІРНОСТІ БЕЗВІДМОВНОЇ РОБОТИ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ З МАЖОРИТАРНИМИ СХЕМАМИ РЕЗЕРВУВАННЯ

EVALUATION OF THE ABSOLUTE OPERATION OF TRANSPORT SYSTEMS WITH MAJORITY RESERVATION SCHEMES

Аулін Віктор, Голуб Дмитро

Центральноукраїнський національний технічний університет,  
просп. Університетський, 8, м. Кропивницький, 25006

*The method of estimation of reliability of automobile transport systems with majority rule of reservation, using methods of Boolean algebra is developed. In doing so, both mandatory and possible transportation channels are considered, as well as the appearance of the logical function. The formula for assessing the reliability and the binomial expression of the possible states of the transport system with the majority rule of reservation, which includes the reserve traffic channels, is obtained.*

Оцінка ймовірності несумісних подій в теорії ймовірності ґрунтується на правилі: якщо система має декілька можливих несумісних шляхів переходу в інший стан, то ймовірність переходу дорівнює сумі ймовірності здійснення кожного з них [1]. Несумісні шляхи переходу - це шляхи, які не можуть реалізуватися одночасно.

Оцінка ймовірності безвідмовної роботи транспортної системи свідчить про те, що жоден варіант перевезень не є високонадійним і транспортний процес реалізується з високим ступенем ризику.

Розрахунок надійності автомобільних транспортних систем з мажоритарними схемами резервування має свою специфіку, оскільки при такому резервуванні безвідмовна робота транспортної системи забезпечується наявністю числа робочих каналів не менше заданого в договорі на перевезення [2].

Для безвідмовного функціонування таких автомобільних транспортних систем необхідна безвідмовна робота не менше  $h$  каналів перевезень з  $l$  можливих, включаючи основні і резервні канали. Їх логічні функції мають вигляд:

$$\varphi(x) = \begin{cases} 1, \text{ якщо } \sum_{i=1}^l x_i \geq h, \\ 0, \text{ якщо } \sum_{i=1}^l x_i < h. \end{cases} \quad (1)$$

Для розгорненого запису логічної функції транспортної системи необхідно враховувати, що безвідмовна робота  $i$ -го каналу доставки (його стан  $x_i$ ) і наявність відмови каналу доставки (стан  $\bar{x}_i$ ) є подіями попарно несумісними. Стан  $x_i$  виключає стан  $\bar{x}_i$ , причому має місце рівність:  $P(x_i) = 1 - P(\bar{x}_i)$ .

Таким чином, у разі роботи двох обов'язкових і трьох можливих каналів перевезень транспортної системи логічна функція  $\varphi(x)$  буде мати вигляд:

$$\varphi(x) = (x_1 \wedge x_2 \wedge x_3) \vee (\bar{x}_1 \wedge x_2 \wedge x_3) \vee (x_1 \wedge \bar{x}_2 \wedge x_3) \wedge (x_1 \wedge x_2 \wedge \bar{x}_3). \quad (2)$$

За допомогою використання біноміального розподілу можливий перехід від булевих змінних у логічній функції, до функції надійності транспортної системи. Тобто за допомогою розкладання бінома, щодо мажоритарної схеми «два канали перевезень з трьох» формула для



розрахунку надійності автомобільної транспортної системи знаходиться шляхом перетворення виразу ймовірності всіх можливих його станів:

$$(P + Q)^3 = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 + P_1 \cdot P_2 \cdot Q_3 + P_1 \cdot Q_2 \cdot P_3 + Q_1 \cdot P_2 \cdot P_3 + P_1 \cdot Q_2 \cdot Q_3 + Q_1 \cdot P_2 \cdot Q_3 + Q_1 \cdot Q_2 \cdot P_3 + Q_1 \cdot Q_2 \cdot Q_3 = 1 \quad (3)$$

У разі рівнонадійності основних і резервних каналів перевезень транспортної системи перетворення формули (3), при  $P_1 = P_2 = P_3 = P$  і  $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q$ , отримаємо:

$$(P + Q)^3 = P^3 + 3 \cdot P^2 \cdot Q + 3 \cdot P \cdot Q^2 + Q^3 = 1, \quad (3)$$

Перший доданок у формулі (3) визначає ймовірність безвідмовної роботи всіх трьох каналів перевезень. З другого по четвертий доданки включно визначають безвідмовну роботу якого-небудь одного каналу перевезень, з п'ятого по сьомий включно - роботу одного каналу при відмові двох інших. Останній доданок визначає ймовірність того, що відбудеться одночасна відмова у всіх трьох каналах перевезень автомобільної транспортної системи. Доданки 5-8 характеризують стани відмов даної мажоритарної схеми, оскільки для безвідмовної роботи транспортної системи необхідно не менше двох каналів перевезень.

В зв'язку з цим ймовірності відмови мажоритарної схеми резервування в транспортній системі визначатиметься по формулі:

$$Q = P_1 \cdot Q_2 \cdot Q_3 + Q_1 \cdot P_2 \cdot Q_3 + Q_1 \cdot Q_2 \cdot P_3 + Q_1 \cdot Q_2 \cdot Q_3. \quad (4)$$

Тому критерієм надійності є ймовірність безвідмовної роботи автомобільної транспортної системи, що дорівнює:

$$P = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 + P_1 \cdot P_2 \cdot Q_3 + P_1 \cdot Q_2 \cdot P_3 + Q_1 \cdot P_2 \cdot P_3 = 1 - Q. \quad (5)$$

Для транспортних систем з мажоритарними схемами резервування, що налічують  $l - h$  резервних каналів перевезень, а також  $l - h$  резервних елементів будь-якого з  $h + n$  структурних елементів основних каналів перевезень, біноміальний вираз можливих станів транспортної системи буде записаний формулою:

$$(P + Q)^l = P^l + l \cdot P^{l-1} \cdot Q + \frac{l \cdot (l-1)}{2!} \cdot P^{l-2} \cdot Q^2 + \frac{l \cdot (l-1) \cdot (l-2)}{3!} \cdot P^{l-3} \cdot Q^3 + \dots + \frac{l \cdot (l-1) \cdot (l-2) \cdot (l-3)}{4!} \cdot P^{l-4} \cdot Q^4 + \dots + Q^l = 1, \quad (6)$$

Наведений підхід оцінки надійності автомобільних транспортних систем, з врахуванням обов'язкових і можливих каналів перевезень, а також вигляду логічної функції, дає можливість підвищити надійність їх функціонування та ефективність транспортного процесу доставки.

1. Половко А.М. Основы теории надежности / А.М. Половко, С.В. Гуров. - СПб.: БХВ-Петербург, 2006. - 702 с.

2. Аулін В.В. Методологічні і теоретичні основи забезпечення та підвищення надійності функціонування автомобільних транспортних систем: монографія / В.В. Аулін, Д.В. Голуб., А.В. Гриньків., С.В. Лисенко. - Кропивницький: Видавництво ТОВ "КОД", 2017. - 370 с.

УДК 656.13

## АНАЛІЗ РОЗМІЩЕННЯ ЗУПИНОК ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ВЗДОВЖ КОРИДОРІВ ШАП

ANALYSIS OF PUBLIC TRANSPORT STOPS LOCATION ALONG BRT CORRIDORS

**Бура Романа**

*Національний університет «Львівська політехніка»,  
вул. Степана Бандери, 12, м. Львів, 79013*

*In this work, types of urban public transport stops location are determined. Peculiarities of location the stops depending from traffic conditions on intersections are analyzed. Positive and negative impacts urban public transport stops on pedestrian safety and comfort are given.*

Зупинки громадського транспорту – один з ключових критеріїв ефективності функціонування системи ШАП (швидкісних автобусних перевезень), оскільки їх розміщення впливає на зручність їх використання пішоходами та безпеку руху.

Зупинки громадського транспорту можуть розміщуватися перед перехрестями, за перехрестями, а також на ділянках між ними. Зазвичай, найбільше труднощів виникає з проектуванням зупинок біля перехресть, оскільки вони можуть впливати на затримки решти транспортного потоку. Проте, розташування зупинкових пунктів біля перехресть є найефективнішим, оскільки в такому випадку забезпечується найкраща доступність пішоходів до пересадочних пунктів на інші маршрути громадського транспорту.

Якщо коридор ШАП відокремлений від решти транспортного потоку і розміщений посередині проїзної частини, зупинки громадського транспорту краще розміщувати перед перехрестям. У такому разі автобуси не будуть блокувати перехрестя через черги перед зупинковим пунктом, а також забезпечується комфортний дохід пішоходів до зупинки. Якщо зупинки розташовані посередині проїзної частини, необхідне її повне відгородження від смуг для руху решти транспорту для уникнення раптового виходу пішоходів на дорогу, а також влаштування регульованих пішохідних переходів, бажано з пристроями примусового зниження швидкості для змішаного потоку. Проте, таке розташування зупинок має суттєвий недолік: застосування інтелектуальних транспортних систем (ІТС) у такому випадку може бути ускладнене, оскільки при під'їзді автобусів до перехрестя вмикатиметься дозвільний сигнал світлофора, а автобуси зупиняться для посадки-висадки пасажирів; відповідно, на другорядних напрямках утворюватимуться черги, оскільки дозвільний сигнал світлофора для автобусів ШАП не вимкнеться, поки автобуси не проїдуть перехрестя. У іншому випадку у чергах будуть простоювати самі автобуси.

При розташуванні коридорів ШАП скраю проїзної частини можливі різні варіанти розташування зупинкових пунктів. Якщо смуги руху повністю відокремлені, то розміщення зупинки залежатиме від інтенсивності руху автобусів: при невеликих інтенсивностях зупинки слід влаштовувати за перехрестям для ефективного використання ІТС. Якщо ж інтенсивності руху автобусів є великими, то їх варто розміщувати перед перехрестям, аналогічно коридорам ШАП, які розташовуються посередині проїзної частини.

Якщо автобуси ШАП рухаються у змішаному потоці, то зупинки громадського транспорту варто влаштовувати за перехрестям у випадку, коли на перехресті присутня значна частка правоповоротних потоків. За таким же принципом варто влаштовувати зупинки громадського транспорту, якщо автобуси ШАП рухаються у смузі, призначеній для поворотів направо.



УДК 656.13

## ВРАХУВАННЯ ЗАСЛІПЛЕННЯ ПРИ АНАЛІЗІ ПОВЕДІНКИ ВОДИЇВ

### CONSIDERATION OF THE GLARE DURING DRIVER BEHAVIOR ANALYSIS

**Бура Романа**

*Національний університет «Львівська політехніка»,  
вул. Степана Бандери, 12, м. Львів, 79013*

*Sources of driver glare are given in the work and also types of glare in nighttime are analyzed. Accident statistics in glare conditions, and also the most common ways to prevent glare are given.*

У системі «водій-автомобіль-дорога-середовище», елемент «водій» відіграє одну з ключових ролей, оскільки він єдиний з-поміж інших здатний реагувати на зміни в системі та керувати іншими елементами. Поведінку водія, з точки зору його психофізіологічних особливостей, також можна розглядати як систему. Елементами її є слух, зір, пам'ять, увага, втомлюваність, час реакції (який є різним залежно від віку, статі, стану здоров'я, стану алкогольного або наркотичного сп'яніння та ін.). Оскільки органи зору забезпечують надходження до водія більше 80% інформації щодо умов дорожнього руху, стану навколишнього середовища та показників роботи автомобіля, він є ключовим елементом забезпечення водія інформацією. Проте, засліплення зовнішніми джерелами світла має негативний вплив на зір. У світлу пору доби це може бути яскраве сонячне проміння, у темну пору – фари попутних та зустрічних автомобілів. Якщо сонячне проміння або фари попутних автомобілів не здатні завдати сильної шкоди водієві, скоріше викликати роздратування та дискомфорт, то раптова поява яскравого світла попереду може на деякий час засліпити водія, що може мати негативні наслідки аж до виникнення ДТП. Тому актуальними та важливими є дослідження умов засліплення та розробка способів його уникнення.

Розрізняють наступні види засліплення: дискомфортне засліплення, яке характеризується тривалим впливом світла на зір водія, яке призводить до роздратування та розсіювання уваги; повне засліплення, яке спричиняє зменшену чутливість контрасту [1].

Дискомфортне засліплення має більший вплив на старших водіїв та тих осіб, які мають проблеми з зором, носять окуляри або контактні лінзи [2]. Також тривале відчуття дискомфорту спричиняє втому та роздратованість [3]. Щодо повного засліплення, то воно має наступний вплив на водіїв [4]:

- робить невидимими для водіїв об'єкти, які важко розрізнити в темну пору доби;
- зменшує відстань видимості;
- збільшує час реакції;
- зменшує ймовірність виявлення об'єктів.

Автори Буллог та ін. стверджують, що водії схильні до зменшення швидкості руху при наближенні зустрічного автомобіля. Також водії можуть зміщуватися як до краю, так і до центру проїзної частини, при виявленні зустрічного автомобіля.

Автори Чой та Сінг наводять статистику ДТП в умовах засліплення. Відповідно до їх результатів, найбільше ДТП при засліпленні здійснюють водії віком 25-54 роки; щодо виду ДТП – наїзд ззаду (34%) та кутове зіткнення (45%); щодо кількості смуг руху – 2x2 (62%); щодо наявності розділової смуги – при її відсутності (75%); щодо швидкості руху – менше 26 км/год. (60%).

Поведінка водія є складним явищем, на яке має вплив велика кількість чинників, як зовнішніх, так і особистісних. До останніх можна віднести психічний та фізичний стан водія. Як було сказано вище, гострота зору є однією з найважливіших характеристик водія, яка



впливає на надійність його роботи. Особливо важливою вона є в нічний час доби, коли зовнішнє освітлення є слабким або взагалі відсутнє, а основним джерелом освітлення є світло від фар автомобіля. Тому небезпечним явищем є раптова поява зустрічного автомобіля, особливо в момент, коли водій цього транспортного засобу ще не встиг переключити дальнє світло фар на ближнє, і відбувається повнє засліплення водія. Тривалість адаптації зору після повного засліплення є індивідуальною для кожної людини, й залежить від віку водія, його втомлюваності, стану здоров'я тощо. Цей час є досить небезпечним, адже тоді водій може не помітити або помітити занадто пізно перешкоди, які можуть з'явитися на дорозі чи на узбіччі, пішоходів або інших автомобілів. Тому важливим є проведення досліджень впливу засліплення на час реакції водіїв та тривалість адаптації зору після засліплення. При цьому досліджувати дане питання в реальних умовах не варто, оскільки виникає небезпека для інших учасників дорожнього руху. Оптимальним варіантом є проведення таких досліджень на спеціальних треках або на симуляторах.

Щодо способів уникнення засліплення, оптимальним рішенням було б влаштування зовнішнього освітлення вздовж усіх доріг, проте таке рішення є занадто витратним та трудомістким. На даний час найпоширенішим способом уникнення засліплення є використання окулярів, які розсіюють промені від фар зустрічних транспортних засобів. Проте такий спосіб не є повністю безпечним, адже також ці окуляри розсіюють світло і від інших джерел та зменшують видимість водія через своє затемнене скло. Автори Мейс та ін. пропонують наступнє: заходи для зменшення інтенсивності освітлення джерела світла (фотометричний розподіл, адаптивні фари, коректуючі фари, висота розміщення фар), заходи для зменшення освітлення, яке впливає на зір водія (поляризоване освітлення, окуляри для нічного водіння, екрани для зменшення засліплення, анти-засліплювані дзеркала), заходи щодо зменшення кута засліплення (широкі розділові смуги, незалежне вирівнювання) та методи, які можуть мати непрямий вплив на зменшення засліплення (ультрафіолетові фари, фіксоване дорожнє освітлення, заборона нічного водіння, коректуючі лінзи та офтальмологічна хірургія, площа розсіювання фар).

Зважаючи на написане вище, питання засліплення водіїв на сьогоднішній день залишається актуальним. Для зменшення кількості ДТП в нічний час необхіднє проведення системних досліджень щодо поведінки водіїв при засліпленні фарами зустрічного автомобіля, а також розробка заходів щодо зменшення впливу засліплення на водіїв.

1. Theeuwes, J., Alferdinck, J.W.A.M., Perel, M. (2002). *Relation between Glare and Driving Performance. HUMAN FACTORS, Vol. 44, No. 1, Spring 2002, pp. 95–107.*
2. Bullough, J.D., Van Derlofske, J., Dee, P.A., Chen, J. and Akashi, Y. (2003). *An Investigation of Headlamp Glare: Intensity, Spectrum and Size, DOT HS 809 672 Washington: National Highway Traffic Safety Administration.*
3. Mehri, A., Dehghan, S.F., Hajizadeh, R., Zakerian, S.A., Mohammadi, H., & Abbasi, M. (2017) *Survey of Discomfort Glare from the Headlamps of Cars Widely Used in Iran, Traffic Injury Prevention, 18:7, 711-715.*
4. *National Highway Traffic Safety Administration. (2007). Nighttime Glare and Driving Performance: Report to Congress. Washington, National Highway Traffic Safety Administration.*
5. Choi, Eun-Ha, & Singh, Santokh. (2005). *Statistical Assessment of the Glare Issue - Human and Natural Elements. Paper presented at the Federal Committee on Statistical Methodology Workshop.*
6. D. Mace, et. al. (2001). *Countermeasures for Reducing the Effects of Headlight Glare. The AAA Foundation for Traffic Safety: Washington, D.C.*

УДК 656.13

**СОЦІАЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОРГАНІЗАЦІЇ КОМБІНОВАНОГО РЕЖИМУ  
РУХУ НА АВТОБУСНИХ МАРШРУТАХ МІСТА**

**SOCIAL EFFICIENCY FROM THE ORGANIZATION OF THE CITY TRANSIT  
SERVICE OF MOVEMENT ON URBAN PUBLIC TRANSPORT ROUTES**

**Вакуленко Катерина, Соколова Надія**

*Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова,  
м. Харків, вул. Маршала Бажанова, 17, 61002*

*Introduction of city transit service of movement on bus routes, in order to increase transport demand, due to involving interests of transport companies and the requests of passengers in terms of quality.*

Економічні, екологічні і соціальні проблеми є наслідком неефективного управління міською транспортною системою [1]. Організаційні рішення з підвищення ефективності роботи міського пасажирського транспорту (МПТ), ефективні з економічної точки зору, далеко не завжди є найкращими в плані соціальному, тобто, прагнення досягти високої економічної ефективності роботи пасажирського транспорту може призвести до таких негативних соціальних результатів, як зменшення вільного часу населення, зниження якості перевезень. До методів організації руху на маршрутах відносять організацію комбінованих маршрутних перевезень, що дозволяє підвищити провізну здатність маршруту, поліпшити рівень транспортного обслуговування.

Впровадження принципу управління якістю міської логістики через вибір режиму руху на автобусних маршрутах міста з виділеною смугою руху на зразок системи BRT [4, 5] з урахуванням як інтересів транспортних підприємств, так і потреб пасажирів у якості, дозволить підвищити попит на послуги МПТ. При виборі режиму руху автобусів у міському сполученні пропонується наступна цільова функція [5]:

$$Z = \frac{\tau \cdot N^{(n)} (E_{ET}^{variable} \cdot V_e^{(n)} + E_{TE}^{permanent}) + (RI_{pas1}^{(n)} \cdot Q_1^{(n)} + RI_{pas2}^{(n)} \cdot Q_2^{(n)})}{Q_{total}^{(n)}} + \frac{\tau \cdot N^{(ex)} (E_{ET}^{variable} \cdot V_e^{(ex)} + E_{TE}^{permanent}) + (RI_{pas1}^{(ex)} \cdot Q_1^{(ex)} + RI_{pas2}^{(ex)} \cdot Q_2^{(ex)})}{Q_{total}^{(ex)}} \rightarrow \min$$

$$N^{(n)} + N^{(ex)} = const$$

де  $N^{(n)}$  - кількість транспортних засобів (ТЗ), що працюють в звичайному режимі руху, од.;  $N^{(ex)}$  - кількість ТЗ, що працюють в експресному режимі руху, од.;  $E_{TE}^{variable}$  - змінні витрати транспортного підприємства, грн.км;  $E_{TE}^{permanent}$  - постійні витрати транспортного підприємства, грн./год.;  $A$  - кількість ТЗ на маршруті, од.;  $\tau$  - тривалість розрахункового періоду, год.;  $V_e^{(n)}$ ,  $V_e^{(ex)}$  - експлуатаційна швидкість на маршруті при звичайному та експресному режимах руху

відповідно, км/год.;  $RI_{pas1}^{(n)}$ ,  $RI_{pas2}^{(n)}$ ,  $RI_{pas1}^{(ex)}$ ,  $RI_{pas2}^{(ex)}$  - зниження доходу пасажирів внаслідок транспортного пересування при звичайному та експресному режимах руху в прямому та зворотному напрямках відповідно, грн.;  $Q_1^{(n)}$ ,  $Q_2^{(n)}$ ,  $Q_1^{(ex)}$ ,  $Q_2^{(ex)}$  - об'єм перевезень на маршруті в прямому та зворотному напрямках при звичайному та експресному режимах руху відповідно, пас.

Соціальна ефективність від впровадження комбінованого режиму руху на маршрутах міських пасажирських автобусів може бути визначена через оцінку зниження доходу пасажирів внаслідок транспортного пересування [1, 2] при звичайному та експресному режимах руху, через розрахунок транспортної втомлюваності пасажирів [1, 2].

Отримані показники роботи маршруту № 226 м. Харкова під час натурних спостережень та використання цільової функції (1) доцільності впровадження комбінованого режиму руху на маршрутах міста, дозволили отримати залежності, що характеризують зміну соціальної ефективності від впровадження комбінованого режиму руху (рис. 1 – 4).

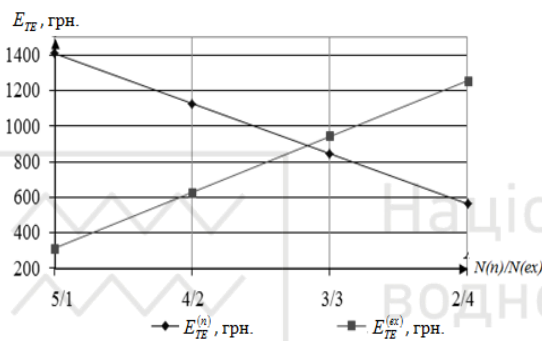


Рис. 1. Залежність зміни витрат підприємства на організацію транспортного процесу з комбінованим режимом руху

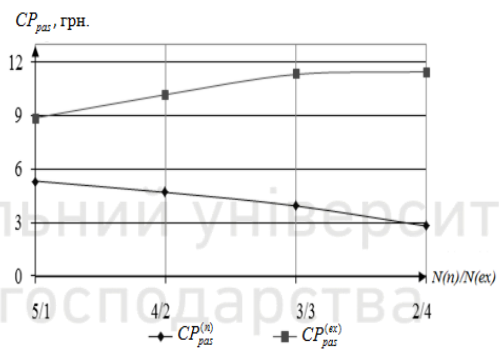


Рис. 2. Залежність зміни собівартості перевезень пасажирів

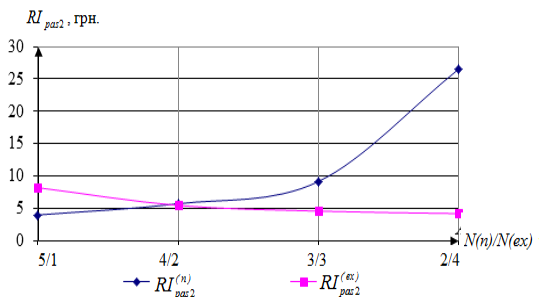
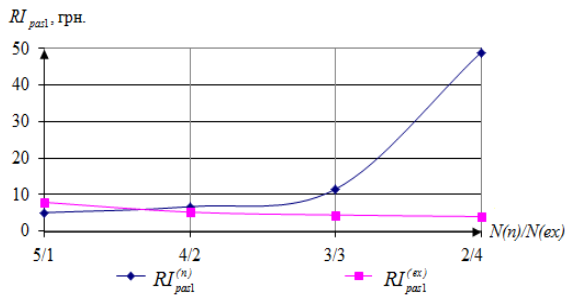


Рис. 3. Зміна зниження доходу пасажирів внаслідок транспортного процесу у прямому напрямку ( $RI_{pas1}$ ) і зворотному напрямку ( $RI_{pas2}$ ) при різному співвідношенні транспортних засобів  $N^{(n)}/N^{(ex)}$

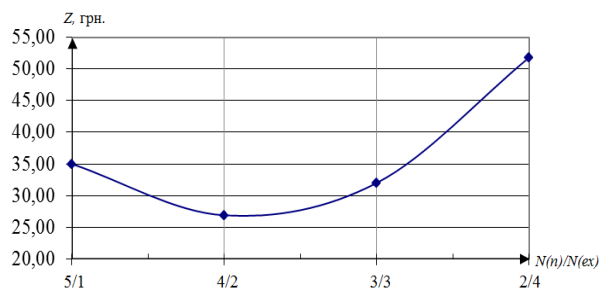


Рис. 4. Зміна загальних витрат при різному співвідношенні транспортних засобів, що працюють у звичайному та експресному режимах руху

З отриманих залежностей видно, що при організації комбінованого режиму руху на маршруті № 226е, раціональним співвідношенням кількості транспортних засобів є 4 автобуси, що працюють у звичайному режимі, та 2 автобуси – у експресному. При такому співвідношенні загальні витрати мінімальні, що задовольняє як інтереси транспортного підприємства, так й інтереси пасажирів.

За методикою, що представлена у роботі [6] визначені розміри викидів шкідливих речовин автомобільним транспортним засобом з урахуванням ймовірності знаходження об'єктів дорожнього руху в полі сприйняття водія в небезпечному для руху стані, при звичайному та експресному режимах руху (рис. 5).

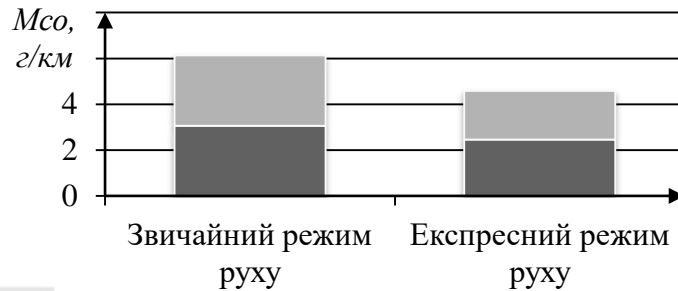


Рис.5. Зміна кількості викидів CO при зміні режиму руху на ділянках:  
■ - Просп. Л.Ландау      ■ - Просп. Героїв Сталінграда

Зменшення кількості викидів шкідливих речовин свідчить про доцільність впровадження комбінованого режиму руху. Норма кількості викидів CO при звичайному режимі руху перевищила дозволених 2,7 г/км [6] і досягла норми при впровадженні експресного режиму.

Введення комбінованого режиму руху на автобусних маршрутах сприяє зменшенню шкідливих викидів у повітря та підвищує попит на послуги міського пасажирського транспорту за рахунок підвищення якості обслуговування.

1. Вакуленко К. Є. *Управління міським пасажирським транспортом : навч. посібник* / К. Є. Вакуленко, К. В. Доля ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 257 с.
2. Доля В. К. *Пасажирські перевезення: [підручник]* / В. К. Доля. – Харків: «Вид-во «Форт», 2011. – 504 с.
3. Лежнева О.І. *Раціональна організація руху на маршрутах міського пасажирського транспорту* // Вестник ХПІ. – Харків: ХПІ, 2014. – Вип. 17. – С. 37-42.
4. *Bus Rapid Transit [Text] // Volume 1: Case Studies in Bus Rapid Transit: Transportation research board – Washington, 2003. – 62 p.*
5. Вакуленко К.Є., Соколова Н.А., Шилле Н.В. *Адаптація принципів міської логістики до організації пасажирських перевезень* // *Комунальне господарство міст: науково-технічний зб., серія «Технічні науки та архітектура»* / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – 2017. - №134 – С. 113 – 121.
6. Линник І.Е. *Оцінка прогнозування екологічного стану дорожнього господарства: [монографія]* / І.Е. Линник. – Харків. Нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 143с.

УДК 656

## ДОСЛІДНИЦЬКІ ПРОЕКТИ В СФЕРІ ТРАНСПОРТУ В МЕЖАХ ПРОГРАМИ CEF (CONNECTING EUROPE FACILITY)

### RESEARCH PROJECTS IN THE TRANSPORT SECTOR OF THE CEF PROGRAMME (CONNECTING EUROPE FACILITY)

Горяїнов Олексій

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002*

*Calls for transport projects within the Connecting Europe Facility (CEF) are considered. The structure of the CEF Calls is determined. Examples of research projects characteristics are given.*

Розвиток економіки держави залежить від розвитку транспортно-логістичного комплексу. Прийнята Національна транспортна стратегія України (наприклад, [1]) є важливим орієнтиром для спрямування зусиль науковців для вирішення актуальних проблем. Разом з тим слід координувати наукову діяльність з сучасними тенденціями, які спостерігаються у світі. Для України з багатьох причин важливим є вивчення досвіду Європейського Союзу. Одним з потужних джерел інформації про транспортні проекти є програма CEF (Connecting Europe Facility) (наприклад, [2]).

Проведемо структурування інформації щодо дослідницьких проектів, що реалізуються (реалізовувалися) в межах програми CEF.

Програма CEF реалізується завдяки підтримці виконавчого агентства інновацій та мереж (Innovation and Networks Executive Agency) (INEA) [3]. Окрім програми CEF, INEA сприяє реалізації проектів для програми Horizon 2020 в таких частинах:

- Smart, green and integrated transport (Розумний зелений і інтегрований транспорт);
- Secure, clean and efficient energy (Безпечна, чиста та ефективна енергія).

На період 2014-2020 планується, що INEA буде керувати бюджетом в такому обсязі: на програму CEF – 30 млрд.євро; на програму Horizon 2020 – 5 млрд.євро.

Програма CEF є ключовим інструментом фінансування ЄС для сприяння економічному зростанню, робочим місцям та конкурентоспроможності через цільові інвестиції в інфраструктуру на європейському рівні. Вона підтримує розвиток вискоелективних, стійких і ефективно взаємопов'язаних транс'європейських мереж у сфері транспорту, енергетики та цифрових послуг. З січня 2014 року INEA в рамках CEF реалізує загалом 28,7 млрд. євро (23,5 млрд. євро для транспорту, 4,7 млрд. євро для енергетики і 0,5 млрд. євро для телекомунікацій) [4].

Станом на травень 2019 року в межах програми CEF було реалізовано декілька конкурсів транспортних проектів (CEF Transport call for proposals) – табл. 1.

Таблиця 1

Перелік конкурсів транспортних проектів (на основі [4])

Конкурс	Дата публікації	Кінцевий термін
2019 CEF Transport (Comprehensive Network and Rail Freight Noise)	05.12.2018	24.04.2019
2018 CEF Transport call	17.05.2018	24.10.2018
2017 CEF Transport SESAR Call	06.10.2017	12.04.2018
2017 CEF Transport Blending Call	08.02.2017	12.04.2018
2016 CEF Transport Calls	13.10.2016	07.02.2017
2016 CEF Synergy: Transport and Energy	28.09.2016	13.12.2016
CEF Transport	05.11.2015	16.02.2016
CEF Transport	11.09.2014	03.05.2015



За даними табл. 1 можливо зробити такі висновки:

- більшість конкурсів починається в другій половині року і закінчується в першій половині наступного;
- частина конкурсів починається в першій половині року і закінчується в другій половині цього ж року;
- чіткого графіку проведення конкурсів не прослідковується;
- конкурс «2016 CEF Synergy: Transport and Energy» мав синергетичний характер – поєднання блоку «Транспорт» і «Енергія».

Розглянемо більш детально проекти для конкурсу «2018 CEF Transport call» (для конкурсу «2019 CEF Transport» на сайті [4] ще не розміщено даних про проекти). На конкурс розглянуто 147 проектів. Рекомендовано для фінансування 69 проектів [5]:

- дослідницькі проекти (studies) – 35 (51%);
- практичні проекти (works) – 24 (35%);
- змішанні проекти (mixed) – 10 (14%).

Не рекомендовано до фінансування 78 проектів (studies - 31; works - 26; mixed - 21).

Інформація про дослідницькі проекти з підрозділу «Інтелектуальні транспортні послуги для дорожнього руху» (Intelligent Transport Services for road (ITS)) наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Дослідницькі проекти, що рекомендовано до фінансування (підрозділ ITS) (на основі [5])

Код	Назва	Учасники	Фінансування з боку ЄС, євро
2018-DE-TM-0037-S	C-Roads Germany - Urban Nodes	DE	19677809
2018-EL-TM-0072-S	C-ROADS GREECE	EL	1284650
2018-EU-TM-0010-S	C-Roads Austria 2	AT   CZ	7355000
2018-EU-TM-0026-S	NordicWay 3 - Urban Connection	DK   FI   NO   SE	9515000
2018-FR-TM-0097-S	InDiD	FR	10766707
2018-IE-TM-0080-S	C-Roads Ireland	IE	5080571
2018-IT-TM-0013-S	C-ROADS ITALY 2	IT	6870000
2018-LV-TM-0061-S	Development and testing of Riga traffic monitoring pilot system	LV	1076100
2018-PT-TM-0099-S	Cooperative Streets	PT	15705043

Згідно даних табл. 2 можливо зробити висновок, що найбільша кількість дослідницьких проектів присвячено «C-Roads». Згідно [6], платформа C-Roads створена для гармонізації діяльності з розгортання спільних інтелектуальних транспортних систем (C-ITS) у Європі.

Розглянемо характеристики окремих проектів з табл. 2. Інформація наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Характеристика дослідницьких проектів (підрозділ ITS) (на основі [7])

Код	Характеристика	Зауваження щодо оцінки
2018-DE-TM-0037-S	У рамках C-Roads Platform, «C-Roads Germany - Urban Nodes» сприятиме впровадженню та експлуатації 3 різних міських вузлів, розташованих у Гамбурзі, Гессені та Дрездені. Проект сприяє широкомасштабному впровадженню кооперативних ІТС, що забезпечує розгортання послуг C-ITS у Німеччині відповідно до Регламенту та стандартів ЄС та відповідно до рекомендацій "платформи C-ITS". Серед очікуваних переваг: скорочення кількості нещасних випадків і часу в дорозі, більш безпечні аварійні смуги. Початок – січень 2019. Закінчення - грудень 2023	Зрілість проекту дуже хороша, оскільки компоненти вже знаходяться в передкомерційній стадії, політична відповідальність гарантується. Акцент на міських вузлах сприятиме розгортанню кооперативних транспортних засобів (cooperative vehicles) та розвитку спільних послуг промисловості. Якість проекту дуже хороша, оскільки її цілі чітко визначені, а діяльність детально розроблена.
2018-EL-TM-0072-S	C-Roads - це платформа держав-членів, що працюють над розгортанням послуг C-ITS. Пілотні об'єкти C-ITS будуть встановлені по всьому ЄС для тестування та подальшої	Відповідність є відмінною, оскільки вона стосується пілотів C-ITS у Греції, а також приносить додаткову державу-член до платформи C-Roads. Зрілість проекту

	<p>експлуатації додатків «День-1» та «День-1,5». Технічні та організаційні питання будуть вирішуватися платформою C-Roads для забезпечення сумісності та гармонізації C-ITS між пілотами.</p> <p>Початок – червень 2019. Закінчення – червень 2023</p>	<p>хороша: політичні та фінансові зобов'язання забезпечені, але технічна готовність не повністю обґрунтована. Проект об'єднує дослідження з пілотами для підтримки прийняття рішень, розробки та демонстрації передової практики. Якість дуже хороша, цілі узгоджені з запланованою діяльністю, а витрати та ресурси в цілому відповідають обсягу робіт.</p>
<p>2018-PT-TM-0099-S</p>	<p>Загальною метою запропонованого проекту є просування у рамках платформи C-Roads до цифровізації та декарбонізації транспортного сектору. Діяльність зосереджена на розгортанні 5 пілотів C-ITS в Атлантичному коридорі в Португалії. Міські вузли Лісабона і Порту включають в загальній складності 35 міст, 13 з яких зобов'язані інвестувати та перевірити пілотів, які будуть робити акцент на реалізації послуг «День-1» та «День-1,5» C-ITS. Ці пілотні проекти визначатимуть чіткий шлях для реалізації в реальному середовищі, контролювати та оцінювати результати до масштабних розгортань у тісній співпраці з платформою C-Roads.</p> <p>Початок – жовтень 2018. Закінчення - грудень 2023</p>	<p>Актуальність проекту є чудовою. Вона надає можливість для фундаменту C-ITS послуг у міських областях, а також підтримує безпосереднє пілотне розгортання для нових робочих областей та адрес міських вузлів. Зрілість проекту дуже хороша і демонструє реалістичну реалізацію програми. Проект має особливу додаткову цінність для ЄС, завдяки його здатності сприяти демонстрації послідовного набору послуг C-ITS у міських областях, а також потужним залученням платформи C-Roads навколо спеціальної мережі міської робочої групи. Якість проекту дуже хороша, оскільки діяльність має чітку логіку та необхідні компоненти для виконання роботи.</p>

Підсумовуючи, можливо відмітити комплексність в реалізації окремих конкурсів транспортних проектів в межах СЕФ. Достатньо велику частку в загальній кількості проектів займають дослідницькі проекти. В подальшому слід вивчити особливості платформ C-Roads і C-ITS.

1. Горяїнов О.М. Структура плану заходів на 2019-2021 роки щодо реалізації Національної транспортної стратегії України [Електронний ресурс] // Автомобільний транспорт та інфраструктура: II Міжн. наук.-практ. конф., м. Київ, Україна, 11–13 квітня 2019 року: тези конф. – Київ, 2019. - С. 10-12 (226 с.) - <http://bit.ly/Article-226-2019-Goryainov>
2. Горяинов А. Н. Развитие трансъевропейской транспортной сети (TEN-T) в рамках сотрудничества Connecting Europe Facility (CEF) [Электронный ресурс] // Матер. I Міжн. наук.-практ. Інтернет-конф. «Напрями розвитку технологічних систем і логістики в АІВ». – Харків: ХНТУСГ, 2019. – С.31 (106 с.) - <http://bit.ly/Article-229-2019-Goryainov>
3. Innovation and Networks Executive Agency - <https://ec.europa.eu/inea/en> - 07.05.2019
4. Connecting Europe Facility - <https://ec.europa.eu/inea/connecting-europe-facility> - 07.05.2019
5. Annex. Brussels, 11.4.2019 C(2019) 2722 final. ANNEX to the COMMISSION IMPLEMENTING DECISION establishing the list of proposals selected for receiving EU financial assistance under the Connecting Europe Facility (CEF) – Transport sector following the call for proposals launched on 17 May 2018, based on the Multi-Annual Work Programme pursuant to Commission Implementing Decision C(2014)1921 - [https://ec.europa.eu/inea/sites/inea/files/c\\_2019\\_2722\\_annex\\_selection\\_decision\\_2018\\_cef\\_transport.pdf](https://ec.europa.eu/inea/sites/inea/files/c_2019_2722_annex_selection_decision_2018_cef_transport.pdf) - 07.05.2019
6. C-ROADS - THE PLATFORM OF HARMONISED C-ITS DEPLOYMENT IN EUROPE - <https://www.c-roads.eu/platform.html> - 07.05.2019
7. CEF 2018 Transport call. Proposal for the selection. March 2019. - [https://ec.europa.eu/inea/sites/inea/files/cefpub/cef\\_2018\\_tran\\_brochure\\_final.pdf](https://ec.europa.eu/inea/sites/inea/files/cefpub/cef_2018_tran_brochure_final.pdf) - 07.05.2019



УДК 656.13

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВУЛИЧНОЇ СТОЯНКИ НА ПРОПУСКНУ ЗДАТНІСТЬ ВУЛИЦЬ

INVESTIGATION THE IMPACT OF STREET PARKING ON STREET CAPACITY

**Грицунь Олег, Кудима Владислав**

*Національний університет «Львівська політехніка»,  
вул. Степана Бандери, 12, м. Львів, 79013*

*The problem of impact of street parking on street capacity is investigated. For this purpose, program software PTV Vissim is used. There is created simulation model with the use of which the functioning of street section with permitted parking and without it is investigated. It is established that the biggest reduction of capacity during parking at the pavement at the angle of 90 degrees.*

За останні роки неабиякої актуальності в містах України набула проблема вуличної стоянки автомобільного транспорту. Паркування автомобілів на вулично-дорожній мережі міста є складною проблемою у зв'язку з тим, що із зростанням рівня автомобілізації зростає потреба у кількості паркомісць. У той же час зростає кількість автомобілів на вулично-дорожній мережі, що унеможливорює збільшення місць для паркування, а навпаки, є умовою для їх зменшення, оскільки необхідно збільшувати пропускну здатність міських вулиць, чого в умовах існуючої забудови можна досягти лише організаційними методами [1].

У теорії та практиці відомо багато підходів щодо організації паркування, його впливу на умови руху транспортних потоків. Особливо гострою ця проблема є в зонах перехресть: на нерегульованих це виражається через обмеження зон видимості; на регульованих – зменшення потоків насичення [1 – 3]. Запарковані транспортні засоби на ділянках вулиць між перехрестями спричиняють різке пониження пропускну здатності вулиці за рахунок утворення численних зон переплетення потоків, коли транспортні засоби, які рухаються правою смугою, у зв'язку із наявністю перешкоди на ній, змушені маневрувати [4]. Особливої уваги організаторів руху також потребують місця заїзду та виїзду з місць паркувань. Хоча багато цих аспектів і обумовлено у нормативних документах, проте вони не дають відповіді про ступінь такого негативного впливу [5].

Вищезазначене обумовлює актуальність дослідження, що спрямоване на розробку й теоретичне обґрунтування нових, більш об'єктивних підходів до рішення проблеми підвищення пропускну здатності в районах інтенсивного паркування автомобілів.

Дослідження впливу вуличної стоянки на пропускну здатність вулиці вимагає опрацювання великих масивів вхідних даних (інтенсивності прибуття транспортних засобів, швидкості руху, часу перебування транспортного засобу на стоянці тощо) [1].

З метою визначення затримки транспортного потоку залежно від способів постановки автомобілів біля проїзної частини було обрано ділянки в центральній частині міста Львова із найбільш насиченим транспортним рухом.

Перша досліджувана ділянка – вулиця Ковжуна, розміщена в Галицькому районі Львова, об'єднує вулицю Вороного та вулицю Дудаєва. Спосіб постановки автомобілів – паралельно до тротуару. Планувальні ситуація: ширина проїзної частини – 7,0 м; кількість смуг руху – 1; покриття – бруківка; повздовжній ухил становить 5%. Середньозважена інтенсивність транспортного потоку: легкові автомобілі – 854 авт/год (93%); вантажні – 62 авт/год (7%).

Наступна досліджувана ділянка – вулиця Шпитальна, розміщена у Галицькому районі Львова, об'єднує вулицю Городоцька та вулицю Шолом-Алейхема. Спосіб постановки автомобілів – під кутом  $30^{\circ}$  до тротуару та під кутом  $90^{\circ}$  до тротуару. Планувальні ситуація:



ширина проїзної частини – 16,0 м; кількість смуг руху – 3; покриття – бруківка; повздовжній ухил становить 5%. Середньозважена інтенсивність транспортного потоку: легкові автомобілі – 1324 авт/год (88%); вантажні – 124 авт/год (8%); автобуси – 59 авт/год (4%).

На вулиця Коперника спроектовано спосіб постановки автомобілів – під кутом  $45^{\circ}$  до тротуару. Вулиця Коперника знаходиться у Галицькому районі міста, об'єднує вулицю Степана Бандери та проспект Свободи. Планувальні ситуація: ширина проїзної частини – 10,0 м; кількість смуг руху – 2; покриття – бруківка; повздовжній ухил становить 25%. Середньозважена інтенсивність ТП: легкові автомобілі – 1129 авт/год (84%); вантажні – 169 авт/год (13%); автобуси – 37 авт/год (3%).

Остання досліджуваний спосіб постановки автомобілів під кутом  $60^{\circ}$  до тротуару – проспект Шевченка. Проспект Шевченка один з центральних вулиць Львова, об'єднує вулицю Саксаганського та площу Міцкевича. Адміністративно повністю належить до Галицького району міста. Планувальні ситуація: ширина проїзної частини – 9,0 м; кількість смуг руху – 2; покриття – бруківка; повздовжній ухил становить 10%. Середньозважена інтенсивність транспортного потоку: легкові автомобілі – 1284 авт/год (94%); вантажні – 57 авт/год (4%); автобуси – 22 авт/год (2%).

Для подальших досліджень впливу вуличної стоянки на пропускну здатність вулиці створюємо модель ділянок у спеціалізованому програмному середовищі PTV VISSIM:

1) завантажуюмо та відкалібруємо фрагмент супутникової карти перехрестя (вул. Ковжуна, вул. Шпитальна, вул. Коперника, пр. Шевченка);

2) за допомогою режиму «Отрезки/Соединения» будуємо по карті вулиці;

3) за допомогою з'єднувальних відрізків з'єднуємо побудовані вулиці з урахуванням дозволених напрямків руху;

4) за результатами натурних досліджень створюємо та задаємо вхідний потік (Транспортний рух – Склад транспортного потоку – Новий – Новий). Вибираємо тип транспортного засобу і вказуємо його частку.

5) задаємо розподіли тривалості стоянки, (закон розподілу – нормальний, середньоквадратичне відхилення – 10% від середнього значення).

6) задаємо обмеження швидкості руху на відповідних з'єднувальних відрізках за допомогою команди – Режим «Зони малоскоросного движения»

7) створюємо маршрути заїзду на стоянку, які чинні лише для легкових автомобілів, задаємо тривалість перебування на стоянці та частку автомобілів, що заїжджатимуть на стоянку.

8) встановлюємо ділянки і пункти вимірювання основних параметрів транспортних потоків та показників ефективності функціонування досліджуваних ділянок (режим «Счетчик затора»).

9) задаємо тривалість імітації роботи перехрестя (Імітація – Параметри). Задаємо тривалість імітації 3600с.

Основним питання моделювання транспортного потоку у містах є дослідження впливу паркування транспортних засобів на показники ефективності функціонування ділянок. Проведено моделювання визначення транспортної затримки, а також довжини черг за існуючих умов та за відсутності паркування при різних способів постановки автомобіля. На досліджуваних об'єктах постановка автомобіля біля тротуару відбувається: паралельно до тротуару; під кутом  $30^{\circ}$  до тротуару; під кутом  $45^{\circ}$  до тротуару; під кутом  $60^{\circ}$  до тротуару; під кутом  $90^{\circ}$  до тротуару. Для порівняння існуючих умов руху (наявне паркування), а також за його відсутності внесемо зміни у побудовано імітаційну модель, шляхом змін ширини проїзної частини (збільшенням кількості смуг руху). Результати моделювання наведено в у таблиці 1.

Таблиця 1

Результати моделювання визначення транспортної затримки та довжини черги за наявності та відсутності паркування

Способів постановки автомобілів біля тротуару	Середня інтенсивність руху за годину, авт/год	Середня транспортна затримка, с/авт.		Середня довжина черги, м		Максимальна довжина черги, м	
		існуючі умови руху	за відсутності паркування	існуючі умови руху	за відсутності паркування	існуючі умови руху	за відсутності паркування
Паралельно до тротуару	916	12,56	11,73	25,63	17,15	185,64	124,24
Під кутом 30 <sup>0</sup> до тротуару	1507	12,78	10,23	31,26	21,39	197,17	119,22
Під кутом 45 <sup>0</sup> до тротуару	1335	13,77	10,06	30,55	21,08	226,35	95,65
Під кутом 60 <sup>0</sup> до тротуару	1363	18,22	7,55	38,17	18,91	266,33	93,67
Під кутом 90 <sup>0</sup> до тротуару	1507	19,26	7,03	42,11	17,38	270,18	71,63

Якщо порівнювати середню транспортну затримку при існуючих умовах руху та за відсутності паркування, то можна стверджувати, що при паралельному способі постановки автомобілів до тротуару транспортна затримка зменшується на 7%; під кутом 30<sup>0</sup> до тротуару – на 20%; під кутом 45<sup>0</sup> до тротуару – на 27%; під кутом 60<sup>0</sup> до тротуару – на 59%; під кутом 90<sup>0</sup> до тротуару – на 63%.

Якщо співставляючи середню та максимальну довжину черг транспортних засобів спостерігається прямолінійна залежність до зменшення довжини черги за відсутності паркування. Найбільше пониження спостерігається при паркуванні до тротуару під кутом 90<sup>0</sup> та становить: середня довжина черги транспортних засобів 17,28 м, максимальна – 71,63 м.

Отже, під час обґрунтування проектування доцільності (або заборони) вуличної стоянки, необхідно враховувати не тільки транспорту затримку, але і середню швидкість транспортного потоку та ширину проїзної частини, яку необхідно виділити для безпечного заїзду на дозволену парковку.

Тому можливість розміщення автомобільної стоянки на вулиці залежить від її ширини та інтенсивності руху. При інтенсивності до 1000 авт/год. ширина проїзної частини має бути більше 6 м. Ширина проїзної частини 6 – 9 м допускає однорядний рух зі швидкістю 25 – 30 км/год. При ширині понад 9 м можливий рух у два ряди. Стоянки найбільш доцільно влаштовувати на місцевих вулицях і під'їздах до магістральних вулиць. На проїзній частині магістральних вулиць такі стоянки знижують пропускну здатність і значно підвищують небезпеку руху.

1. Лобашов О.О. Моделювання впливу мережі паркування на транспортні потоки в містах : монографія / О.О. Лобашов. – Харків : Вид-во ХНАМГ, 2010. – 170 с.
2. Живоглядов В. Г. Теория движения транспортных и пешеходных потоков: монография / В. Г. Живоглядов. – Ростов н / Д.: Изд-во журн. «Изв. Вузов Сев.-Кавк. регион», 2005. – 1082 с.
3. Поліщук В. П., Загоруй О. О. До питання щодо паркування автомобілів // Коммунальное хозяйство городов. – К.: Техніка, 2004. – Вып. 58. – С. 175–180.
4. Формальчик Є. Ю. Вплив вуличних стоянок на пропускну здатність проїзної частини та середню швидкість транспортного потоку / Є. Ю. Формальчик, А. Б. Білоус, І. А. Могіла // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. – 2012. – № 2. – С. 47-53.
5. Стельмах О. В. Містобудівні принципи й методи формування системи паркування легкових індивідуальних автомобілів у крупних та найкрупніших містах України (на прикладі м. Києва): автореф. дис. канд. техн. наук: спец. 05.23.20 «Містобудування та територіальне планування» / О. В. Стельмах. – К., 2004. – 24 с.

УДК 656.029

## МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ

### METHODS OF MODELING OF THE DEVELOPMENT OF THE TRANSPORT SYSTEM

Дорошук Вікторія, Поліщук Аліна, Захожа Оксана

Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028

*Prediction of the transport system depends on properly chosen methods of modeling transport processes. Studied the results that can be obtained as a result of the simulation.*

Стрімкий розвиток внутрішнього ринку України вимагає ефективної та економічної транспортної системи. При цьому розуміється не лише сучасна транспортна інфраструктура з високою пропускною й перевізною здатністю та сучасний надійний рухомий склад, що відповідає міжнародним стандартам, але й нові, більш досконалі методи оцінки економічної та технічної ефективності транспорту України [1].

В практиці планування розвитку транспортних систем поширені нормативні, статистико-екстраполяційні, системно-структурні, асоціативні та методи економіко-математичного моделювання. Питаннями технологічного планування займався ряд вітчизняних та зарубіжних авторів [2].

Метод послідовного аналізу варіантів ПАВ, що використовується для рішення задачі оптимізації техніко-технологічного розвитку транспортних систем, може бути використаний для рішення широкого кола багатоваріантних задач з метою аналізу впливу багатьох факторів на вибір оптимальної траєкторії дослідження системи. Це дозволяє наприклад провести аналіз чутливості критерію ефективності капіталовкладень [3].

Когнітивний граф є спрощеною суб'єктивною моделлю організації системи і служить матеріалом для подальших досліджень – когнітивного моделювання, мета якого полягає у генерації й перевірці гіпотез про функціональну структуру ситуації, що спостерігається, до отримання структури, здатної з'ясувати поведінку ситуації через обґрунтування і пояснення якісних прогнозів її розвитку (рішення прямої задачі «Що буде, якщо?»), отримання порад і рекомендацій з управління ситуацією (рішення зворотної задачі «Що потрібно, щоб?»)[4].

Останнім часом у дослідженнях транспортних потоків стали застосовувати міждисциплінарні математичні ідеї, методи й алгоритми нелінійної динаміки [5].

Моделювання транспортної системи є невід'ємною складовою її перспективного розвитку. Для вирішення поставлених завдань необхідно комплексний підхід при виборі оптимізаційних моделей, оскільки розвиток транспортної системи залежить від багатьох чинників.

1. Мукмінова Т.А. Ринкова трансформація суб'єктів господарювання на залізничному транспорті // Економіко-математичне моделювання соціально-економічних систем: Збірник наукових праць МННЦ ІТіС Київ 2007, випуск 12 с. 29-37
2. Цирель С.В. Предвидение и прогноз // Математика.– М.: Наука, 2007. – 145 с.
3. Шумейко О.А. Послідовний аналіз варіантів, як метод оптимізації розвитку транспортних систем // Збірник наукових праць МННЦ ІТіС Київ – 2008, випуск 13 с.192-198.
4. Кудрицька Н.В., 2015 Когнітивна модель розвитку транспортної системи України Економічний вісник університету | Випуск № 25/1 с. 61-66.
5. Беспалов Дмитро (2014). Моделювання транспортного потоку на перетинах в різних рівнях. [Електронний ресурс].–Режим доступу: <https://bespalov.me/2014/01/08/modelyuvannya-transportnogo-potoku-na-peretynah-v-riznyh-rivnyah>.



УДК 711.656

## ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ МІСТА

THE CITY TRANSPORT INFRASTRUCTURE'S  
OPERATION LEVEL ESTIMATION

Дубова Світлана, Васильєва Ганна

Київський національний університет будівництва та архітектури,  
Проспект Повітрофлотський, 31, м. Київ, 03037

*The integrated approach to the issues of transport network planning infrastructure performance is represented. The functional model that determines the co-relation of the applicable subsystems is described.*

Сучасне місто представляється, як ієрархічно складний організм, який є найбільше прийнятною для людини формою забезпечення форм його життєдіяльності: житла, роботи, відпочинку. Відповідно до цього територія міста - це поєднання ієрархічно побудованих функціональних зон, територій та об'єктів, що об'єднані у єдину систему транспортною інфраструктурою міста (ТІ). ТІ, як основу життєдіяльності міста, необхідно представити у вигляді триєдиної системи (рис.1), що об'єднує вулично-дорожню мережу (ВДМ), транспортні засоби (ТЗ) та транспортно-пішохідний сервіс з єдиною метою – забезпечити переміщення пішоходів та пасажирів (ПП) н території міста із нормативними витратами часу в умовах високого рівня комфорту та безпеки. Кількість пасажирів є основою для транспортних розрахунків. Кожна з підсистем має показник, що описує їх спільну відповідність. Для ВДМ таким показником є пропускна здатність ( $N$ ), для ТЗ – місткість ( $\Omega$ ) рухомого складу, для ПП – величина пасажиропотоку ( $P$ ). Між показниками виникає послідовний зв'язок, коли кількість пасажирів при завантаженні у транспортні засоби має відповідати місткості  $P < \Omega$ , та кількість транспортних засобів ( $U$ ) на ВДМ, що містять пасажирів, має відповідати її пропускній здатності  $U < N$ . Відповідність забезпечується системою транспортно-пішохідного сервісу (ТПС), яка має функцію управління та координації складових транспортної інфраструктури за допомогою системи організації дорожнього руху. Таким чином, вирішується задача забезпечення потреб населення у перевезеннях. В реальності при відсутності системного підходу до ТІ цей взаємозв'язок порушений.

Головними транспортними засобами, що перевозять пасажирів в містах, є загальноміський пасажирський транспорт (ЗМПТ) та легковий автомобіль. Незважаючи на високий рівень комфорту, що забезпечує останній, ЗМПТ поступово стає йому значним конкурентом.

Закономірність цього процесу, з одного боку, для існуючої ВДМ вже підтверджена невідповідністю транспортному навантаженню, її пропускна здатність вичерпана. Процес вичерпання поєднується із негативними наслідками від накопичення легкових автомобілів на магістральній мережі міста: зростанням витрат часу, рівня аварійності та погіршенням екологічних показників. Провізна здатність ЗМПТ перевищує можливості легкового автомобіля мінімум у 10 разів, що є головною перевагою для його пріоритетного використання на території міста. Але, з іншого боку, в умовах загального транспортного потоку, ЗМПТ не виграє, тому що має інші габарити та свій розклад руху. Згідно матеріалів генерального плану м. Києва наземний ЗМПТ є значною складовою у перевезеннях пасажирів.

## Модель транспортної інфраструктури міста.

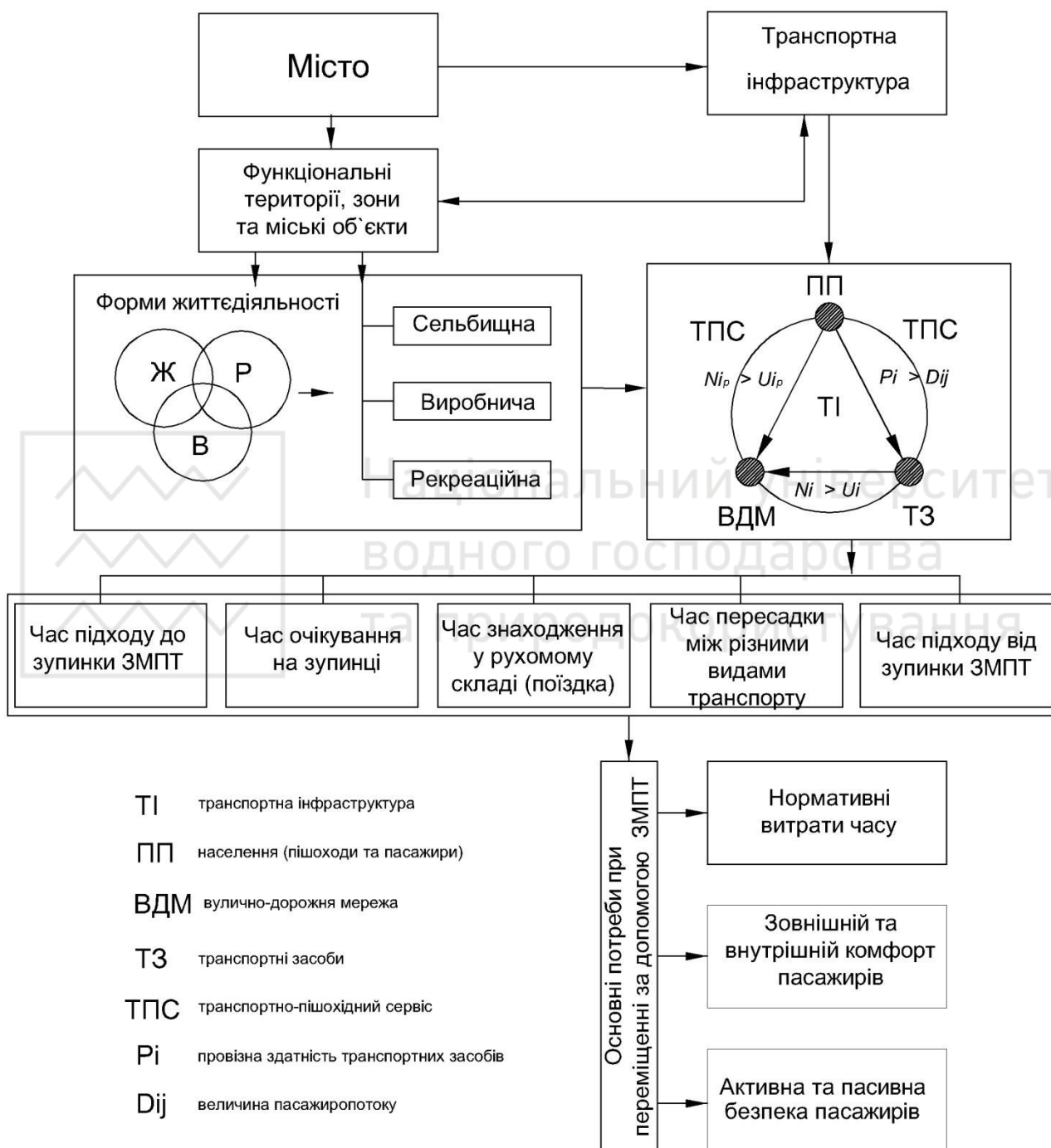


Рис. 1.

Частка пасажирів, що перевозить ЗМПТ, практично складає 60%. У перспективі 2025 року – показник знижується тільки до 48%. Цьому факту, на жаль, не приділяється уваги.

Існуюча ВДМ повинна відповідати за своєю пропускнуою здатністю хоча би потоку ЗМПТ, що частіше всього приходиться на крайню праву смугу проїзної частини. В години пік



навантаження тут складає 180-190 од/г, що при існуючому режимі експлуатації зупинка пропустити не може.

Сьогодення невідворотно ставить на перший план пошук внутрішніх резервів підвищення ефективності ТІ на всіх етапах її проектування та експлуатації. Довга історія та практика експлуатації транспортних систем міст показала, що рішення для транспортної інфраструктури міста існує, але суспільство до цього повинно бути готовим психологічно, матеріально та фізично. Транспортна система міста Києва має великий потенціал, має достатньо природних, містобудівних та територіальних умов для удосконалення. Проблеми існують, але існують і рішення цих проблем. Із врахуванням вже набутого європейського досвіду можна сказати, що для досягнення такої мети необхідні системні рішення для всіх складових ТІ з урахуванням ЗМПТ.

1. Вулично-дорожня мережа (ВДМ). Основною завданням є усунення перешкод в русі ЗМПТ. В існуючих умовах це можливо здійснити методами організації дорожнього руху: використання пасивного та активного пріоритету при спеціалізації магістралей і смуг проїзної частини, координації функціонування світлофорних об'єктів для пріоритету ЗМПТ в загальній інтелектуальній автоматизованій системі управління транспортним потоком (АСУР).

2. Транспортні засоби (ТЗ). Головна задача – це використання рухомого складу різної місткості, що відповідає розміру пасажиропотоку на маршрутах. Відмова від масового використання маршрутних таксі. Відновлення та розвиток трамваю, у тому числі будівництво нових гілок та удосконалення існуючих швидкісних ліній та метрополітену.

3. Пасажирський потік (ПП). Головним показником для здійснення послідовних рішень з точки зору ТЗ та ВДМ є пасажиропотік. Основою є раціональне розміщення місць прикладення праці на території міста, що має сприяти рівномірному розподілу транспортного та пасажирського навантаження на вулично-дорожню мережу. Сучасний етап розвитку міста та транспортної системи не дає можливості покладатися тільки на створені 40-50 років тому рішення для ЗМПТ. Неминучими є – використання математичного моделювання для формуванні гнучкої системи ЗМПТ, що відповідає величині пасажиропотоку у просторі та у часі, постійний моніторинг та менеджмент системи та прийняття відповідних рішень з організації руху кожної одиниці рухомого складу на кожному маршруті ЗМПТ.

4. Транспортно-пішохідний сервіс (ТПС). Підтримка та забезпечення життєздатності прийнятих варіантів рішень відносно ВДМ та ТЗ є функцією системи транспортно-пішохідного сервісу. Створення гнучкої системи збереження транспортних засобів, у тому числі автоматизованих та підземних паркувальних систем з метою звільнення проїзної частини від транспортних засобів, що стоять, та особливо крайньої правої смуги, що має належати тільки ЗМПТ.

Для досягнення системного результату на стадії перед проектних досліджень та проектних розробок необхідно насамперед враховувати взаємозалежності між складовими ТІ. Основою для управління складовими ТІ є система організації руху транспортних та пішохідних потоків, яка підтримується сучасними технічними засобами.

1. Генеральний план м. Києва до 2025 року. Концепція стратегічного розвитку м. Києва. Київ, 2011.
2. ДБН В.2.2-12:18. Планування і забудова територій. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 179 с.
3. ДБН В.2.3-5-2018. Вулиці та дороги населених пунктів. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 55 с.
4. Організація і безпека міського руху: навчальний посібник/ Є.О. Рейцен. – К.: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2014. – 454 с.

УДК 656.025.2

## АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ

### ANALYSIS OF MODERN METHODS OF FUNCTIONING OF PASSENGER TRANSPORT SYSTEMS

**Кірічок Олександр, Антонюк Валентина, Шевченко Оксана**

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Завдання організації пасажирських перевезень в міжміському сполученні мають важливе значення для нормального функціонування всіх галузей міського господарства, задоволення потреб населення в пересуваннях до місць праці, навчання тощо. Пасажирський транспорт має велике як економічне, так і соціальне значення для суспільства [1].

Міжміські перевезення організуються по дорогах державного та обласного значення між містами та населеними пунктами на довжину більш 50 км від межі міста [2].

Збільшена транспортна рухомість міського та сільського населення, особливо у районах, що не мають достатнього розвитку інших видів транспорту, призвела до необхідності розвитку міжміських автобусних сполучень. Основний їх обсяг виконується автобусами загального користування за розкладом, за постійними або годинними маршрутами. Незначна частка перевезень виконується легковими таксі, які працюють на замовлення. На сьогодні значно прискорились темпи розвитку перевезень пасажирів в міжміському сполученні і цьому значною мірою допомогли оснащені автотранспортні підприємства (АТП) спеціалізованими автобусами та збільшилась протяжність доріг з твердим покриттям. Найбільший обсяг перевезень в міжміському сполученні припадає на маршрути протяжністю до 100 км – 71%, до 200 км – 23% та більше 200 км – 6%.

Міжміська транспортна система не може працювати достатньо ефективно без правильного вирішення завдання визначення раціонального рухомого складу і його кількості на маршрутах. В комплексі завдань організації пасажирських перевезень це завдання займає важливе місце, оскільки від кількості рухомого складу на маршрутах і вдосконалення його роботи залежать втрати часу населення при пересуваннях, ступінь транспортної стомлюваності тощо.

Завдання визначення кількості рухомого складу в більшості методів вирішується без повного урахування інтересів пасажирів. Проте відсутність досконалого методу визначення кількості рухомого складу на маршрутах, що враховує інтереси транспортних організацій і пасажирів, не дозволяє повною мірою вирішити це завдання.

Вибір типу автобусу на міжміських маршрутах визначається розмірами пасажиропотоків, дорожніми умовами, протяжністю маршруту, методами організації праці водіїв, економічною ефективністю експлуатації порівняних марок автобусів. На вибір марки, кількості і виду транспорту на міжміських маршрутах впливає велика кількість чинників, які можна об'єднати в наступні групи:

- економічні: капітальні вкладення в рухомий склад і в матеріально-технічну базу по його зберіганню, ремонту і обслуговуванню, поточні витрати, витрати часу пасажирів на очікування посадки;
- соціальні: вартісна оцінка втрати одиниці часу на очікування, привабливість суспільного транспорту для пасажирів, наявність достатнього контингенту персоналу водіїв;
- технічні: динамічні якості автобусів, дорожні умови, конструктивні особливості рухомого складу, пропускна спроможність вулиць і зупиночних пунктів;



- експлуатаційні: закономірності формування пасажиропотоків, максимально допустимий інтервал руху, наявність матеріальних ресурсів;
- нормативні: допустиме наповнення рухомого складу пасажирями, вимоги щодо забезпечення безпеки руху, екологічні вимоги;
- архітектурно-планувальні;
- санітарно-гігієнічні;
- місцеві умови.

Вибір і обґрунтування маршрутної системи залежать насамперед від характеру розподілу пасажирських потоків. Тому при рішенні питань раціональної організації руху автобусів відділ експлуатації автотранспортного підприємства насамперед повинен мати у своєму розпорядженні детальні дані про характер і закономірності розподілу пасажиропотоків. Система організації руху автобусів у міжміському сполученні включає в себе визначений метод перевезень пасажирів, режим руху автобусів, засоби організації праці водіїв та варіанти розміщення автотранспортних підприємств, які обслуговують маршрут. На міжміських перевезеннях застосовується наскрізний та ділянковий рух автобусів [3].

При визначенні варіанту системи організації руху на конкретному маршруті можна користуватися методикою вибору ефективної системи організації руху автобусів на міжміських маршрутах різної протяжності.

Одним з найважливіших питань при реалізації роботи автобусних маршрутів є система збору плати за проїзд та тарифоутворення.

Рух автобусів на усіх міжміських маршрутах повинен виконуватись за розкладом, при розробці якого необхідно передбачувати ефективне використання автобусів та раціональний режим праці водіїв. При розробці міжміських автобусних розкладів закладають зручний для пасажирів час відправлення із початкового пункту та прибуття до кінцевого пункту.

Оскільки транспортний процес підпорядкований точному графіку, а виконання кожного рейсу – чіткому розкладу, організація праці на пасажирських автотранспортних підприємствах повинна бути простою і чіткою.

Правильно складений розклад руху повинен забезпечувати:

- мінімальну витрату часу пасажирями на чекання автобуса і поїздки;
- високу регулярність руху автобусів по всій довжині маршруту;
- максимально допустиму швидкість руху автобусів при повному дотриманні безпеки руху;
- найбільш ефективне використання автобусів на маршруті;
- погодженість інтервалів руху автобусів по відправленню на маршрутах і швидкості руху на контрольних ділянках;
- нормальний режим праці водіїв і кондукторів.

До найбільш ефективних заходів для поліпшення обслуговування пасажирів на автобусних маршрутах належить удосконалювання схеми автобусних маршрутів, широкий розвиток системи скорочених, швидких і експресних рейсів, а також організація регулярного руху з застосуванням новітніх засобів зв'язку, і диспетчерського керівництва рухом в межах всього регіону обслуговування [4].

Незважаючи на цілий ряд заходів, які направлені на удосконалення транспортного обслуговування населення, організація міжміських автобусних сполучень та якість обслуговування пасажирів ще не повністю відповідає сучасним потребам.

Автобусні маршрути можуть сполучатися з маршрутами інших видів транспорту, тому розташування зупиночних пунктів автобусів повинно узгоджуватися з розташуванням зупиночних пунктів інших видів транспорту.

Становить інтерес розміщення зупиночних пунктів у місцях перетинання вулиць, площ або злиття маршрутів декількох видів транспорту.



Очевидно, що із збільшенням мережі автомобільних доріг, підвищенням швидкості сполучення, пропонуванням пасажиром великих зручностей при поїзді значно розширюється сфера ефективного використання автобусного транспорту на маршрутах великої протяжності.

Система організації руху автобусів у міжміському сполученні включає в себе визначений метод перевезення пасажирів, режим руху автобусів, засоби організації праці водіїв та варіанти розміщення автотранспортних підприємств, які обслуговують маршрут. На міжміських перевезеннях приймається наскрізний та ділянковий рух автобусів. При наскрізному русі кожний з автобусів проходить увесь маршрут від початкового до кінцевого пунктів та в зворотному напрямку. При ділянковому русі маршрут поділяється на ділянки. Кожну ділянку обслуговує автобус визначеного АТП. На межах суміжних ділянок відбувається пересадка пасажирів з одного в інший автобус. В зв'язку з серйозними незручностями для пасажирів такий рух не може бути рекомендовано. Однак із застосуванням пасажирських напівпричепів та автомобілів-тягачів ділянковий рух є прийнятним.

Розклад руху міжміських автобусів має деякі відмінності від розкладу міських автобусів, але порядок їх складання у табличній формі аналогічне. У розкладі руху по міжміських маршрутах вказують київський час.

Розклад руху складають також і в графічній формі. Графік дозволяє підвищити ефективність управління та контроль за роботою автобусів на лінії по всьому маршруту і по окремих його перегонах, він відображає усі елементи транспортного процесу у часі та просторі. Складанню графіків руху допомагають розрахунки техніко-експлуатаційних показників роботи по маршруту.

Для організації руху водіїв підприємством складаються місячні графіки двозмінної роботи водіїв на маршруті. У графіку зазначається гаражний номер автомобіля та табельні номери водіїв, які повинні містити конкретного числа, перший номер – перша зміна, другий – друга.

Таким чином, наведений вище аналіз тільки найважливіших проблем функціонування автомобільного пасажирського транспорту свідчить про їхню складність і важливість для підвищення його ефективності.

1. Кірічок О. Г., Агадишева Т. І. Роль і значення автомобільної галузі в системі ринкової економіки / О. Г. Кірічок, Т. І. Агадишева : збірник тез II Міжнародної науково-практичної конференції молодих науковців, аспірантів та студентів «Актуальні проблеми теорії і практики менеджменту в умовах трансформації економіки», 18-19 квітня 2013 р., м. Рівне, НУВГП. – Рівне : НУВГП, 2013. – С. 96-98.

2. Володин Е. П., Громов Н. Н. Организация и планирование перевозок пассажиров автомобильным транспортом. – М. : Транспорт, 1982. – 224 с.

3. Гудков В. А., Миротин Л. Б. Технология, организация и управление пассажирскими и автомобильными перевозками : учеб. для вузов / под ред. Л. Б. Миротина. – М. : Транспорт, 1997. – 254 с.

4. Ларіна Р. Р., Кристопчук М. Є., Кірічок О. Г. Ймовірнісне моделювання роботи автовокзалу : збірник науково-практичних статей «Вісник економіки транспорту і промисловості». – Вип. 43. – Х. : УкрДАЗТ, 2013. – С. 45-50.



УДК 656

## ФОРМУВАННЯ КРИТЕРІЮ ВИБОРУ СПОСОБУ ПЕРЕМІЩЕННЯ ПРИ ТРУДОВИХ ПЕРЕСУВАННЯХ

### FORMATION OF THE CRITERION OF THE CHOICE OF THE METHOD OF MOVEMENT IN WORKING MOVEMENTS

Коваленко Андрій

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
вул. Я. Мудрого 25, м. Харків, 61000*

*In the conditions of growth of transport mobility of the population, the market of transport services requires a clear segmentation in order to ensure that the interests of the transport process, the comfort and safety of movement are taken into account by optimizing the structure and number of vehicles serving the route network, based on the study of the provision of route capabilities.*

Транспортна рухомість населення є основною вихідною величиною в розрахунках при проектуванні роботи транспорту.

Всі пересування залежать від розподілу населення за соціальним складом. Це такі групи:

- робітники підприємств, фабрик, заводів;
- трудівники обслуговуючих підприємств (робітники торгівлі, службовці тощо);
- учні вузів, технікумів, шкіл;

- несамодіяльне населення (діти дошкільного та молодшого шкільного віку, пенсіонери, домогосподарки, інваліди).

Орієнтовно питому вагу різних соціальних груп можливо прийняти наступним чином: робітники та службовці - 50%, учні - 5%, несамодіяльне населення - 45%. В залежності від мети, пересування можуть бути трудовими, діловими та культурно-побутовими.

Трудовими називаються пересування робітників та службовців від дому до місця роботи та в зворотному напрямку. Ці пересування найбільш стійкі, мало змінюються як у просторі, так і в часі.

В транспортних розрахунках важливо знайти розподіл і концентрацію пересувань у часі, так як саме ці пересування утворюють пікові навантаження.

Якщо відома загальна кількість транспортних пересувань, легко з'ясувати транспортну рухомість населення. Транспортна рухомість залежить також від часу пересування одного пасажера. Час пересування одного пасажера може бути визначений за формулою:

$$t_n = \frac{2l_n}{V_n} + \frac{I}{2} + \frac{l_n}{V_e} + t_{nep} \text{ год}, \quad (1)$$

де:  $2l_n$  - відстань до та від зупинки, км;  $t_{nep}$  - час на пересадку, год.

$V_n$  - швидкість пішохода, км/год. (в середньому  $V_n = 5$  км/ год.);  $I$  - інтервал руху, год;

$l_n$  - відстань поїздки пасажера, км;  $V_e$  - експлуатаційна швидкість автобуса, км/год.;

Маршрутна поїздка – це просте транспортне пересування, яке розглядається як цикл від моменту входу пасажера в транспортний засіб на будь – якому зупиночному пункті до моменту виходу з нього на другому зупиночному пункті.

Маршрутна поїздка характеризується незмінністю транспортного засобу в якому вона здійснюється. Транспортне пересування між пунктами відправлення і пунктами призначення, яке складається з однієї або декількох маршрутних поїздок, одного або різних видів міського пасажирського транспорту називають мережевою поїзdkою.

Таким чином, мережева поїздка може бути простою або складною. Складні мережеві поїздки відрізняються від простих кількістю пересадок, в тому числі наявністю пересадок із одного транспортного засобу в інший у пересадочних вузлах.

Важливо відмітити, що розуміння різниці між маршрутною і мережевою поїздкою має важливе значення в транспортних розрахунках і необхідно для правильного визначення об'ємів пасажирських перевезень.

Основними характеристиками пересування є довжина, швидкість сполучення і витрати часу на пересування. Витрати часу на пересування визначаються за формулою:

$$t_0 = l_0 / V_c \quad (2)$$

Складовими витрат часу на пересування в більшості випадків (див. рис.1 б) є  $t'_{niu}$  - на пішохідний підхід від дверей пункту відправлення до зупиночного пункту міського пасажирського транспорту,  $t_{оч}$  - очікування транспортна на зупиночному пункті,  $t_{mp}$  - рух в транспорті і  $t''_{niu}$  - пішохідний підхід від зупиночного пункту міського пасажирського транспорту до дверей пункту призначення. Витрати часу  $t'_{niu}$  і  $t''_{niu}$  зазвичай враховують середньою величиною  $2t_{niu} = (t'_{niu} + t''_{niu})$ .

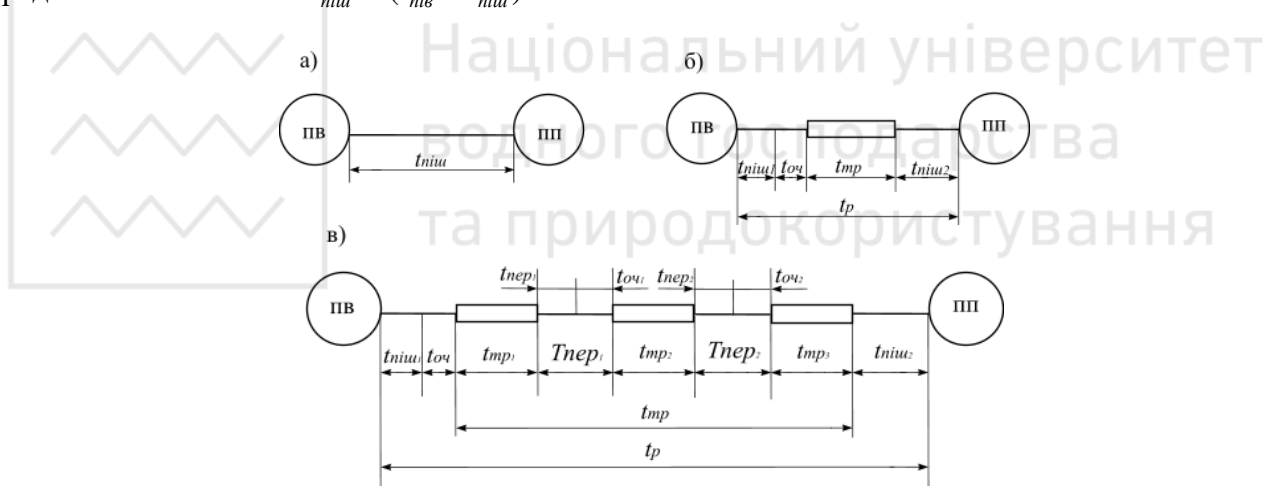


Рис. 1. Схеми простих і складних пересувань

Таким чином, витрати часу на пересування складають:

$$t_{nep} = 2t_{niu} + t_{оч} + t_{mp} \quad (3)$$

Транспортні пересування починаються і закінчуються на зупиночних пунктах міського пасажирського транспорту. Зона пішохідної доступності зупиночного пункту оцінюється прийнятним максимально допустимим часом підходу до зупиночного пункту  $t_{n.д.макс}$  або відстанню  $l_{n.д.макс}$ , яку проходить пішохід за цей час.

Якщо доступність деякої точки  $t_{n.д.} < t_{n.д.макс}$ , то вона лежить в зоні пішохідної доступності зупиночного пункту, якщо ж  $t_{n.д.} > t_{n.д.макс}$ , то вона лежить не в цій зоні. Конфігурація зони пішохідної доступності зупиночних пунктів являє собою коло радіуса  $R_{n.д.макс}$  з центром в зупиночному пункті. При довжині перегону  $l_n > 2R_{n.д.макс}$  зони впливу сусідніх зупиночних пунктів не перекриваються. Якщо точки початку пересування до зупиночного пункту розміщені всередині його зони пішохідної доступності щільно, то і середній радіус можна визначити радіусом інерції.

$$R_{n.д.ср.} = (2/3)R_{n.д.макс} \quad (4)$$

Витрати часу на маршрутну поїздку визначаються її довжиною  $l_{м.п.}$  і швидкістю сполучення  $V_c$  того ж виду міського пасажирського транспорту, на якому вона здійснюється.

$$t_{м.п.} = l_{м.п.} / V_c \quad (5)$$

Витрати часу  $T_{пер}$ , пов'язані з пересадками в мережевих поїздках складаються з витрат часу  $t_{пер}$  на пішохідне переміщення між зупиночними пунктами кінця попередньої і початку наступної маршрутної поїздки і  $t_{оч}$  на очікування транспортного засобу певного напрямку.

$$T_{пер} = t_{пер} + t_{оч} \quad (6)$$

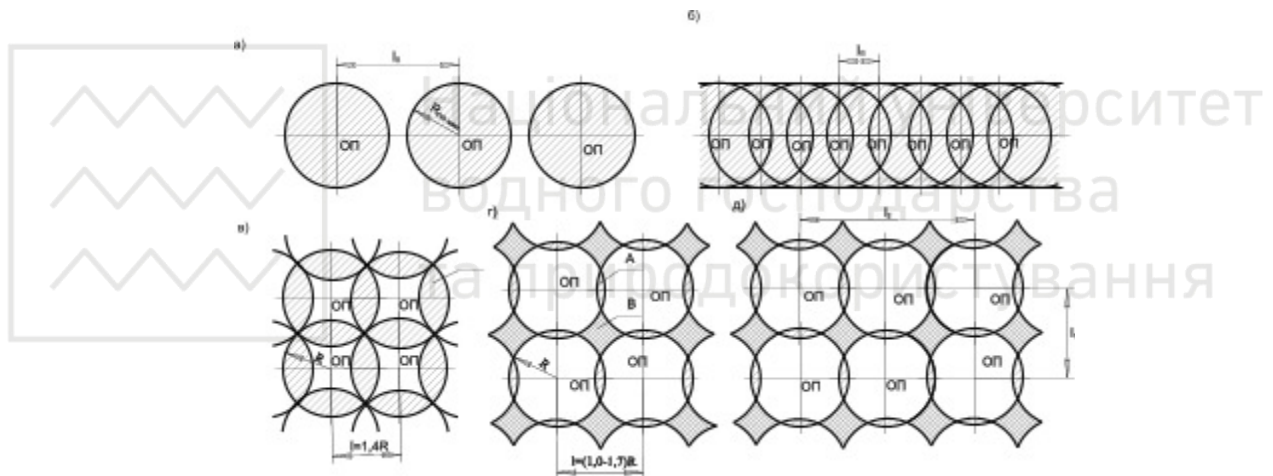


Рис. 2. Моделі формування зон пішохідної доступності зупиночних пунктів транспортних ліній

Коефіцієнт пересадок розраховується:

$$K_{пер} = A_m / A_c \quad (7)$$

де:  $A_m$  - загальна кількість маршрутних поїздок;  $A_c$  - загальна кількість мережевих поїздок.

Суб'єкт переміщення вибирає той спосіб переміщення, при якому втрати енергії нижче [1 - 4]. При переміщенні втрати енергії і ресурсів на її відновлення складають:

$$Z_{ij} = T_i \cdot V_i + \frac{C_i}{D_{душ}^j}, \quad (8)$$

де  $Z_{ij}$  - втрати енергії  $j$ -м суб'єктом при  $i$ -му способі переміщення;

$T_i$  - затрати часу при  $i$ -му способі переміщення;

$C_i$  - вартість  $i$ -го способу переміщення;

$V_i$  - швидкість втрати енергії при  $i$ -му способі переміщення;

$D_{душ}^j$  - доход, в перерахунку на одного  $j$ -го суб'єкта переміщення.

Інтенсивності витрат у різних способах переміщення і структурних складових часу не однакові. Звичайно, найгірше суб'єктом переміщення сприймається час чекання. Крім того, саме пересування у транспортному засобі також має різний ступінь зменшення енергії. Оскільки суб'єкт переміщення не має можливості вимірювати абсолютні значення енергетичних витрат, він їх порівнює суб'єктивно, на основі власних психологічних оцінок. Ці ж оцінки є коефіцієнтами перерахування витрат часу в енергетичні витрати.

Таким чином, суб'єктивні витрати енергії в  $i$ -му способі переміщення можна визначити як:

$$Z_{Ei} = T_{оч} \cdot P_{оч} + T_{пер} \cdot P_{пер} + \frac{C_i}{D_{душ}^j}, \quad (9)$$

де  $T_{оч}$  – час очікування;  $T_{пер}$  – час переміщення;  $P_{оч}$  – психологічна оцінка витрат часу на очікування;  $P_{пер}$  – психологічна оцінка витрат часу в переміщенні;

Витрати, що виникли безпосередньо у процесі переміщення психологічно сильніше впливають на вибір, ніж витрати, не адресовані на конкретне переміщення.

Частина постійних витрат не залежить від факту переміщення. Тимчасові витрати розглядаються з погляду “втраченої вигоди”. З психологічної точки зору ці витрати можуть впливати на рішення про вибір, підштовхуючи суб'єкта переміщення “виправдати” понесені витрати підвищеною експлуатацією автомобіля.

Різноманіття мікроситуацій може бути відзначене калібрувальним коефіцієнтом, що враховує психологічне сприйняття фіксованих витрат при ухваленні рішення. Тоді остаточно критерій вибору способу переміщення набуває вигляду

$$K_{ij} = T_{оч} \cdot P_{оч} + T_{пер} \cdot P_{пер} + \frac{C_1^i + C_2^i \cdot P_{на} + C_3^i \cdot P_{фік}}{D_{душ}^j}, \quad (10)$$

де  $K_{ij}$  - критерій вибору  $i$ -го способу пересування  $j$ -м суб'єктом, год;

$C_1^i$  - безпосередні витрати в  $i$ -му переміщенні, грн;

$C_2^i$  - минулі або майбутні витрати в  $i$ -му переміщенні, грн;

$C_3^i$  - фіксовані витрати, приведені до одного переміщення, грн;

$P_{на}$  - коефіцієнт психологічного сприйняття не адресних витрат;

$P_{фік}$  - коефіцієнт психологічного сприйняття фіксованих витрат.

Розмірність величини приймається в одиницях виміру витрат в одиницю виміру часу. Коефіцієнти  $P_{оч}$ ,  $P_{пер}$ ,  $P_{на}$  і  $P_{фік}$  визначаються при калібруванні моделі.

Таким чином, входження в критерій витрат часу і витрат можна подати у вигляді рис. 3. При цьому передбачається, що населення вибирає той спосіб переміщення, для якого величина критерію нижче. Це твердження може порушуватися в окремих випадках переміщення, але в цілому по всій сукупності пасажирських кореспонденцій у стаціонарному стані вказаний критерій є умовою мінімізації енергії системи.



Рис. 3. Схема формування критерію вибору способу переміщення

Таким чином, в умовах зростання транспортної рухомості населення, ринок транспортних послуг вимагає чіткої сегментації з метою забезпечення врахування інтересів суб'єктів перевізного процесу, комфортності й безпеки пересування шляхом оптимізації структури й кількості транспортних засобів які обслуговують маршрутну мережу, на основі вивчення провізних можливостей маршрутів.

1. Ефремов И.С., Кобозев В.М., Юдин В.А. Теория городских пассажирских перевозок. – М: Высш. школа, 1980. – 534 с.
2. Кристопчук М.Є. Соціально-економічна ефективність пасажирської транспортної системи приміського сполучення: Монографія. – Рівне: НУВГП, 2012. – 158 с. Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/1645/1/%D0%9A%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BF%D1%87%D1%83%D0%BA%20%D0%A1%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE-%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0%20zah.pdf>
3. Кристопчук М.Є. Дослідження факторів впливу на розподіл пасажирських кореспонденцій по маршрутній мережі // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. Луцький національний технічний університет – Вип. 45. – Луцьк: ЛНТУ, 2014. – С. 317-323.
4. Корецька С.О. Управління розвитком стратегічного потенціалу автомобільного транспорту регіонів України: Монографія / С.О. Корецька, Р.Р. Ларіна, М.Є. Кристопчук, В.А. Познаховський та ін. - Рівне: НУВГП, 2014. - 256 с. Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/2224/1/737100%20zah.pdf>

УДК 656.072

## ДОСЛІДЖЕННЯ СКЛАДУ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ НА БАГАТОСМУГОВИХ ВУЛИЦЯХ

INVESTIGATION OF TRAFFIC FLOW COMPOSITION ON MULTILANE STREETS

**Купенко Юрій, Артимович Павло, Плесак Михайло**

*Національний університет «Львівська політехніка»,  
вул. Степана Бандери, 12, м. Львів, 79013*

*From the results of field research it is determined the distribution of traffic intensity and composition by lanes on city arterial streets. Analysis of factors that justify the allocation of lanes for separate types of vehicles depending from the location of city arterial street section relatively city center and the configuration of its road network is carried out.*

Рівень завантаження проїзної частини на різних територіях міста є неоднаковим. Це зумовлено цілим рядом чинників, зокрема: конфігурацією та геометричними параметрами вулично-дорожньої мережі (ВДМ); функціональним призначенням території; розміщенням загальноміських центрів притягання населення; густиною та рівномірністю розселення мешканців територією міста; рівнем розвитку транспортної інфраструктури тощо. З точки зору пасажирських перевезень важливим завданням є забезпечення швидких, комфортних та безпечних переміщень людей територією міста. При цьому, необхідно досягти відповідного рівня розвитку маршрутної мережі, взаємозв'язку між різними видами міського громадського транспорту (МГТ) та зручності сполучення між транспортними районами. Досить часто це є проблемою, оскільки пов'язано із відсутністю можливостей виділити та облаштувати для МГТ окремі смуги руху, а то й цілі вулиці. Для цього необхідне відповідне обґрунтування. Існуюче нормативне забезпечення, яке діє у сфері організації міських пасажирських перевезень, не дає чітких критеріїв, які б містили однозначний і вичерпний перелік показників, за якими можна стверджувати про доцільність таких рішень. У вітчизняній науковій практиці є значна кількість напрацьованих методик щодо цієї проблематики, які ґрунтуються на визначенні функцій розселення мешканців, найкоротших відстаней переміщення, управління пасажирськими та транспортними потоками (ТП), оптимальних маршрутних мереж для різних (за розмірами) міст тощо.

У цій роботі розглянуто аналіз результатів натурних досліджень, проведених на магістральній ВДМ міста Львова. Виходячи із специфіки конфігурації цієї мережі, об'єктами дослідження обрано радіальні багатосмугові магістральні вулиці регульованого руху загальноміського значення з 2х2 смугами руху. Завданням дослідження є визначення розподілу ТП по смугах, виходячи із показників інтенсивності, швидкості та складу руху. За результатами дослідження встановлено, що у міру наближення до центру міста частка вантажного транспорту у потоці зменшується з 7–11% на периферії до 1–2% з наближенням до центру. Така тенденція є зрозумілою і пов'язана із загальними особливостями організації вантажного руху у містах. Протилежним є тренд зміни частки МГТ у потоці, який від периферії до центру змінюється з 2–3% до 19–24% із зміщенням до крайньої правої смуги. Відповідно відбувається падіння середніх миттєвих швидкостей з 43 км/год до 18 км/год. Метою подальших досліджень є визначення критеріїв, що ґрунтуються на показниках руху, які б дали можливість встановити межі ділянок радіальних магістралей міст, на яких: МГТ доцільно пропускати у загальній структурі ТП; облаштовувати виділені смуги; облаштовувати окремі вулиці.

УДК 656.135

## ФОРМУВАННЯ МІЖНАРОДНИХ ТРАНСПОРТНИХ КОРИДОРІВ В УКРАЇНІ

FORMATION OF INTERNATIONAL TRANSPORT CORRIDORS IN UKRAINE

Линник Ірина, Безносюк Роман

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова  
вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002*

*The analysis of international transport corridors passing through the territory of Ukraine. The participation of Ukraine in the formation of international transport corridors has been determined. The reasons for the low level of international transit through Ukrainian territory are analyzed. The main problems of low competitiveness of international transport corridors passing through the territory of Ukraine are identified.*

Проблеми розвитку стратегічного планування і прогнозування міст стали предметом пильного дослідження вчених багатьох країн світу, незалежно від політичної системи, розмірів території, чисельності населення тощо [1–4].

Сприятливе географічне розташування України в центрі євразійських транспортних систем зумовлює її становлення і розвиток як потужного європейської транзитної держави. Підтвердженням цього є той факт, що існуюча система Пан-європейських транспортних коридорів охоплює значну частину території України, яка включає Західний, Придніпровський і Приморський регіони.

Створення транспортних коридорів та входження їх до міжнародної транспортної системи визнано пріоритетним загальнодержавним напрямом розвитку транспортно-дорожнього комплексу України.

Україна веде активну політику підтримки європейських ініціатив щодо створення міжнародних транспортних коридорів (МТК), пропонує свої варіанти коридорів Європейському співтовариству.

Постановою Кабінету Міністрів України від 16 грудня 1996 р. затверджено перелік автомобільних транспортних коридорів України, які включені до МТК [5] і які пропонується включити як доповнення [6] (табл. 1).

Таблиця 1

Національна мережа міжнародних автомобільних транспортних коридорів України [2–4, 6]

Назва міжнародного транспортного коридору	Маршрут
Пан-європейський транспортний коридор № 3 (Критський № 3)	Краківець – Львів – Рівне – Житомир – Київ
Пан-європейський транспортний коридор № 5 (Критський № 5)	Чоп/Ужгород – Стрий – Львів
відгалуження 5a	Сторожниця – Ужгород – Мукачеве
відгалуження 5b	Косини-Мукачеве
Пан-європейський транспортний коридор № 9 (Критський № 9)	Нові Фроловичі – Чернігів – Кіпті – Київ – Любашівка – Платонове
відгалуження 9a	Любашівка – Одеса/Чорноморськ
відгалуження 9c	Бачівськ – Кіпті
Європа - Кавказ - Азія (TRACECA) Європа-Азія	Краківець – Львів – Рівне – Житомир – Київ – Полтава – Харків – Дебальцеве – Ізварине
Гданськ-Одеса (Балтійське море-Чорне море)	Ягодин – Ковель – Луцьк – Тернопіль – Хмельницький – Вінниця – Умань – Одеса/Чорноморськ
ЧЕС	Рені – Ізмаїл – Одеса – Миколаїв – Херсон – Мелітополь – Бердянськ – Маріуполь – Новоазовськ
Євразійський	Одеса – Миколаїв – Херсон – Джанкой – Керч



Міжнародні транспортні коридори, які перетинають Україну, сходяться в найкрупніших транспортних вузлах — Львівському, Київському й Одеському. Аналіз розташування обласних центрів України на головних магістралях міжнародних транспортних коридорів свідчить, що:

- 1) найкраще розташування на головних магістралях має Одеса: саме у цьому великому транспортному вузлі поєднуються три міжнародні магістралі (коридор № 9, Балтика – Чорне море та коридор ЧЕС);
- 2) у Києві роеднуються коридор № 9 з відгалуженням на Мінськ та коридор № 3;
- 3) у Львові збігаються коридори № 3 та № 5, а крізь Ужгород проходить коридор № 5;
- 4) окрім цього на важливій магістралі ЧЕС розташовані Донецьк, Дніпро, Одеса (а також Дунайські порти Рені та Ізмаїл).

Через територію України рухаються вантажопотоки між країнами Південно-Східної, Середньої Азії, Китаєм та країнами Європи.

На сучасному етапі розвиток міжнародного транзиту в Україні має виключно важливе значення. Доходи від нього досягають 2,3 млрд дол. США на рік, або 13 % всього експорту [7]. Кожна тонна транзиту вантажів через Україну дає 8–9 доларів валютних надходжень.

На транспорті загального користування обсяги транзитних перевезень вантажів (2016 р.) становили 35 млн тонн, з них залізничним транспортом 33,2 млн тонн або 95 %, автотранспортом 1,6 млн тонн, річковим та повітряним — близько 0,2 млн тонн.

Майже 95 % транзитних потоків проходить Україною через залізничні переходи. В основному це експортні вантажі з Росії, Білорусі, Казахстану (залізна руда, кам'яне вугілля, нафтопродукти), що направляються у Словаччину, Угорщину, Австрію, Чехію, Румунію, а також через порти в інші країни світу [7].

Автомобільні транзитні перевезення переважно здійснюються автомагістралями, що проходять напрямками: захід України – Росія, Білорусь; морські порти України – Ростов, Кавказ, Молдова – Росія та інші. До номенклатури вантажів, що перевозяться, входять продукти харчування, одяг, взуття, меблі, фармацевтична продукція, контейнерні вантажі, в тому числі й ті, що переробляються в морських портах.

Вигідне географічне положення України на шляху основних транзитних потоків між Європою та Азією, наявність морських чорноморських портів створює всі необхідні передумови для оптимізації перевезень, а також залучення значних обсягів транзитних вантажів та пропуску їх найкоротшими напрямками [7].

В Україні – транзитній державі – не повною мірою використовуються потенційні можливості, – лише на 70 %. МТК, які проходять через територію України, не відповідають міжнародним вимогам. Україна, маючи технічні можливості для залучення додаткових обсягів транзитних вантажопотоків, може рівномірно використовувати існуючі резерви за видами транспорту.

За результатами досліджень англійського інституту «Рендел» щодо коефіцієнту транзитності Україна займає перше місце в Європі, але ступінь використання транспортної інфраструктури України ще досить низький. Польща, яка має менші територіальні можливості, отримує щорічно майже 4 млрд дол. прибутку від транспортних перевезень. У нас цей показник значно нижчий. Проблема полягає у відсутності транспортних магістралей, що відповідають вимогам світових стандартів.

Згідно з Концепцією розвитку транспортно-дорожнього комплексу (ТДК) України до 2020 року [8] передбачено активізацію процесів інтеграції до європейської та світової транспортних систем. Але транспортна система України не повною мірою готова до забезпечення перевезень у зростаючих обсягах. Унаслідок недостатнього розвитку нормативно-правової бази і низького інвестиційного потенціалу ТДК збільшується зношення технічних засобів, погіршується їхня структура, не забезпечується належна безпека руху, зростає негативний вплив діяльності транспорту на природу. Усе це в умовах жорсткої конкуренції призводить до витіснення українських перевізників з міжнародних ринків



УДК 656.078.111

## ФОРМУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ТА ПАСАЖИРСЬКИХ ПОТОКІВ У МІСТАХ: ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ПОТОКІВ ЗОВНІШНЬОГО ТРАНСПОРТУ

FORMATION TRANSPORT AND PASSENGER FLOWS CITIES: CHARACTERISTICS FLOW IMPACT EXTERNAL TRANSPORT

Пашкевич Світлана

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

*The analysis of the results of research on the influence parameters of the placement of transport infrastructure objects, in particular bus stations and transport and transfer points in the city plan, on the spatial development of the city, depending on the planning features of the transport network. It is established that the parameters of the functioning of bus stations and their influence on the formation of traffic flows and the distribution of passenger correspondence on the city's route network.*

В умовах постійно зростаючої мобільності населення, безперервного розвитку взаємозв'язків між містом та іншими населеними пунктами підвищуються вимоги до транспортної інфраструктури, взаємодії її елементів у транспортних вузлах. Важливими елементами транспортної інфраструктури міста є вокзали. Від раціонального розміщення об'єктів транспортної інфраструктури у містах багато в чому залежать ефективність використання різних видів транспорту, рівень транспортного обслуговування населення, просторовий розвиток міста та комфортність міського середовища.

Автори [1-3] терміном «транспортна інфраструктура» описують підсистему, без якої неможливе функціонування будь-якого міста, у зв'язку з цим саме місто розглядається як високоефективна, організована система руху, яка раціонально взаємозв'язує простір і процеси, які впливають на соціальну діяльність мешканців міст. У роботах [2-5] до об'єктів транспортної інфраструктури відносять як саму вулично-дорожню мережу і маршрути транспорту на ній, так і рухомий склад і об'єкти обслуговування і сервісу, а також технічні засоби організації руху. Таким чином, об'єкти транспортної інфраструктури класифікують за такими групами [2,3]: вулично-дорожня мережа; зовнішній транспорт та транспортно-пересадочні вузли; маршрутна мережа міського пасажирського транспорту, зупинки, рухомий склад; обслуговуючі об'єкти; об'єкти автосервісу; транспортні розв'язки і пішохідні переходи; технічні засоби регулювання дорожнім рухом.

Місце транспортно-пересадочного вузла (наприклад вокзалу) у транспортній інфраструктурі визначає його транспортну роботу, тобто, організацію взаємодії внутрішніх і приміських зв'язків, міського та міжміського сполучення. В ієрархічній структурі елементів міста значення транспортно-пересадочних вузлів визначається масштабами зон їх впливу (міжміські, загальноміські або районні) і, відповідно, доступністю вузла, його транспортною і функціональною структурою. Таким чином, мережа транспортно-пересадочних вузлів є основним конструктивним елементом просторово-планувальної організації міста. Транспортно-пересадочні вузли у складі мережі концентрують в собі інформацію про кількість, потужність, розподіл пасажиропотоків по мережі. Конфігурація і структура мережі впливає на функціонально-планувальну організацію окремого вузла, визначає його раціональне розташування у місті.

Одним із шляхів скорочення витрат часу населенням міст, що на даний час вважається основним критерієм ефективності функціонування міських пасажирських транспортних систем, удосконалення транспортно-планувальної організації пересадочних вузлів, які є



елементом транспортної мережі міста і багато в чому визначають її належне функціонування. Дослідженням пересадочних вузлів займається багато авторів. В роботі авторів [2,3] систематизована класифікація транспортно-пересадочних вузлів та їх значення у функціонуванні міського транспортного комплексу, а в роботі [5] наведено результати досліджень раціонального розташування автобусних транспортно-пересадочних вузлів у містах. Однак, для переважної більшості міст, система управління транспортним комплексом є недосконалою, що дає підстави стверджувати про наявність резервів та гостру необхідність щодо її удосконалення. Ця система перебуває у стадії реорганізації і не відповідає сучасним вимогам управління багатокомпонентними інфраструктурними об'єктами, що є складовими загальної соціально-економічної та транспортної інфраструктури.

При розташуванні вокзалу в місті необхідно враховувати сукупність інфраструктурних об'єктів у пунктах примикання або перетинання відповідних магістралей різних видів зовнішнього транспорту (залізничного, автомобільного), а також міського пасажирського транспорту, які спільно виконують операції по освоєнню транзитних, далеких, місцевих, приміських та міських перевезеннях пасажирів.

На розміщення транспортно-пересадочних вузлів на плані великого міста з переростанням їх в суспільно-транспортні центри багато в чому впливає розташування вокзалів різних видів зовнішнього транспорту (залізничного, морського, річкового, автомобільного і повітряного), що є також найважливішими міськими пересадочними вузлами.

Відсутність потенційних можливостей зміни характеристик вулично-дорожньої мережі чи умов організації руху по ній при зростаючих транспортних навантаженнях стримує, насамперед, темпи економічного розвитку міста. В цьому контексті, важливими стають процеси виявлення проблемних ділянок вулично-дорожньої мережі та пошуку можливих резервів для забезпечення адекватності роботи елементів транспортної інфраструктури.

Для розвантаження найбільш напружених ділянок транспортної мережі вкрай необхідне залучення автобусів великої і особливо великої місткості. Одним із шляхів виходу із цієї ситуації є формування раціональної маршрутної системи міста. Під час формування раціональної маршрутної системи міста мають бути враховані наступні вимоги: міські маршрути повинні зв'язувати найкоротшим шляхом пасажиро-утворюючі пункти міста, промислові підприємства, вокзали, ринки, центр міста тощо; кількість маршрутів має відповідати потребі пасажирів у безпересадочних сполученнях; рівномірна завантаженість маршрутів по всій довжині; скоординованість міських маршрутів з приміським сполученням.

Врахування названих вимог щодо раціоналізації маршрутної системи дозволить: шляхом раціонального розподілу транспортних засобів між маршрутами розосередити їх за основними пасажироутворюючими напрямками; ліквідувати ділянки транспортної системи, які дублюються автобусами, тролейбусами; підвищити середній коефіцієнт використання місткості з дотриманням належного рівня комфортності.

Аналіз попиту на перевезення доцільно здійснювати згідно з класичною чотирьох-етапною схемою. Традиційний підхід до визначення місць концентрації поїздок полягає у використанні "синтетичних" моделей. Однією з найбільш широко використовуваних є гравітаційна модель, заснована на фізичному законі. Гравітаційна модель ґрунтується на твердженні, що величина потоків, як значення функції, зменшується при збільшенні відстані між зонами транспортного обслуговування. При цьому розглядається гіпотеза про те, що поїздки між зонами  $i$  та  $j$  – це функція двох змінних: поїздок, які утворюються в зоні  $i$ , та відносної привабливості або доступності зони  $j$  по відношенню до всіх зон [4].

В загальному випадку, задаються обсяги генерування поїздок  $T_i$ , отже об'єм кореспонденцій  $T_{ij}$  для фіксованої зони  $i$  повинен бути рівним  $T_i$ , тобто відповідати обмеженню:

$$T_i = \sum_j T_{ij}, \quad \forall i, j. \quad (1)$$

В такому випадку гравітаційна модель набуває вигляду:

$$T_{ij} = T_i \frac{X_j^\alpha f(t_{ij})}{\sum_{j=1}^J X_j^\alpha f(t_{ij})}, \quad \forall i, j, \quad (2)$$

де  $X_j^\alpha$  - певний вимір рівня привабливості зони призначення  $j$ ;

$f(t_{ij})$  - функція відстані або узагальненої вартості пересування  $s_{ij}$  між зоною походження  $i$  та призначення  $j$ , що може бути задана деякими альтернативними формами.

Для практичного рішення задач транспортного планування більш перспективним є підхід „модельовання поведінкового попиту”, який виступає альтернативою ентропійного підходу і базується на понятті функції привабливості (корисності).

Після встановлення величини пасажиропотоків у транспортній системі особливої ваги набуває оптиміальне планування мереж, покращення організації руху, оптимізація системи маршрутів громадського транспорту, що є основою побудови математичних моделей для визначення і прогнозування параметрів функціонування транспортної мережі, таких як інтенсивність руху на елементах мережі, обсяг перевезень громадського транспорту, середні швидкості руху, затримки та втрати часу тощо, тобто для побудови прогнозних моделей.

Прогнозні моделі призначені для вирішення задач при відомих геометрії та характеристиках транспортної мережі, а також розміщення поточотвірних об'єктів. Необхідно дати прогноз завантаження транспортної мережі, що буде містити в собі деякі усереднені характеристики руху, такі як обсяг міжрайонних кореспонденцій, інтенсивність потоку, розподіл автомобілів і пасажирів по шляхах руху та ін. Такі моделі дозволяють прогнозувати наслідки змін у транспортній мережі або в розміщенні об'єктів транспортної інфраструктури.

Завантаження транспортної мережі визначається кількістю транспортних засобів, які використовують для руху кожен елемент мережі. Моделювання завантаження полягає в розподілі міжрайонних кореспонденцій за конкретними шляхами, що з'єднують пари районів. Вихідними даними виступає набір матриць кореспонденцій, що відносяться до переміщень різних видів або різних класів користувачів.

Відомі два підходи до моделювання розподілу транспортних потоків: нормативний та дескриптивний. У нормативних моделях розподіл транспортних потоків здійснюється на основі оптимізації деякого глобального критерію, що характеризує ефективність роботи всієї мережі. В основу дескриптивного підходу покладено принцип, відповідно до якого кожен учасник прагне мінімізувати власні витрати. У результаті задача прогнозування транспортних потоків може розглядатися як окремий випадок пошуку рівноваги за Нешем в грі  $n$  осіб. Формально ця поведінка описується у вигляді принципів Вардропа: усі шляхи, які з'єднують райони  $p$  і  $q$ , що використовуються для руху представниками кореспонденції  $F_{pq}$ , мають однакову вартість; ціна будь-якого шляху між районами  $p$  і  $q$ , що не використовується для руху, перевищує ціну використовуваних шляхів.

Слід зазначити, що вибір шляху деякими користувачами збільшує завантаження елементів мережі, які входять у даний шлях. У результаті відбувається збільшення узагальненої ціни цих елементів, це, у свою чергу впливає на оцінку і вибір шляху іншими користувачами. Таким чином, вибір, здійснений одними учасниками руху, побічно впливає на вибір, виконаний іншими.

Найбільш ефективною моделлю, що повною мірою враховує фактор взаємного впливу користувачів, є модель, заснована на пошуку рівноважного розподілу, один з варіантів якої має вигляд задачі, що розглядається для розподілу користувачів одного класу. Вводимо такі позначення:  $I$  – множина вузлів мережі;  $V$  – множина дуг мережі;  $V_i^+$  – множина дуг, що входять у вузол  $i \in I$ ;  $V_i^-$  – множина дуг, що виходять з вузла  $i \in I$ ;  $P$  – множина джерел;  $Q$  – множина стоків;  $u_{ij}$  – сумарний потік по дузі  $(i, j) \in V$ ,  $u_{ij}^{pq}$  – потік по дузі  $(i, j) \in V$  представників кореспонденції  $pq$ ;  $u_{(ij)1(ij)2}^{pq}$  – потік на поворот із дуги  $(ij)1 \in V$  на дугу  $(ij)2 \in V$

представників кореспонденції  $pq$ ;  $F_{pq}$  – величина кореспонденції  $pq$ . Сумарні потоки на дугах пов'язані з потоками представників окремих кореспонденцій:

$$u_{ij} = \sum_{p \in P, q \in Q} u_{ij}^{pq}, \quad (i, j) \in V. \quad (3)$$

Допустиме рішення виражає „закон збереження” користувачів у мережі:

$$\left. \begin{aligned} u_{(ij)1}^{pq} &= \sum_{(i,j)1 \in V_i^+} u_{(ij)1(ij)2}^{pq}, \quad (i, j)1 \in V_i^-; \\ u_{(ij)2}^{pq} &= \sum_{(i,j)2 \in V_i^+} u_{(ij)1(ij)2}^{pq}, \quad (i, j)2 \in V_i^-; \end{aligned} \right\} \forall i \in I, (p, q) \in (P \times Q). \quad (4)$$

Баланс за величинами кореспонденцій для джерел і стоків:

$$F_{pq} = \sum_{(p,j) \in V_p^+} u_{pj}^{pq} = \sum_{(i,q) \in V_q^-} u_{iq}^{pq}, \quad p \in P, q \in Q. \quad (5)$$

Цінова функція  $c_{ij}(u)$  виражає вартість проходження сумарним потоком  $u$  дуги  $(i, j) \in V$ . За ціновою функцією будемо інтегральну цінову функцію:

$$C_{ij}(u) = \int_0^u c_{ij}(v) dv, \quad (i, j) \in V. \quad (6)$$

Таким чином, у прийнятих позначеннях модель рівноважного розподілу формулюється у вигляді задачі оптимізації:

$$f(u) = \min \sum_{(i,j) \in V} C_{ij}(u) \quad (7)$$

при обмеженнях (3) – (5). Отже, модель (7) при обмеженнях (3)-(5) можна використовувати для розподілу потоків по мережі, а гравітаційну – для розподілу пасажирських кореспонденцій між взаємодіючими інфраструктурними об'єктами.

Відсутність потенційних можливостей зміни характеристик вулично-дорожньої мережі чи умов організації руху по ній при зростаючих транспортних навантаженнях стримує, насамперед, темпи економічного розвитку міста. В цьому контексті, важливими стають процеси виявлення проблемних ділянок вулично-дорожньої мережі та пошуку можливих резервів для забезпечення адекватності роботи елементів транспортної інфраструктури.

Організація пересадочних вузлів на периферійних територіях потребує внесення змін в діючу маршрутну мережу міського пасажирського транспорту, що пов'язано з перерозподілом пасажиропотоків та організацією потужних районів тяжіння пасажирів. Однак, при виборі місць розташування об'єктів транспортної інфраструктури, які забезпечують взаємодію транспортних потоків індивідуального, громадського пасажирського транспорту та перерозподілу пасажирських кореспонденцій у транспортно-пересадочних вузлах, слід розглядати комплексні моделі, з можливістю оптимізації деякого глобального критерію, що характеризує ефективність роботи всієї мережі.

1. Горбачев П.Ф. Рациональное размещение транспортно-пересадочных узлов в городах / П.Ф. Горбачев, В.Ф. Далека, И.Г. Гузенков // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Вип. 4 (52) – Харьков: Технологический Центр, 2011. – С. 4 - 6.

2. Пашкевич С.М. Аналіз параметрів функціонування об'єктів транспортної інфраструктури на формування транспортних та пасажирських потоків у містах / С.М. Пашкевич, М.Є. Кристопчук // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті : науковий журнал / Луцький НТУ. – Луцьк, 2018. – № 1(10). – С. 66-72..

3. Кристопчук М. Є. Вплив місць розташування об'єктів транспортної інфраструктури на просторовий розвиток міста / М.Є. Кристопчук // Вісник Національного університету «Львівська політехніка», Львів: зб. наук. пр. / Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2017. – Вип. 866, серія : Динаміка, міцність та проектування машин і приладів. – С. 166-171.

4. Кристопчук М. Є. Соціально-економічна ефективність пасажирської транспортної системи приміського сполучення : монографія / М. Є. Кристопчук. – Рівне : НУВГП, 2012. – 158 с.

5. Saka A. A. Model for determining optimum bus-stop spacing in urban areas. Journal of Transportation Engineering, n. 127 (3), pp. 195–199, USA, 2001.

УДК 656.078

## ТРАНСПОРТНІ ПОТОКИ У МІСТАХ: ФОРМУВАННЯ ТА РОЗПОДІЛ (НА ПРИКЛАДІ МІСТА РІВНЕ)

TRANSPORT FLOWS IN CITIES: FORMATION AND DISTRIBUTION (AT THE  
EXAMPLE OF THE CITY RIVNE)

Почужевський Олег<sup>1</sup>, Komada Pavel<sup>2</sup>, Drozdziel Pawel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ДВНЗ "Криворізький національний університет",  
вул. Віталія Матусевича, 11, м. Кривий Ріг, 50027, Україна

<sup>2</sup>Lublin University of Technology, Nadbystrzycka Str. 38D, 20-618, Lublin, Poland

*The analysis of the results of research on the influence parameters of the placement of transport infrastructure objects, in particular bus stations and transport and transfer points in the city plan, on the spatial development of the city, depending on the planning features of the transport network. It is established that the parameters of the functioning of bus stations and their influence on the formation of traffic flows and the distribution of passenger correspondence on the city's route network.*

Важливими елементами транспортної інфраструктури міста є вокзали. Від раціонального розміщення об'єктів транспортної інфраструктури у містах багато в чому залежать ефективність використання різних видів транспорту, рівень транспортного обслуговування населення, просторовий розвиток міста та комфортність міського середовища.

Автори [1-3] терміном «транспортна інфраструктура» описують підсистему, без якої неможливе функціонування будь-якого міста, у зв'язку з цим саме місто розглядається як високоефективна, організована система руху, яка раціонально взаємозв'язує простір і процеси, які впливають на соціальну діяльність мешканців міст.

Системи міського пасажирського транспорту займають особливе місце в загальній структурі пасажирського сполучення [4]. Стійкість та безпека функціонування транспортного комплексу міста є одним з основоположних завдань при розробці стратегії просторового розвитку населеного пункту.

Місце транспортно-пересадочного вузла (наприклад вокзалу) у транспортній інфраструктурі визначає його транспортну роботу, тобто, організацію взаємодії внутрішніх і приміських зв'язків, міського та міжміського сполучення. В ієрархічній структурі елементів міста значення транспортно-пересадочних вузлів визначається масштабами зон їх впливу (міжміські, загальноміські або районні) і, відповідно, доступністю вузла, його транспортною і функціональною структурою. Мережа транспортно-пересадочних вузлів являє собою відгалуження транспортних магістралей міст, завдяки її розростанню розширюються зв'язки між центрами міст і приміськими територіями, містами-супутниками і агломераціями.

Аналіз розміщення транспортно-пересадочних вузлів [1-3,5] у містах вказує, що головні вузли знаходяться переважно поблизу загальноміського центру (і в самому центрі), а також в серединній, рідше, у периферійній зонах міста.

На розміщення транспортно-пересадочних вузлів на плані великого міста з переростанням їх в суспільно-транспортні центри багато в чому впливає розташування вокзалів різних видів зовнішнього транспорту (залізничного, морського, річкового, автомобільного і повітряного), що є також найважливішими міськими пересадочними вузлами.

Для розвантаження найбільш напружених ділянок транспортної мережі вкрай необхідне залучення автобусів великої і особливо великої місткості. Одним із шляхів виходу із цієї ситуації є формування раціональної маршрутної системи міста. Під час формування

раціональної маршрутної системи міста [1-4] мають бути враховані наступні вимоги: міські маршрути повинні зв'язувати найкоротшим шляхом пасажироутворюючі пункти міста, промислові підприємства, вокзали, ринки, центр міста тощо; кількість маршрутів має відповідати потребі пасажирів у безпересадочних сполученнях; рівномірна завантаженість маршрутів по всій довжині; скоординованість міських маршрутів з приміським сполученням.

Завантаження транспортної мережі визначається кількістю транспортних засобів, які використовують для руху кожен елемент мережі. Моделювання завантаження полягає в розподілі міжрайонних кореспонденцій за конкретними шляхами, що з'єднують пари районів. Вихідними даними виступає набір матриць кореспонденцій, що відносяться до переміщень різних видів або різних класів користувачів.

Відомі два підходи до моделювання розподілу транспортних потоків: нормативний та дескриптивний. У нормативних моделях розподіл транспортних потоків здійснюється на основі оптимізації деякого глобального критерію, що характеризує ефективність роботи всієї мережі. Як правило це виражена в тій або іншій формі мінімізація сумарних витрат [3,5].

Сучасний рівень транспортного планування міст передбачає розробку комплексу проектно-будівельної документації, необхідної для послідовної реалізації планів розвитку транспортної системи міста з врахуванням змін в рівні територіального, промислового, культурного, освітнього та економічного розвитку підприємств та населення міст [6].

Результати формування моделі потреб у пересуваннях транспорту (див. рис. 1), дозволяють переходити до аналізу поточної ситуації у місті та розробки заходів щодо реорганізації комплексної схеми транспорту м. Рівне [6].

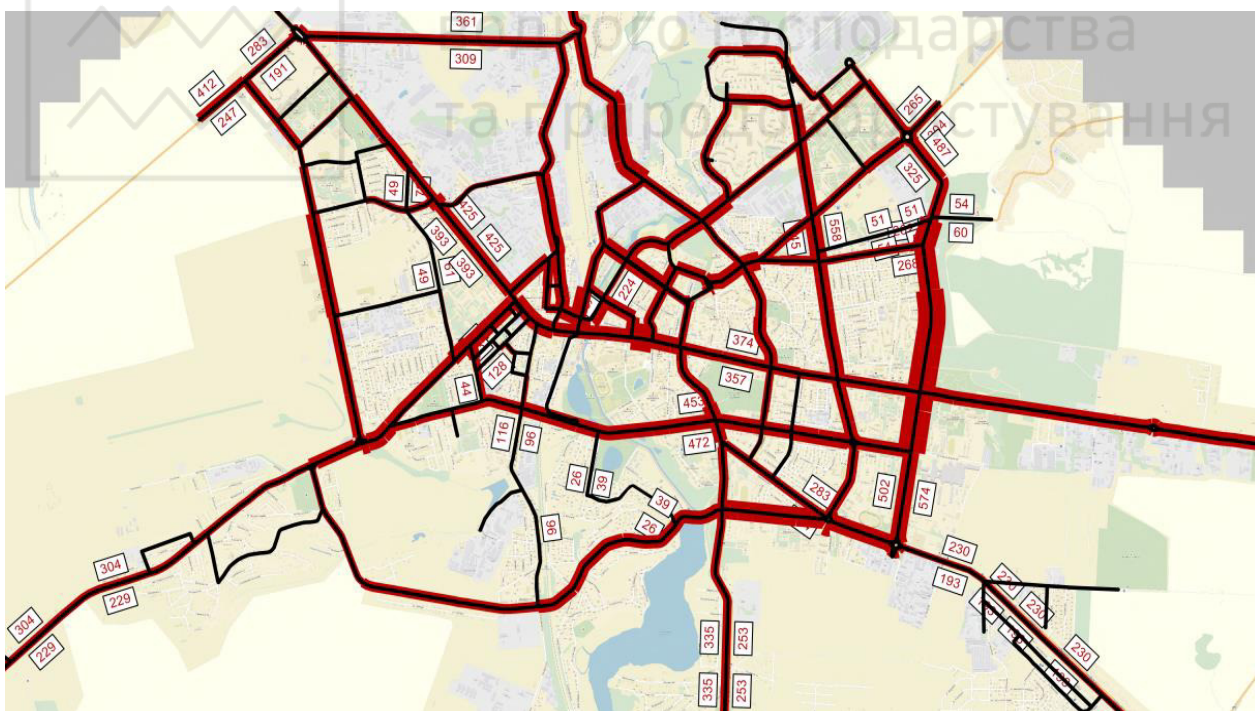


Рис. 1. Розрахункова інтенсивність транспортного потоку у приведених одиницях, од./год., [6]

Слід зазначити, що вибір шляху деякими користувачами збільшує завантаження елементів мережі, які входять у даний шлях. У результаті відбувається збільшення узагальненої ціни цих елементів, це, у свою чергу впливає на оцінку і вибір шляху іншими користувачами. Таким чином, вибір, здійснений одними учасниками руху, побічно впливає на вибір, виконаний іншими.

Місце і значення транспортно-комунікаційного вузла в функціонально-просторовій структурі міської зони супроводжується цілим рядом факторів: щільністю забудови,



чисельністю постійного населення, рівнем розвитку наземного і позавуличного транспорту, наявністю резервних територій для забудови, які визначають функціональне і об'ємно-просторове планування вузлів. Крім того, перенесення або організація пересадочних вузлів на периферійних територіях потребує внесення змін в діючу маршрутну мережу міського пасажирського транспорту, що пов'язано з перерозподілом пасажиропотоків та організацією потужних районів тяжіння пасажирів. Однак, при виборі місць розташування об'єктів транспортної інфраструктури, які забезпечують взаємодію транспортних потоків індивідуального, громадського пасажирського транспорту та перерозподілу пасажирських кореспонденцій у транспортно-пересадочних вузлах, слід розглядати комплексні моделі, з можливістю оптимізації деякого глобального критерію, що характеризує ефективність роботи всієї мережі.

1. Кристопчук М.Є. До питання розміщення міських транспортно-пересадочних вузлів / М.Є. Кристопчук, З.В. Бичко // *Комунальне господарство міст. Науково-технічний збірник – Вип. 103 Серія „Технічні науки та архітектура” Харків: ХНАМГ, 2012. – С. 374-378.*
2. Горбачев П.Ф. Рациональное размещение транспортно-пересадочных узлов в городах / П.Ф. Горбачев, В.Ф. Далека, И.Г. Гузенков // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Вип. 4 (52) – Харьков: Технологический Центр, 2011. – С. 4 - 6.*
3. Пашкевич С.М. Аналіз параметрів функціонування об'єктів транспортної інфраструктури на формування транспортних та пасажирських потоків у містах / С.М. Пашкевич, М.Є. Кристопчук // *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті : науковий журнал / Луцький НТУ. – Луцьк, 2018. – № 1(10). – С. 66-72.*
4. Пашкевич С.М. Закономірності формування потоків пасажирів в маршрутних мережах малих міст / С.М. Пашкевич, М.Є. Кристопчук // *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті : науковий журнал / Луцький НТУ. – Луцьк, 2017. – № 2(9). – С. 100-106.*
5. Кристопчук М. Є. Вплив місць розташування об'єктів транспортної інфраструктури на просторовий розвиток міста / М.Є. Кристопчук // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка», Львів: зб. наук. пр. / Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2017. – Вип. 866, серія : Динаміка, міцність та проектування машин і приладів. – С. 166-171.*
6. Розробка комплексної схеми організації дорожнього руху в місті Рівне : Звіт про НДР (Том I: дослідницька частина) / ТзОВ «Інститут Харківпроект», Харківський національний автомобільно-дорожній університет; керівник Горбачов Петро Федорович; викон. : Колій О.С., Чижик В.М., Атаманюк Г.В. [та ін.]. – Харків, 2018. – 158 с.

УДК 656.13–051:159.91

## ЕНЕРГОВИТРАТИ ВОДІЯ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ В ТРАНСПОРТНОМУ ПОТОЦІ

### ENERGY CONSUMPTION OF THE DRIVER IN THE INTERACTION IN THE TRAFFIC FLOW

Прасоленко Олексій

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова,  
вул. Марша Бажанова, 17, м. Харків, 61002*

*The energy consumption of the driver in interaction with other traffic participants is considered. The amount of energy consumed by the driver was determined by the parameters of the external breathing. To take into account the parameters of interaction of the driver in the traffic flow, the method of conflict situations was used.*

Під час пересування вулицями міста водій витрачає певну кількість енергії. Для визначення кількості витраченої енергії водія використовують параметри зовнішнього дихання. Під енерговитратами розуміють витрачену кількість ккал/хв. Автор роботи [1] вказує що кількість вдихів і видохів водія залежить від частоти серцебиття. Відповідно, кількість витраченої енергії водієм можна визначити за формулою:

$$\Delta \mathcal{E} = 0,075(C - C_o)S, \quad (1)$$

де  $\Delta \mathcal{E}$  – енергетична вартість руху водія, ккал/хв;

$C, C_o$  – частоти зовнішнього дихання водія при русі по дорозі і в фоні, цикл/хв;

$S$  – площа тіла водія, м<sup>2</sup>;

0,075 – коефіцієнт пропорційності.

Основним фактором що впливає на кількість витраченої енергії в міських умовах є взаємодія водія з факторами дорожньої обстановки. Ці фактори вимагають від водія певних дій по керуванню автомобілем: розгін, гальмування, утримання швидкості і певних реакцій при виникненні небезпеки руху.

Дослідження частоти зовнішнього дихання водія при русі по дорозі і в фоні, виконували за допомогою пневмограми рис. (1). Для реєстрації параметрів дихання використовували датчик Neulog [2].

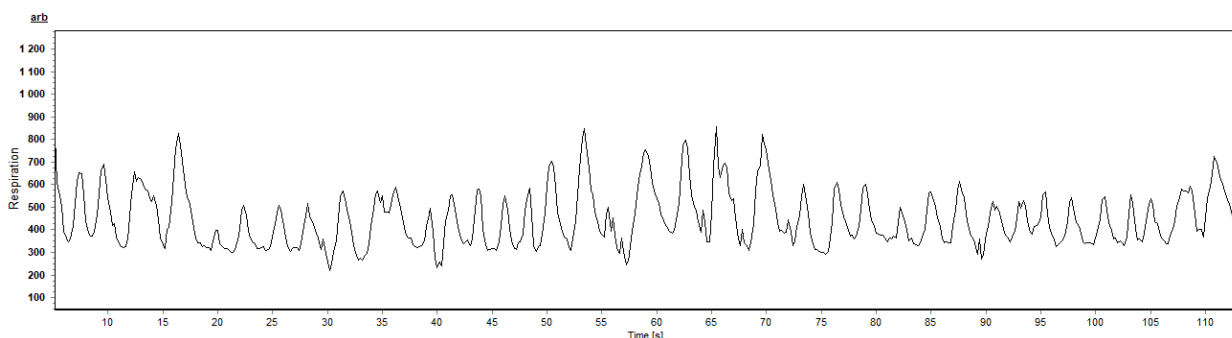


Рис.1. Приклад реєстрації частоти зовнішнього дихання водія

Для визначення впливу факторів дорожньої обстановки при взаємодії водія в транспортному потоці ми враховували параметри небезпечних гальмувань водієм під час руху. Небезпека у водія викликає стресовий стан, що відображається на збільшенні частоти дихання

водія. Небезпечними гальмуванням вважаємо ситуації під час руху, які вимагали від водія вибору вповільнення автомобіля відповідно до методу конфліктних ситуацій [3]. Для реєстрації параметрів вповільнення використовували прилад gaselogic (рис. 2), [4].

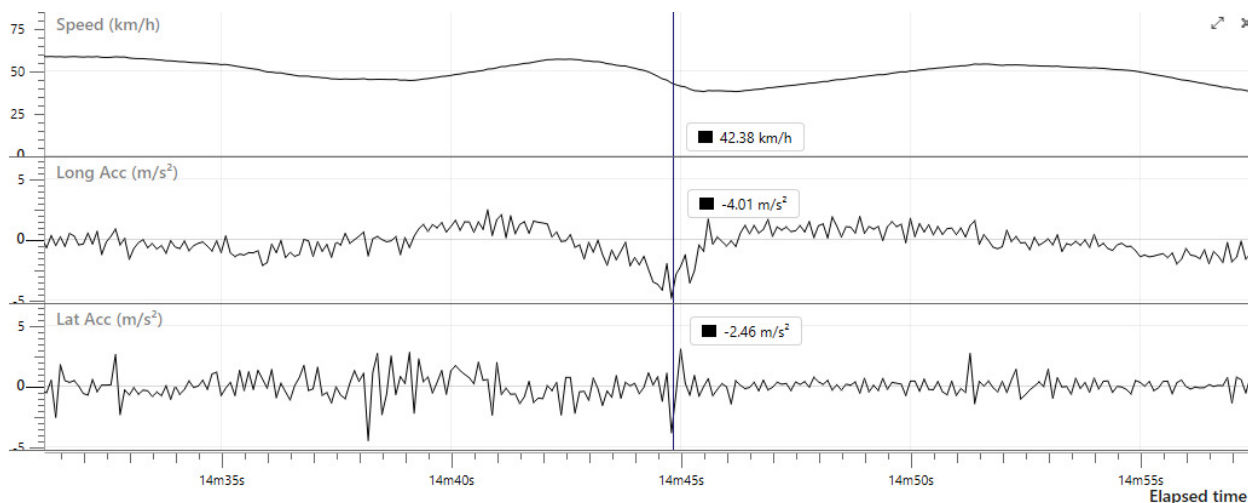


Рис.2. Приклад реєстрації параметрів конфліктних ситуацій

Зміна параметрів дихання водія представлена в табл. 1.

Таблиця 1

Зміна параметрів дихання водія

Тип конфліктної ситуації	Середня частота дихання, цикл/хв	Енергетична вартість, ккал/хв
Легка	22	1,5
Середня	26	2,1
Критична	31	2,85

Таким чином енерговитрати водія під час руху залежать від типів конфліктних ситуацій. Дослідження енерговитрат водія на різних вулицях дозволить встановити вплив факторів дорожньої обстановки на енерговитрати водія.

1. Гаврилов Э. В. Теоретические основы проектирования и организации условий дорожного движения с учетом закономерностей поведения водителей : дис. ... доктора техн. наук / Э. В. Гаврилов. – К. : КАДИ, 1992. – 300с.

2. NEULOG . Retrieved from <https://neulog.com>.

3. Отраслевой дорожный методический документ: Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах – Москва 2002.

4. Vboxmotorsport. Retrieved from <https://www.vboxmotorsport.co.uk>.



УДК 656.13

## АНАЛІЗ ЧИННИКІВ, ЯКІ ВИЗНАЧАЮТЬ ЗАТРИМКУ РУХУ НА РЕГУЛЬОВАНИХ ПЕРЕХРЕСТЯХ

### ANALYSIS OF FACTORS THAT DETERMINE TRAFFIC DELAY ON CONTROLLED INTERSECTIONS

**Ройко Юрій, Давосир Владислав**

*Національний університет «Львівська політехніка»,  
вул. Степана Бандери, 12, м. Львів, 79013*

*The existing methods for determination the effectiveness of controlled intersections operation effectiveness and factors that determine the capacity of lanes on approaches to them are analyzed. By the method of field research it is established the regularities of change the duration of pass and vehicle queues depending from their arrival intensity and traffic light control parameters.*

Затримки руху на регульованих перехрестях виникають через дію таких основних чинників: інтенсивність прибуття транспортних засобів до перехрестя; режим світлофорного регулювання (тривалість основних та проміжних тактів); дорожньо-планувальні особливості проїзної частини; неоднорідність транспортного потоку за складом; нерівномірність розподілу транспортних засобів за напрямками руху. Щодо інтенсивності прибуття, то відомі наукові підходи, які розрізняють постійне та випадкове прибуття транспортних засобів до перехрестя. Режим світлофорного регулювання може визначатись кількістю фаз регулювання, яка, у свою чергу, залежить від кількості напрямків зі значною інтенсивністю руху та параметрами проїзної частини, що разом із ухилами на підході до перехрестя відображає дорожньо-планувальні особливості проїзної частини та визначає потік насичення – граничну пропускну здатність напрямку руху на регульованому перехресті (або пішохідному переході). Склад транспортного потоку є первинним показником для визначення динамічних особливостей транспортного потоку в зоні дії таких перехресть. До того ж, у середніх та великих містах важливим завданням є забезпечення якісного обслуговування міським громадським транспортом, що також впливає на величину затримки в зоні дії регульованих перехресть. Кожен із наведених чинників може обґрунтовувати спосіб (алгоритм) управління світлофорною сигналізацією, які бувають двох видів – жорсткі та гнучкі (адаптивні). Кожен з алгоритмів впроваджують, виходячи із критерію мінімізації затримки транспортних засобів.

У цій роботі проведено аналіз затримки транспортних засобів у смугах руху перед регульованими перехрестями, де діє жорсткий алгоритм управління світлофорною сигналізацією. Одним із критеріїв відбору об'єктів дослідження є горизонтальна рівна смуга руху на підході до перехрестя з однаковою шириною. За результатами натурних досліджень визначено, що під час зміни частки легкових автомобілів у транспортному потоці від 50% до 90% середній час проходження одним транспортним засобом стоп-лінії змінюється від 3,6 с до 2,2 с за фіксованої тривалості дозволяючого сигналу у фазі регулювання 20 с. Також, за допомогою імітаційного моделювання встановлено, що при зміні тривалості основного дозволяючого сигналу від 20 до 60 с та складі транспортного потоку 60% легкових автомобілів величина практичної пропускну здатності збільшувалась з 420 зв. од./год. до 610 зв. од./год.; при 80% легкових величина практичної пропускну здатності збільшилась з 450 зв. од./год. до 795 зв. од./год.; при 90% легкових величина практичної пропускну здатності збільшилась з 480 зв. од./год. до 900 зв. од./год.

УДК 656.13

## ВПЛИВ ПОКАЗНИКІВ УЧАСНИКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА ПРОПУСКНУ ЗДАТНІСТЬ НЕРЕГУЛЬОВАНИХ ПЕРЕХРЕСТЬ

### IMPACT OF TRAFFIC INDICATORS ON UNCONTROLLED INTERSECTIONS CAPACITY

Ройко Юрій, Максимюк Сергій

Національний університет «Львівська політехніка»,  
вул. Степана Бандери, 12, м. Львів, 79013

*In the work the results of field research of traffic and pedestrian flows and also simulation modeling on uncontrolled intersection are given. Regularities of change of practical capacity of such intersection depending from intensity of traffic and pedestrian flows and traffic flow capacity are determined.*

Пропускна здатність нерегульованих перехресть визначається пропускною здатністю головного та другорядних напрямків. У свій час, пропускна здатність другорядного напрямку залежить від інтенсивності руху та інтервалів між транспортними засобами (ТЗ) на головному напрямку, а також часу, який необхідний ТЗ з другорядного напрямку виїхати на або перетнути головну проїзну частину. Виходячи із цього, основна увага на таких перехрестях має приділятися вивченню закономірностей утворенню інтервалів та чинників, які на ці закономірності впливають. Для повноти аналізу інтервалів між ТЗ на головному напрямку слід не лише враховувати інтенсивність руху тут, але й як вона розподілена проїзною частиною, тобто скільки смуг руху передбачено у прямому та зустрічному напрямках, оскільки цей показник може бути різним і, для прикладу, ТЗ, який бажає перетнути головний напрямок, має зважати на обидва транспортні потоки. До того ж, на формування інтервалів між ТЗ головного напрямку мають вплив пішоходи та велосипедисти, які переходять через нерегульований пішохідний перехід, склад транспортного потоку (ТП), а також відстань бокової видимості на підході до перехрестя. Пропускна здатність другорядного напрямку не залежить від інтенсивності руху на ньому, а визначається з урахування впливу складу ТП, відстані бокової видимості і напрямку подальшого руху.

Під час імітаційного моделювання на нерегульованому Т-подібному перехресті, яке має 2x2 смуги руху за головним напрямком та 1x1 смуги руху за другорядним, а також облаштовані нерегульовані пішохідні переходи на всіх підходах, визначено затримку в русі, яка виражена через тривалість проїзду зони нерегульованого перехрестя. На початковому етапі проведено натурні дослідження, під час яких встановлено інтенсивність та склад ТП, а також інтенсивність руху пішохідного потоку на всіх напрямках та підходах. Результати цих досліджень є такими: сумарна інтенсивність руху за головним напрямком – 1206 зв. од./год, а за другорядним 348 зв. од./год; склад ТП за головним напрямком – легкових 92%, вантажних 3%, автобусів 5%, а за другорядним – легкових 93%, вантажних 7%. Інтенсивність руху пішоходів розподілена рівномірно і становила близько 430 осіб/год на 1 перехід. За таких початкових даних середня тривалість проїзду одним ТЗ зони нерегульованого перехрестя становила: для головного напрямку – 18 с, а для другорядного – 32 с. Результати натурних досліджень і моделювання у спеціалізованому програмному середовищі PTV VISSM корелюють на 97%. На наступному етапі проведено збільшення інтенсивності руху на всіх підходах до перехрестя з кроком імітації 100 зв. од./год (5 імітованих станів) за незмінного складу автобусів та інтенсивності руху пішоходів. Збільшення середньої тривалості проїзду за головним напрямком становило 9 – 18%, а за другорядним – 24 – 57%.

УДК 656.13

## МОДЕЛЮВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

### MODELING OF PASSENGER TRANSPORT SYSTEMS

Тхорук Євген, Кучер Олена

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

*The description of mathematical models used for analysis of transport network is given. Areas of their application are presented. The question of further research from the point of view of the factor of interaction of vehicles.*

У багатьох великих містах обмежені або відсутні можливості екстенсивного розвитку транспортної мережі. Тому особливої важливості набуває оптимальне планування розвитку мережі, покращення організації руху, оптимізація системи маршрутів громадського транспорту. Рішення таких завдань неможливе без математичного моделювання транспортної мережі і функціонування транспорту. Серед усієї різноманітності математичних моделей, що використовуються для аналізу транспортної мережі, можна виділити три основні групи моделей [1]: прогнозні моделі, імітаційні моделі, оптимізаційні моделі.

Прогнозні моделі призначені для моделювання транспортних потоків в мережі з відомою її геометрією і характеристиками, а також відомим розміщенням потокоутворюючих об'єктів міста. Моделі даного типу застосовуються для прийняття рішень при плануванні розвитку міста, для аналізу наслідків тих чи інших заходів щодо організації руху, виборі альтернативних проектів розвитку транспортної мережі та ін.

Метою імітаційного моделювання є відтворення всіх складових руху, включаючи розвиток даного процесу в часі. При цьому усереднені значення потоків і розподіл їх по напрямках вважаються відомими і служать вихідними даними для даних моделей. Таким чином, прогноз потоків і імітаційне моделювання є доповнюючими один одного напрямками. Імітаційні моделі дозволяють оцінити швидкості руху, затримки на перехрестях, довжину і динаміку утворення «черги», або «заторів», та інші характеристики руху. Основна область застосування таких моделей - покращення організації руху, оптимізація світлофорних циклів і ін.

Моделі прогнозу потоків і імітаційні моделі мають за мету адекватне відтворення транспортних потоків. Існує, однак, велика кількість моделей, призначених для оптимізації функціонування транспортних мереж. В цьому класі моделей вирішуються завдання оптимізації маршрутів пасажирських і вантажних перевезень, створення оптимальної конфігурації мережі та ін.

Міський пасажирський транспорт є складною соціально-економічною системою, так як включає велику кількість взаємопов'язаних і взаємодіючих між собою компонентів, що мають певну структуру, формуються як єдине ціле і спрямовані на вирішення складних завдань. Для дослідження даної системи необхідне використання економіко-математичних методів, що в кінцевому підсумку дозволить підвищити обґрунтованість прийнятих управлінських рішень.

Значний внесок у розробку проблем становлення і розвитку системи міського пасажирського транспорту внесли відомі вчені О.С. Ігнатенко, В.К. Доля, П.Ф. Горбачов, В.А. Гудков, В.М. Курганов, Н.Б. Островський, А.И. Седов, С.А. Дугін, І.В. Спирин, І.С. Єфремов, В.М. Кобозев, В.А. Юдін і інші. В їх роботах викладені загальні принципи організації і забезпечення ефективної роботи автотранспортних формувань, що виконують перевезення пасажирів. Окремі питання економіко-математичного моделювання міського пасажирського транспорту розглянуті в роботах Л.Б. Міротіна, А.С. Михайлова, М.В. Хрушова, Е.В. Бережного, О.В. Буреш, В.Б. Зотова, М.М. Тельнової і ін.

Питання моделювання руху пасажирського транспорту, в тому числі в районах розташування зупиночних пунктів, вирішувалися багатьма дослідниками. Наприклад, в роботі [2] йдеться про можливість застосування імітаційного моделювання процесу обслуговування пасажирів в системі міського пасажирського транспорту. Зокрема, вказується на необхідність вивчення математичної моделі пасажирської зупинки. Робота [3] присвячена дослідженню пропускної здатності пасажирських зупинок, аналізу причин і факторів, що впливають на даний показник, а також отримання регресійних залежностей, які визначають закономірності впливу знайдених факторів на пропускну здатність. У статті [4] відображені результати комплексного дослідження з метою скорочення затримок маршрутних транспортних засобів на зупиночних пунктах, розглядаються питання типології поведінки пасажирів, як чинника, що забезпечує формування попиту на перевезення.

Таким чином, тема оптимізації показників якості функціонування зупиночних пунктів у містах розглядається в роботах багатьох авторів і спрямована на вирішення різних завдань.

Цій проблемі слід приділяти увагу ще й з позиції фактора взаємодії маршрутних транспортних засобів, які або працюють на різних маршрутах, або належать різним перевізникам.

Процедура погодження графіків руху тих чи інших маршрутних транспортних засобів виконується в великих населених пунктах відповідними службами. Однак практика свідчить про складність вирішення таких завдань, а також про відсутність методологічної основи для проведення таких робіт.

Відомо, що багато транспортних систем мають властивості, які можна звести до наступних: 1) нестационарність; 2) стохастичність; 3) здатність переходити в якісно різні стани. Всі ці властивості - ознаки нерівноважних систем, здатних до самоорганізації.

В цьому відношенні доцільно при моделюванні використовувати апарат теорії активних часток [5] в рамках теорії самоорганізації (синергетики).

Пасажирські зупинки слід розглядати як макросистему, математична модель якої має вигляд нелінійної системи диференціальних рівнянь щодо наступних змінних параметрів: кількості автобусів, які перебувають на зупинці; кількості пасажирів, які очікують на посадку; числу вільних місць в автобусах, які перебувають на зупинці. Мета подальших досліджень - визначення характеристик динаміки транспортної системи, отримання коефіцієнтів моделі, перевірка її адекватності і порівняння з експериментальними даними.

1. Швецов В. И. Математическое моделирование транспортных потоков// Автоматика и телемеханика. 2003. № 11. С.3-46.
2. Сорокин А. А. Предпосылки к формированию имитационных моделей системы городского пассажирского транспорта// Вузовская наука. Ставрополь: СевКавГТУ, 2006. С.208-209.
3. Грачев В. В., Димова И. П. Определение пропускной способности остановочных пунктов на современном этапе развития пассажирских перевозок// Вестник ИрГТУ. 2008. № 4(36). С.66-70.
4. Исхаков М. М., Рассоха В. И. Комплексное исследования остановочных пунктов городского транспорта г. Оренбурга // Вестник ОГУ. 2007. № 9. С.207-214.
5. Олемской А. И. Синергетика сложных систем: Феноменология и статистическая теория. М.: КРАСАНД, 2009. 384 с.
6. Аулін В.В. Методологічні і теоретичні основи забезпечення та підвищення надійності функціонування автомобільних транспортних систем: монографія /В.В. Аулін, Д.В. Голуб, А.В. Гриньків, С.В. Лисенко. – Кропивницький: Видавництво ТОВ "КОД", 2017.–370 с.
7. Визначення часу затримки виїзду автобуса з зупинного пункту в потік автомобілів /П. Ф. Горбачов, О. В. Макаричев, С. В. Пронін, О. С. Колій // [Автомобильный транспорт](#). - 2014. - Вып. 35. - С. 116-121.
8. Агуреев И. Е. Нелинейная динамика в теории автомобильных транспортных систем // Изв. ТулГУ. Сер. Автомобильный транспорт. 2006. Вып. 9. С.3-13.
9. Агуреев И. Е. Применение теории Фейгенбаума – Шарковского - Магницкого для анализа модели конкуренции двух автомобильных перевозчиков// Труды Института системного анализа Российской академии наук. Динамика неоднородных систем/ под ред. С. В. Емельянова. М.



УДК 656.078

## ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ

### PROGNOSTICATION OF EFFICIENCY OF FUNCTIONING OF A TRANSPORT SYSTEM

Тхорук Євген, Сорока Валерій, Піщальок Юлія

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

*The method for predicting the performance of the automobile transport system is characterized. The formation of criteria for evaluating the efficiency of the transport system is described.*

Автомобільні транспортні системи (АТС), їх розвиненість і значимість мають важливе значення для економіки країни. Від якості її функціонування залежить задоволення потреби як окремих користувачів, так і народного господарства держави. У зв'язку з цим виникає завдання оцінки ефективності роботи АТС. Для того щоб дати оцінку ефективності роботи транспортної системи, необхідно враховувати велику кількість показників, таких, як всебічний ефект для народного господарства, виділяючи взаємозв'язок економічної, соціальної та екологічної результативності.

Оцінка ефективності функціонування транспорту є складною проблемою. Труднощі кількісної оцінки обумовлені не тільки масштабами перевезень і системною складністю, але і в не меншій ступені особливим становищем транспорту в сфері матеріального виробництва як сектора забезпечення.

З позиції системного аналізу транспортний комплекс являє собою підсистему економіки країни. Будь-яка система створюється для досягнення певної мети, а мета системи завжди екзогенна, тобто встановлюється лише ззовні самої системи (метасистемою). У зв'язку з цим мету транспорту як системи можна визначити тільки по його впливу на функціонування метасистеми – економіки країни в цілому (адже транспорт – багатофункціональна система).

Мета транспортного комплексу важко формалізується і не може бути коректно виражена чисельно. Для практики необхідна деталізація результату (мети), поділ на ряд часткових взаємопов'язаних цілей, які повинні досягатися одночасно, так як транспорт повинен розглядатися як багатоцільова система.

Системи різних видів транспорту істотно відрізняються один від одного не тільки по елементному складу, але і по поведінці. Кожен вид транспорту користується своїми показниками ефективності, недостатньо узгодженими між собою.

У зв'язку з цим доцільна систематизація показників і приведення їх до порівнянного вигляду. Варіант систематизації таких показників запропонований в роботі [1].

Ефективність транспортної системи слід формувати, як зазначається в роботі [2], на двох рівнях за участю трьох суб'єктів: транспортної системи, споживача її послуг і державних органів.

Відповідно до такого підходу в основу забезпечення ефективності закладається максимально можливе згладжування суперечностей між суб'єктом транспортної системи і двома іншими суб'єктами.

Для оцінки ефективності функціонування транспортної системи необхідно ввести критерій ефективності, що дозволить зіставляти запропоновані моделі інфраструктури транспортної системи, які характеризуються різними параметрами, що описують роботу системи, і здійснювати спрямований вибір моделі з безлічі допустимих.



В роботі [2] виділяється три концепції, на підставі яких можливо зробити висновок про ефективність системи:

придатності – мається на увазі, що система ефективна, якщо обраний показник ефективності приймає значення не нижче деякого прийнятного рівня. При даній концепції всі рішення поділяються на дві групи: прийнятні і неприйнятні, що не дозволяє вибрати найкращу модель;

оптимальності – вважається найкращим рішення, яке забезпечує максимальний ефект. У загальному випадку оптимальна модель може дати максимальний ефект, що забезпечується кількома рівноцінними показниками системи. Оптимальну модель можна використовувати в стабільних умовах роботи системи, що не характерно для транспортних систем. В цьому випадку для прийняття оптимального рішення необхідно фіксувати всі внутрішні і зовнішні фактори, що не дозволяє врахувати поточну інформацію;

адаптації – припускається можливість оперативного реагування в ході роботи системи на поточну інформацію, що надходить про зміну умов роботи. Суть концепції адаптації полягає в зміні моделі на основі не тільки апріорної, а й поточної і прогнозної інформації для досягнення або збереження певного стану системи при змінюваному комплексі умов роботи системи.

Системне впорядкування показників ефективності транспорту має важливе значення для оцінки ефективності функціонування і розвитку як транспортного комплексу, так і окремих видів транспорту.

При оцінці ефективності транспорту необхідно враховувати два аспекти. Перший – оцінка виробника (зовні системи) з позиції народногосподарських інтересів, яка характеризується показниками, відображеними на макрорівні. Другий – оцінка транспорту (всередині системи) з позиції інтересів окремого виду транспорту або його структури. Показники оцінки ефективності транспорту при першому і другому аспектах мають суттєві відмінності.

Серед основних показників роботи транспортних систем можна виділити обсяги здійснюваної транспортної роботи і тимчасові витрати всіх учасників руху в транспортній системі. Щоб оцінювати ефективність роботи транспортної системи, можна використовувати концепції придатності та ефективності, здійснивши за вказаними показниками вибір прийнятних, а потім і найбільш ефективних моделей.

Заключним етапом оцінки ефективності пропонується розглядати АТС як динамічну систему, оскільки вона складається з значної кількості елементів, що беруть участь в її роботі, колективна дія яких може призводити до виникнення різних структур, що мають просторовий і тимчасовий характер.

У нелінійній динаміці, синергетиці ці структури називаються дисипативними. Умови їх виникнення пов'язані з відкритістю і нелінійним характером зв'язків між елементами системи.

1. Экономика транспорта. Часть 1: учеб. пособие /А. Н. Ефанов. – СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2008. – 111 с.
2. Горев А.Э. Основы теории транспортных систем: учеб. пособие. СПб.: СПбГАСУ, 2010. 214 с.
3. Сафронов Э.А. Транспортные системы городов и регионов: учеб. пособие для вузов. М., 2005.
4. Агуреев И.Е., Богма А.Е., Пышный В.А. Динамическая модель транспортной макросистемы // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Вып. 6. Ч. 2, 2013. С. 139 - 145.



УДК 656.025

## ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ФОРМУВАННЯ І РОЗВИТОК МУЛЬТИМОДАЛЬНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

FACTORS AFFECTING THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF THE  
MULTIMODAL TRANSPORT SYSTEM OF UKRAINE IN MODERN CONDITIONS

**Ширяєва Світлана**

*Національний транспортний університет,  
Україна, 01010, Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 432*

*The main factors hindering the formation and development of multimodal transport systems in Ukraine are the imperfection of regulatory and legal regulation of multimodal transport issues; imbalance between levels of capacity of objects of multimodal transport infrastructure and volumes of cargo flows; high risks of multimodal carriers; political situation in Ukraine and so on. Proposed measures to solve these problems.*

На сьогоднішній день розвиток мультимодальних перевезень є найбільш перспективним напрямом для розбудови світової транспортної системи, оскільки дає можливість збільшити обсяги перевезень в будь-яке місце країни чи світу та залучати різні види транспорту, щоб зберегти довкілля. Мультимодальні перевезення активно розвиваються і удосконалюються на транспортних маршрутах Європи, Азії та США і сприяють інтеграції локальних транспортних систем у світову транспортну систему.

Поява мультимодальних перевезень пов'язана передусім з глобальним розвитком контейнерних перевезень. Досвід країн, які є експортно-орієнтованими та вступили в ЄС, показав істотне зростання контейнеризації перевезень. В той час, як середній рівень контейнеризації в ЄС становить 45%, галузь контейнерних перевезень в Україні знаходиться на початковому етапі розвитку і становить 0,5%, а кількість терміналів – 7. При цьому обсяг перевезень залізницею – 0,13 млн TEU за кількістю регулярних сполучень – 9. Натомість, показники країн-членів ЄС такі: контейнеризація складає загальний показник в 45%, більше 200 терміналів та обсяг перевезень залізницею – 30 млн TEU за кількістю регулярних сполучень понад 400. [1]

Україна розташована на перехресті торговельних шляхів. Через територію України проходять Пан'європейські транспортні коридори № 3, 5, 7, 9, коридори Організації співробітництва залізниць № 3, 4, 5, 7, 8 та транспортний коридор Європа – Кавказ – Азія (ТРАСЕКА). Отже, Україна має великі перспективи для повноцінної інтеграції вітчизняної транспортної системи у світову транспортну систему, особливо при виконанні мультимодальних перевезень.

Серед основних факторів, що стримують формування і розвиток мультимодальної транспортної системи України, є такі: недосконалість нормативно-правового регулювання питань мультимодальних перевезень; відсутність власного екологічно чистого рухомого складу різних видів транспорту, особливо на автомобільному транспорті, який здійснює перевезення на далекі відстані; диспропорція між рівнями потужностей об'єктів мультимодальної транспортної інфраструктури та обсягами вантажопотоків; високі ризики операторів мультимодальних перевезень на значні відстані за участю двох і більше видів транспорту; політична обстановка в Україні; інформаційне забезпечення всіх ланок мультимодального логістичного ланцюга тощо. Проаналізуємо їх.

Основним завданням у процесі формування мультимодальної транспортної системи є комплексний розвиток усіх складових: рухомого складу різних видів транспорту;

мультимодальної транспортної мережі (мережі різних видів транспорту, що забезпечують мультимодальні перевезення).

Основною складовою транспортної мережі країни є мультимодальна транспортна мережа, яка представляє собою сукупність мультимодальних транспортних коридорів, мультимодальних транспортних вузлів та шляхів сполучення різних видів транспорту. [2, 3]. Європейська комісія прийняла рішення затвердити карти Транс'європейської транспортної мережі (основна мережа TEN-T) в Україні та інших державах «Східного партнерства». Це означає, що Україна включена до Транс'європейської опорної транспортної мережі і стає важливим учасником розбудови транспортного коридору у сполученні Європа – Азія. Історичну значущість цього неможливо переоцінити. Українська транспортна мережа вперше стає частиною стратегічних транспортно-логістичних коридорів Євросоюзу. Це найважливіший крок на шляху інфраструктурної євроінтеграції України, який свідчить, що українська інфраструктура модернізується [4].

На сьогоднішній день, транспортна система України має низький рівень розвитку транспортно-логістичної інфраструктури для забезпечення належного обсягу мультимодальних перевезень, що знижує її конкурентоспроможність та гальмує вихід української продукції на світовий транспортний ринок. Економіка України довгий час була спрямована на роботу з країнами СНД, і, як наслідок, майже відсутня необхідна інфраструктура контейнерних перевезень. В даний час відбувається процес переорієнтації вантажопотоків, проте є ризики залишитись «сірою» зоною в міжнародній мережі контейнерних перевезень через відсутність державної політики та відсутність розвинутої інфраструктури.

У 2017 році Всесвітній економічний форум опублікував традиційний щорічний рейтинг конкурентоспроможності країн світу. У порівнянні з рейтингом попереднього року Україна по параметру «інфраструктура» опустилася на три позиції – з 75 на 78 місце. Всього країн-учасниць рейтингу – 137.

За якістю доріг Україні вдалося піднятися за рік на 4 позиції (130 місце), також на три позиції – зростання за якістю портової інфраструктури (93 місце), плюс 11 пунктів - авіаційна інфраструктура (92 місце). А ось залізнична інфраструктура опустилася на 4 пункти. Проте, 37-е місце української залізниці – найвище із займаних України, в порівнянні з іншими видами транспорту. [5].

В Україні питання мультимодальних перевезень регулюються частково. Законодавство містить поняття перевезень у прямому змішаному сполученні, які регулюються нормами Господарського і Цивільного кодексів України, транспортними статутами, правилами перевезення та іншими нормативними актами.

Відповідно до чинного законодавства договір перевезення вантажу в прямому змішаному сполученні є багатостороннім, відправнику та одержувачу протистоїть не один перевізник, а більше, які визначаються співперевізниками. Відповідальність перед вантажовідправником несуть декілька співперевізників (кожен окремо на своєму етапі перевезення). Для отримання відшкодування шкоди за втрачений (пошкоджений) вантаж необхідно чітко встановити етап, під час якого відбулося пошкодження (втрата) вантажу, що не завжди є можливим. Отже, потрібно прийняти Закон України «Про мультимодальні перевезення» в якому пропонується визначити поняття мультимодального та комбінованого перевезення вантажів, терміналу мультимодального перевезення, документу мультимодального перевезення, оператора та замовника мультимодального перевезення, визначення договору мультимодального перевезення, його істотних умов, прав та обов'язків його сторін, основних принципів державного регулювання та державної допомоги щодо такого виду перевезень. [6]

Політика світової спільноти у сфері мультимодальних перевезень спрямована перш за все на захист навколишнього середовища шляхом переорієнтації значної частини перевезень, які здійснюються автомобільним транспортом (довгі відрізки маршруту перевезення), до використання більш екологічно чистих видів транспорту. Разом із захистом навколишнього середовища суттєво важливими є питання зміни клімату та споживання енергії. Отже, для



формування мультимодальної транспортної системи України потрібен екологічно чистий рухомий склад різних видів транспорту.

Для забезпечення і організації безперервного перевізного процесу в мультимодальному сполученні важливу роль координатора і організатора займає оператор мультимодальних перевезень. В Україні та за кордоном потрібно створити мережу вітчизняних операторів мультимодальних перевезень, які будуть сприяти формуванню і розвитку мультимодальної транспортної системи України.

Для ефективної роботи всіх учасників мультимодальних перевезень дуже важливим фактором є інформаційне забезпечення всіх ланок перевізного процесу та використання новітнього електронного документообігу, яке потрібно удосконалювати.

В теперішній час тимчасове відокремлення частини Донецької й Луганської областей та анексія Криму значно звузили транзитні можливості України, а також перешкоджає формуванню і розвитку мультимодальної транспортної системи України.

Мультимодальні перевезення є складнішими і дорожчими від унімодальних, тому держава повинна сприяти їх розвитку, особливо при формуванні тарифно-цінової політики на мультимодальні перевезення.

Для врахування вищенаведених факторів щодо формування і розвитку мультимодальної транспортної системи України, необхідно виконати перелік таких завдань: налагодження мирної політичної обстановки в Україні; прийняття Закону України «Про мультимодальні перевезення»; державну підтримку формування і розвитку мультимодальної транспортної системи України; забезпечення розвитку мультимодальних транспортних технологій та інфраструктурних комплексів для забезпечення взаємодії різних видів транспорту; створення мережі маршрутів регулярних контейнерних / мультимодальних вантажних поїздів, синхронізованих з маршрутами поїздів держав-членів ЄС; створення мережі мультимодальних транспортно-логістичних кластерів та базових логістичних центрів; збільшення частки контейнерних перевезень та стимулювання розвитку контейнерних перевезень; часткову переорієнтацію вантажних перевезень на залізничний та внутрішній водний транспорт; гармонізацію розвитку припортової інфраструктури (залізничних підходів, автомобільних доріг) та пропускної спроможності портів; зменшення часу обробки вантажів та формальностей шляхом спрощення адміністративних процедур під час міжнародних перевезень; забезпечення єдиної технологічної сумісності на основних напрямках перевезень та стиках між видами транспорту.

Очікуваними результатами буде розбудова ефективної конкурентоспроможної національної мультимодальної транспортної системи України [7].

1. Довгань В. Як розвивати мультимодальні перевезення? 2018. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://cfts.org.ua/blogs/yak\\_rozvivati\\_multimodalni\\_perevezennya\\_393](https://cfts.org.ua/blogs/yak_rozvivati_multimodalni_perevezennya_393).
2. Ширяєва С.В. Принципи моделювання національної мультимодальної транспортної мережі. / С.В. Ширяєва, О.В. Кравчук, // Проблеми транспорту. – К.: НТУ – 2013. – Вип.10 – С.266-272.
3. Ширяєва С.В. Основні складові мультимодальної транспортної мережі / С.В. Ширяєва, К.І. Даньківська // Вісник Національного транспортного університету – К.: НТУ – 2015. – Вип.1 (31) – С.568-573.
4. Єврокомісія затвердила карти Європейської транспортної мережі TEN-T в Україні. 14.11.2018. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zbruc.eu/node/84609>.
5. Рейтинг інфраструктури України в мирі в 2017 г. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://cfts.org.ua/infographics/rejting\\_infrastruktury\\_ukrainy\\_v\\_mire](https://cfts.org.ua/infographics/rejting_infrastruktury_ukrainy_v_mire).
6. Проект Закону України «Про мультимодальні перевезення», 2018 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/projects/176>.
7. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mtu.gov.ua/projects/115>.

УДК 656.025

## ОБҐРУНТУВАННЯ КРИТЕРІЮ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВАНТАЖНИХ ТЕРМІНАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ

### JUSTIFICATION OF THE EFFICIENCY CRITERION OF CARGO TERMINAL COMPLEXES FUNCTIONING

**Шраменко Наталя**

*Харківський національний технічний університет сільського господарства ім.  
Петра Василенка, вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002  
Український державний університет залізничного транспорту,  
майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків, 61050*

*To use the indicator of the quality of transport services and the unit costs for cargo handling at the terminal as performance criteria is proposed.*

Реалізація логістичного підходу при розгляді складних систем передбачає врахування інтересів всіх учасників транспортного процесу. Традиційно в якості критерію ефективності функціонування системи розглядаються витрати на транспортне обслуговування вантажовласників. Однак, окремі вантажовласники потребують прискорену переробку вантажів з готовністю нести за це додаткові витрати. В цьому випадку основою функціонування будь-якої системи в транспортній галузі в ринкових умовах є забезпечення високого рівня якості транспортного обслуговування споживачів транспортних послуг.

Термінальний комплекс являє собою складну систему, яка функціонує в умовах невизначеності та ризику [1, 2]. Це обумовлено наступними причинами:

– вхідний вантажопотік – випадкова величина, що може змінюватись в широкому діапазоні;

– мають місце альтернативні технології, що забезпечують відповідний рівень якості для певних умов;

– вимоги споживачів щодо терміну та вартості обслуговування заздалегідь невідомі, тому рішення про технологію переробки вантажу повинно прийматись терміново.

Ризики пов'язані, передусім, з перевантаженням системи із-за відсутності необхідної кількості ресурсів, що призводить до:

– можливості відмов та збоїв у фазах системи в результаті перевантаження;

– зниження надійності обслуговування;

– погіршення якості транспортного обслуговування;

– зниження конкурентоздатності підприємства.

Запропоновано в якості критеріїв ефективності застосовувати показник якості транспортного обслуговування, що враховує ринкові умови при задоволенні вимог споживачів транспортних послуг, та питомі витрати на переробку вантажу на терміналі.

Такий підхід дозволяє в залежності від характеристик та параметрів вхідного вантажопотоку або задовольнити маркетингові потреби вантажовласників та отримати синергетичний ефект або в разі відсутності особливих вимог споживачів щодо прискореної переробки досягти логістичні цілі системи та мінімізувати питомі витрати.

1. Шраменко Н.Ю. Розвиток та сучасний стан термінальних систем як ресурсозберігаючої технології доставки вантажів // Восточноевропейский журнал передовых технологий: сб. науч. тр. – 2010. – Вып. 2/4(44). – С. 15 – 17.

2. Шраменко Н. Підвищення якості логістичного сервісу вантажного терміналу// Восточноевропейский журнал передовых технологий: сб. науч. тр. – 2010. – Вып. 1/4(43). – С. 55– 57.



УДК 656:658

## КЛЮЧОВІ СФЕРИ І ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ СЕКТОРУ ТРАНСПОРТУ І ЛОГІСТИКИ В СТРАТЕГІЇ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

### KEY AREAS AND PERFORMANCE INDICATORS OF THE TRANSPORT AND LOGISTICS SECTOR IN THE EUROPEAN UNION STRATEGY

Горяїнов Олексій

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002*

*The main groups of efficiency indicators for transport and logistics are given. The expediency of developing indicators of efficiency for the transport strategy of Ukraine is highlighted.*

Оцінка ефективності будь-якої сфери діяльності людини потребує застосування певних критеріїв і показників. Сфера транспорту і логістики має свою специфіку і тому потребує окремого підходу до розробки показників оцінки.

Питанням визначення показників ефективності (зокрема, ключових показників ефективності для сфери транспорту і логістики (наприклад, [1-5])) присвячено достатньо багато досліджень. Відмітимо, що в середовищі практиків зустрічаються деякі не зовсім коректні (спірні) вживання термінів показників. Наприклад, в [5] зустрічається показник «рівень утилізації - це співвідношення фактичного обсягу або ваги вантажу, що перевозиться до загальної місткості транспортного засобу». Хоча точніше використовувати «рівень вантажопідйомності (вантажомісткості)» (або «коефіцієнт використання вантажопідйомності (вантажомісткості)»). В даній ситуації слово «утилізація» [5], скоріш за все, було запозичене з англomовного слова «utilization» (використання), але без перекладу.

Особливий інтерес до показників ефективності настає під час розробки і реалізації стратегій, наприклад, транспортних стратегій. Найбільш складними можуть бути системи показників для стратегій рівня держави і союзів (наприклад, Україна або Європейський Союз). Враховуючи інтеграційні процеси між Україною і Європейським Союзом (ЄС), корисним є вивчення досвіду системи показників для сектору транспорту і логістики в межах стратегії ЄС. Такі матеріали можуть бути також корисними для «транспортної діагностики» (наприклад, [6]), а саме для формування діагностичних показників.

В роботі використаємо матеріали [7]. Даний матеріал містить інформацію про аналіз сектору логістики ЄС. Питання показників ефективності зосереджені в розділі 5.

Інформація про зв'язок ключових сфер ефективності (КСЕ) (Key Performance Areas (KPAs)) і рівнями застосування (національний рівень - макрорівень, рівень компанії - мікрорівень) наведена в табл. 1.

Таблиця 1

Основні питання і проблеми в секторі логістики і їх асоціація з ключовими сферами ефективності [7, с.262]

Ключова сфера ефективності (КСЕ)	Головні питання /проблеми	Наці-ональ-ний рівень	Рівень компанії (ЗРЛ, галузь)
Ефективність (Efficiency)	Покращення коефіцієнтів навантаження (loading factors)	+	+
	Покращення управління вантажними потоками	+	+
	Частота, з якою перевезення досягають одержувачів у заплановані або очікувані терміни доставки	+	+
	Використання ЗРЛ (наприклад, доходи, % і склад загальних витрат на логістику, аутсорсинг, консолідація постачальників послуг ЗРЛ, типи пропонованих послуг у порівнянні із затребуваними)		+

	Покращення використання (utilisation) транспортної та термінальної інфраструктури	+	+
	Покращення інтероперабельності / взаємозв'язку інфраструктури	+	
	Удосконалення гармонізації та уніфікованого тлумачення правил і процедур	+	
	Спрощення торгівлі (усунення адміністративних бар'єрів / ефективність оформлення митного та прикордонного управління)	+	
Результативність (Effectiveness)	Можливість відстежувати (track and trace) вантажі	+	+
	Гнучкість обслуговування		+
	Надійність обслуговування		+
Витрати (Costs)	Витрати на енергію	+	+
	Експлуатаційні витрати		+
	Вартість логістики останньої милі (last-mile logistics)	+	+
	Витрати на використання інфраструктури	+	+
	Оподаткування (Taxation)		
Стійкість навколишнього середовища (Environmental sustainability)	Перехід на більш чисте паливо	+	+
	Використання меншої кількості енергії	+	+
	Покращення енергоефективності транспортних засобів у всіх режимах	+	+
	Покращення екологічних характеристик терміналу та енергоефективності	+	
Розвиток зайнятості (Employment development)	Зменшення негативного впливу на навколишнє середовище та основні природні активи	+	
	Більш високий рівень компетентності, мобільності і привабливості логістичних професій	+	+
Безпека/Охорона (Safety/Security)	Покращення знань у логістичному секторі	+	+
	Визначено через додатковий огляд літератури як важливий аспект виконання	+	+

При перекладі термінів «Efficiency» і «Effectiveness» можуть виникати певні проблеми. При першому погляді обидві терміни переводяться як «ефективність». Але більш глибокий аналіз дозволяє розрізнити ці терміни. Наведемо визначення – табл. 2.

Таблиця 2

Визначення термінів «Efficiency» і «Effectiveness» [7, с.263, 264]

Термін	Оригінальне визначення	Переклад
Ефективність (Efficiency)	«how well the resources expended are utilized» and can be defined as «the ratio between the normal level of outputs over the real level of inputs»	«наскільки добре витрачаються ресурси» і може бути визначено як «співвідношення між нормальним рівнем результатів над реальним рівнем вхідних даних»
Результативність (Effectiveness)	the ability of the logistics system to provide its services according to end-customer requirements and pre-specified service standards	здатність логістичної системи надавати свої послуги відповідно до вимог кінцевого споживача та заздалегідь визначених стандартів обслуговування

До елементів ефективності (efficiency) відносяться [7, с.263-264]:

- використання транспортних засобів (використання наявних можливостей транспортних засобів з точки зору факторів навантаження, порожніх пробігів і т.д.);
- ефективність обробки вантажу (ефективність використання навантажувально-розвантажувального обладнання на сховищах і терміналах / перевантажувальних пунктах);
- використання інфраструктури (ефективність використання простору та інфраструктури сховищ та терміналів / пунктів перевантаження);
- частота вчасних надходжень та відправлень поставок.

До елементів результативності (effectiveness) відносяться [7, с. 264]:

- точність виконання замовлення (тобто безпомилкові замовлення);



- пунктуальність (своєчасне надання логістичних послуг);
- затримки (не вимушені зовнішніми факторами);
- стан вантажу (вантаж повинен досягти одержувача неушкодженим);
- видимість / простежуваність вантажів через ланцюг постачання.

В табл. 3 наведено приклад ключових показників ефективності логістики, які сформовані на основі кращих даних з практики.

Таблиця 3

Приклад належної практики ключових показників ефективності логістики [7, с.269]

Ключова сфера ефективності (КСЕ)	Показники ефективності	
	Національний рівень	Рівень компанії
Ефективність	Ефективність логістичних процесів (QF/M)	
	Використання потужності (QF/L)	
	Прозорість процесів (QA/M)	
		Рентабельність (QF/L)
Результативність	Додана вартість логістики (QF/M)	
	Логістичний оборот (QF/M)	
		Надійність (QF/L)
		Якість (QA/L)
		Гнучкість (QA/L)
		Регулярність (QA/L)
Витрати	Логістичні витрати (QF/M)	
Стійкість навколишнього середовища	Викиди забруднювачів повітря (QF/M)	
	Споживання енергії (QF/M)	
	Випромінювання шуму (QF/M)	
Розвиток зайнятості	Зайнятість у секторі логістики (QF/M)	
		Задоволення персоналу (QA/L)
		Продуктивність праці (QF/M)
	Кваліфікована робоча сила (QA/L)	
Безпека/ Охорона	Захищеність інфраструктури та транспортних засобів (QA/L)	Збитки / втрати / аварії (QF/M)

Примітки: QA – якісний показник; QF – кількісний; S - основні дані, доступні в даний час; M - частково доступні основні дані (необхідні зусилля для поліпшення); L - основні дані відсутні (необхідні зусилля для збору та концептуалізації).

В подальшому слід застосувати вказаний досвід для транспортної стратегії України.

1. Семенчук Т. Б. Сучасний інструментарій оцінки ефективності стратегії транспортної компанії / Т. Б. Семенчук // *Водний транспорт*. - 2014. - Вип. 1. - С. 182-188. - [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vodt\\_2014\\_1\\_33](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vodt_2014_1_33) - 07.05.2019.
2. Трофимова О.Ю. Оценка реализации стратегии транспортной компании на основе ключевых показателей эффективности (КПЭ) // *TRANSPORT BUSINESS IN RUSSIA*, №5, 2017. – С.174-175 - <https://cyberleninka.ru/article/v/otsenka-realizatsii-strategii-transportnoy-kompanii-na-osnove-klyuchevykh-pokazateley-effektivnosti-kpe> - 07.05.2019.
3. Сергеев В.И. Ключевые показатели эффективности логистики - <http://www.elitarium.ru/logistika-gruzoperevozki-transport-perevozka-gruzov-uslugi-proizvoditelnost/> - 07.05.2019
4. Пулипенко В. Оценка эффективности логистики на основе KPI - [http://www.hrm.ua/article/ocenka\\_jeffektivnosti\\_logistiki\\_na\\_osnove\\_KPI](http://www.hrm.ua/article/ocenka_jeffektivnosti_logistiki_na_osnove_KPI) - 07.05.2019
5. 6 важных KPI транспортной логистики, которые стоит отслеживать - <https://www.artlogics.ru/blog/kpi-transportnoj-logistiki/> - 07.05.2019
6. Горяинов А.Н. Транспортная диагностика. Книга 1. Научные основы транспортной диагностики (диагностический подход в системах транспорта) [Текст]: монография / А.Н. Горяинов. – Харьков: НТМТ, 2014. – 291 с. - <http://bit.ly/Mon-04-2014-Goryainov>
7. Fact-finding studies in support of the development of an EU strategy for freight transport logistics Lot 1: Analysis of the EU logistics sector. Final report - <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/strategies/studies/doc/2015-01-freight-logistics-lot1-logistics-sector.pdf> - 07.05.2019.



УДК 65.012

## ФОРМУВАННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ

### FORMATION OF THE TRANSPORT-LOGISTICS SYSTEM OF UKRAINE

**Дорощук Вікторія, Коваль Анатолій, Муравинець Андрій**

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

*Based on the study of foreign experience in the development of transport and logistics centers, recommendations were made for improving the transport and logistics infrastructure design process.*

Сучасні зміни в економічному житті України потребують удосконалення теорії і практики організації транспортної логістики. Дослідження даної проблеми вимагає багаторівневого аналізу взаємовпливу і взаємодії між формуванням і розвитком транспортної системи з одного боку, і особливостями функціонування транспортної системи конкретного виду транспорту з точки зору їх стану, перспектив розвитку, особливостей управління з іншого.

Транспортно-логістична система – це сукупність суб'єктів транспортної логістики, що функціонують з метою оптимізації вантажопотоків у логістичних ланцюгах «постачання – виробництво – збут» за критерієм мінімуму логістичних витрат. Транспортно-логістична система підприємства включає підсистеми: транспортно-постачальницьку, транспортно-технологічну та транспортно-збутову.

Сьогодні в міжнародній практиці до транспортно-логістичної інфраструктури відносять: термінали і транспортні вузли (вокзали, порти, аеропорти); об'єднуюча інфраструктура (залізниці, автошляхи, морські шляхи, повітряні траси); центри отримання і обробки інформації про циркуляцію руху; відносини з клієнтами (агенції, системи резервування квитків, оформлення накладних, встановлення тарифів і т.п.); допоміжні логістичні партнери (страховки, охоронні заправні організації та ін.) [1].

Досвід країн Західної Європи (Голландії, Франції, Німеччини) показує істотну роль транзитних логістичних центрів у формуванні бюджету.

Так, наприклад, у Німеччині центри транспортної логістики формувалися переважно на основі наявних залізничних ліній та розв'язок. Більшість з них розрахована на паралельне використання автомобільного та залізничного транспорту, є також трьохмодульні логістичні центри [2].

Транспортування вантажів за кордоном переважно здійснюється по єдиному транспортному документу одним експедитором з одного диспетчерського центру. Це мультимодальні, інтермодальні, трансмодальні, А-модальні, комбіновані, сегментовані та інші види перевезень.

Отже, для розвитку транспортно-логістичної системи України, яка є засобом інтеграції вітчизняного транспортного комплексу в міжнародні транспортно-логістичні системи шляхом забезпечення їх ефективної взаємодії, необхідно удосконалення методів управління логістичними процесами, створення логістичних центрів України, відкриття ринків транспортних систем для приватного капіталу.

1. Сергеев В.И. Глобальные логистические системы: Учеб. пособие / Сергеев В.И. – СПб.: Издательский дом «Бизнес - пресса», 2001. - 240 с.

2. Транспортно-логистические центры: зарубежный опыт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.elc-ua.com/ru/news/60>.



УДК 658.7:656.025

**ЛОГІСТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ - ФАКТОР ЙОГО  
КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ**LOGISTIC MANAGEMENT BY THE ENTERPRISE - FACTOR OF ITS COMPETITIVE  
CAPACITY**Пашкевич Світлана, Сорока Валерій, Макарічев Олександр***Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

*Attracting the logistics strategy of an enterprise to the formation of the main goals of the enterprise means the formation of a new strategic level of its development in terms of achieving competitive stability.*

Світова діяльність господарювання свідчить, що популярним способом покращення конкурентоспроможності є логістична ідея управління підприємством. Значної популярності даний спосіб має у період фінансових проблем, в той час, як підприємству необхідно виконати свою роботу з мінімальними витратами, відносно руху та зберігання товарно-матеріальних цінностей від початкового етапу до кінцевого. Основна ціль полягає в збалансуванні рівня сервісу та ціни відносно швидкості та якості для отримання переваг на ринку. Управління логістичних концепцій досліджені у працях П. Гудзь, В. Бондарчук, В. Кацьма, Є. Крикавський, Р. Ларіна, Р. Луїс, Л. Рудюк, Л. Фролова. У науковій літературі також аналізується світовий досвід використання логістичної концепції, що потребує подальшого дослідження для застосування в нашій країні.

Актуальність вибраної теми підтверджується етапом розвитку підприємств, адже їх стан не відповідає рівню лідерів на міжнародному ринку, що може привести до втрати конкурентних переваг. Для покращення ефективності необхідно проаналізувати та розробити науково-теоретичні підходи, практичні механізми для якісного логістичного управління.

В умовах жорсткої конкуренції підприємств використовують інновації, вони сприяють покращенню якості та конкурентоспроможності продукції. Комплексність управління забезпечується логістичним підходом до керування матеріальними та товарними потоками разом з фінансовими, інформаційними та іншими потоками, а також об'єднання певних управлінських структур та підрозділів підприємства. Враховуючи всі ланки ланцюга необхідно застосовувати оптимізаційні економічні та математичні моделі стратегічного та поточного планування. Визначають найкращі методи та механізми управління специфікою способів впливу на об'єкт управління, завершальним етапом якого виступає оптимізація роботи різних логістичних систем шляхом скорочення витрат та продуктивною організацією форм впливу на певну логістичну ситуацію [1, С. 14].

Основну мету логістичного процесу формулює правило "7R": потрібний товар, в належній якості, в потрібній кількості, повинен бути доставлений в потрібний час та в потрібне місце споживачу з мінімальними витратами. (Right product, right quality, right quantity, right time, right place, right customer, right cost). Недотримання хоча б однієї з приведених умов може призвести до втрати клієнтів і, відповідно, певної частки ринку.

На підприємствах користуються двома основними підходами управління: перший підхід прогнозує планування та виконання повсякденної діяльності; другий передбачає створення структури і механізму керування потоків. Загалом управління передбачає інтеграцію функцій та процесів у сфері постачання, виробництва та збуту. Починаючи діяльність підприємства потрібно сформулювати: стратегію, цілі, концепції рішень, метод контролю і оцінки діяльності та організації управлінських рішень [2, С. 5].

Формування логістичної системи необхідно починати зі сфери постачання, адже з неї починається матеріальний потік до логістичної системи. Розглянемо п'ять підсистем логістичного управління на підприємстві (табл. 1), кожна підсистема передбачає покращення ефективності роботи.

Таблиця 1

Логістичні підсистеми організації та управління на підприємстві

Види підсистем	Зміст завдань
Підсистема постачання	Завдання підсистеми підібрати надійних постачальників, створити механізм та оптимізувати процес закупівлі, слідкувати за сучасним ринком, використовувати робочі методики, розробити стратегії та тактики закупівлі.
Складська підсистема	Забезпечує якість складських послуг та раціональність розміщення, стандартизує процес за допомогою складських технологій.
Транспортна підсистема	Спрямована на розробку схем та маршрутів, поставок, ведення обліку, раціональне завантаження транспорту, цілісності транспортування з складськими та виробничими процесами.
Виробнича підсистема	Передбачає здійснення різних способів управління запасами, планування та забезпечення виробництва, ведення обрахунку матеріального потоку та виробничого циклу.
Збутова підсистема	Відповідає за пришвидшення обробки та оформлення замовлень, покращення рівня логістичного сервісу, зменшення кількості рекламацій та штрафів. Проводиться вивчення ринку.

З досвіду лідируючих компаній на світовому ринку можна виділити поширені принципи та підходи до реалізації логістичного управління інтегрованим ланцюгом постачань:

- при виборі стратегії: основна ціль у покращенні обслуговування клієнтів за допомогою швидкості реагування на попит з одночасним охопленням життєвого циклу продукту від розробки до утилізації;
- при плануванні: колективне планування учасників за принципом “одна організація”, що означає інтегровані параметри циклу замовлення, рівня запасів, планової інформації;
- при здійсненні логістичних процесів: інтегроване управління просторово-часовим переміщенням матеріальних благ, що вимагає повної інтеграції функцій і процесів у ланцюзі постачань.

В дослідженні Л. Фролової для реалізації стратегії управління важливим є виявлення основних факторів успіху. [1, С. 20] (табл. 2).

Таблиця 2

Фактори успіху логістичного управління торговельним підприємством

Фактори успіху	Параметри успіху
Товарні	Ефективність постачання, закупівлі та зберігання, реалізації товарів; Асортимент і якість товарів відповідно споживчого попиту; Збільшення частки ринку своїх товарів; Розвиток бренду; Розширення бази клієнтів .
Фінансові	Максимізація чистого грошового потоку; Ефективність авансування в оборотні активи та формування суми капіталу; Узгодженість фінансових потоків з сервісними та товарними; Удосконалення фінансового стану підприємства ; Зниження фінансових ризиків.
Інформаційні	Якісне інформаційне забезпечення управлінської діяльності ; Високий рівень комунікацій з постачальниками, споживачами, конкурентами; Використання сучасних технічних засобів збирання, передачі, обробки та зберігання інформації.
Сервісні	Значний рівень обслуговування покупців та товарів; Відповідний рівень після продажного обслуговування товарів та покупців; Якість рекламного забезпечення клієнтів.

Найпопулярнішими логістичними системами та методами є: MRP1 – Material Requirements Planning (планування потреби в матеріалах); MRP2,3 – Material Recourse Planning (планування матеріальних ресурсів); DRP1 – Distribution Requirements Planning, (планування збутових потреб); DRP2 – Distribution Recourse Planning, (планування збутових ресурсів); ECR – Efficient Consumer Response, (ефективне обслуговування клієнта); CRM – Continious Replenishment Management, (менеджмент безперервного поповнення запасів); LRP – Logistics Recourse Planning, (планування логістичних ресурсів); KANBAN – японська система



виробничої логістики; CUMA – кооперативи зі спільного використання техніки; EDI – Electronic data Interchange; ЛТ – Just in Time, точно в термін [3, С. 212; 5, С. 116].

Найпоширеніша у світі концепція логістики “точно у термін” (just-in-time, ЛТ). Система її організації ґрунтується на постачанні без будь-яких обмежень щодо вимоги мінімуму запасів, де потоки матеріальних ресурсів детально синхронізуються за потребою у них, з метою мінімізації витрат, пов’язаних з створенням запасів.

Логістична система Kanban являє собою метод, який спрямований на задоволення потреб клієнтів самостійно керуючим виробництвом за принципом отримання. Матеріальний потік спрямований вперед (від виробника до споживача), тоді як інформаційний спрямований назад (від споживача до виробника), втручання центрального керівництва зайві [4]. Система KANBAN реалізована на таких підприємствах як General Motors, Renault.

На сьогоднішній день українські підприємства найчастіше використовують систему KANBAN та ЛТ. Можливість приєднатися до сучасного процесу «фізичний Інтернет», стала ключовим чинником, що визначає конкурентоспроможність підприємства та держави в цілому. Щоб визначити можливість країни в участі комерційної логістики і заходи щодо покращення цієї здатності, було проаналізовано дослідження Міжнародного банку реконструкції та розвитку щодо впливу логістики на глобальну економіку. У дослідженні було розроблений індекс ефективності логістики (англ. The Logistics Performance Index, LPI) на підставі масштабного опитування глобальних транспортних компаній та агентств, найбільш активних у міжнародній торгівлі. Участь приймають понад 160 країн, оцінюються критерії по п’ятибальній системі за такими показниками: якість митної обробки вантажу, здатність організації міжнародних вантажовідправлень, рівень логістичної інфраструктури, контроль міжнародних вантажовідправлень, витрати та час доставки у пункти призначення [4].

За рейтингом LPI 2016 року перші місця отримали Німеччина, Люксембург, Швеція, Нідерланди Сінгапур, Бельгія, Австрія, Великобританія, Гонконг і США. Китай опинився на 27-му місці. Україна – на 80-му місці (2014 р. – 61-е місце). Росія – на 99-му (2014 р. – 90-е місце), Білорусь – на 120-му (2014 р. – 99-е місце).

Розглядаючи Україну за кожною характеристикою, найгірше оцінено митне оброблення вантажів (2,30 бала, 4,12 у Німеччини), це 116-те місце в списку, згідно з рейтингом за окремою характеристикою. Найкраще Україну оцінили за терміном доставки вантажів в пункти призначення (3,51 бала, 4,45 у Німеччини), це 54-те місце списку. За п’ятибальною системою у 2016 р. Україна отримала 2,74 бала.

Як показує практика, підприємства, які використовують логістичний спосіб управління, можуть конкурувати з іншими підприємствами за рахунок оптимізації витрат, пов’язаних з виробництвом і реалізацією товарів, прискорення оборотності капіталу. Організація управління повинна починатись з розроблення стратегії для досягнення максимального прибутку з мінімальними витратами. Досягнути такого ефекту можна завдяки значного скорочення запасів матеріальних ресурсів та готової продукції у сферах виробництва, постачання і збуту, скорочення тривалості виробничого циклу і циклу виконання замовлень клієнтів, упровадження гнучких автоматизованих і роботизованих виробництв, що дозволяють швидко переходити на випуск нових видів продукції.

1. Фролова Лариса Володимирівна. Логістичне управління торговельним підприємством: теорія та методологія : дис... д-ра екон. наук: 08.07.05 / Донецький держ. ун-т економіки і торгівлі ім. М.Туган-Барановського. Донецьк, 2005. URL: [https://otherreferats.allbest.ru/economy/00444374\\_0.html](https://otherreferats.allbest.ru/economy/00444374_0.html).

2. Рудюк Л.В. Фінансова логістика як інструмент підвищення конкурентоспроможності бізнесу автоперевізників. URL: [http://www.rusnauka.com/19\\_AND\\_2013/Economics/10\\_142662.doc.htm](http://www.rusnauka.com/19_AND_2013/Economics/10_142662.doc.htm)

3. Досвід Канади та країн ЄС у сфері політики з підтримки розвитку сільськогосподарських обслуговуючих кооперативів : аналіт. дослідж. / В. Бондарчук, Дж. Алколей, Л. Молдован та ін. ; за ред. С. Курдицького. К. : [б. в.], 2011. 91 с.

4. Луис Р. Система Канбан. Практические советы по разработке в условиях вашей компании / пер. с англ. Журиной Е.В.; Под науч ред. Башкардина Э.А. М.: РИА стандарты и качество, 2008. 140 с.

УДК 338.47

## ЛОГІСТИЧНІ АСПЕКТИ ДІЯЛЬНОСТІ АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

LOGISTIC ASPECTS OF ACTIVITIES OF MOTOR VEHICLES ENTERPRISES

**Товарянський Володимир, Гаврилюк Андрій, Ренкас Артур**

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,  
вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007*

*Projected model of the transport-logical system in the organization of motor transport enterprises, which allows you to take into account the continuity, rhythm and proportionality of the production cycle, as well as synchronize operations according to the scheme "production – transportation of finished products".*

Сьогодні значна увага приділяється дослідженням транспортно-логістичної діяльності. Транспорт як невід'ємна складова процесу перевезення пасажирів та вантажів належить до однієї з найбільших і складних логістичних систем. Транспортна логістика враховує сукупність транспортних засобів, зокрема автомобільного рухомого складу, а також перевантажувальних пунктів, до яких відносяться території із стоянками, зони складування і процесів механізації перевантажувальних робіт, шляхи сполучення, засоби сигналізації та зв'язку для забезпечення діяльності органів управління, функціонально пов'язаних між собою.

Головною рисою транспортної логістики є загальносистемний підхід до діяльності щодо переміщення вантажів, а саме формування так званого «єдиного ланцюга». Його додержання стосується суб'єкта господарювання, експедиторів та перевізників, оскільки вони повинні вирішувати завдання комплексно, відмовляючись від діяльності, яка відповідає локальним критеріям (вартість перевезення, терміни доставки, гарантії збереження, навантаження тощо). При цьому мінімальне значення витрат повинно забезпечуватися на всіх маршрутах, а не тільки на окремих ділянках, тому в структурну схему транспортної логістики крім організації перевезень процесу зазвичай включають управління запасами, вантажно-розвантажувальні роботи, зберігання, планування додаткових витрат і ін.

Для належного функціонування будь-якого автотранспортного підприємства властива чітка послідовність дій, що базується на основі транспортно-логістичної системи. Принципова модель такої системи включає об'єкти, суб'єкти та процеси. Проте, для транспортно-логістичної системи властиво розглядати автотранспортне підприємство як абстрактне середовище, в якому матеріальний, фінансовий та відповідний їм інформаційний потоки пов'язані з постачальниками, споживачами і посередницькими організаціями (експедиторськими, транспортними, складськими), а також внутрішньо-фірмовими операціями. В організації автотранспортного підприємства іноді виникають труднощі щодо подолання зон «стикувань» між функціями та ієрархічними рівнями, взаємодією з інформаційними потоками постачальників та споживачів, що свідчить про проходження поточкових процесів через кордони відповідальності окремих підрозділів організації, а також через існуючі межі суб'єктів господарювання, які входять до складу транспортно-логістичної системи.

Запропонуємо схему транспортно-логістичної системи, яка, на нашу думку, в повній мірі відображає сукупність взаємозв'язаних операцій в роботі автотранспортного підприємства із забезпечення перевезень вантажів. Входом у транспортно-логістичну систему є матеріальний потік (засоби праці, предмети праці, готова продукція). Виходом з транспортно-логістичної системи є соціально-економічний результат функціонування, виражений в параметрах

досягнення мети через отримання сукупності ефектів (інтеграція, кооперація, координація). Схему транспортно-логістичної системи зображено на рис. 1.

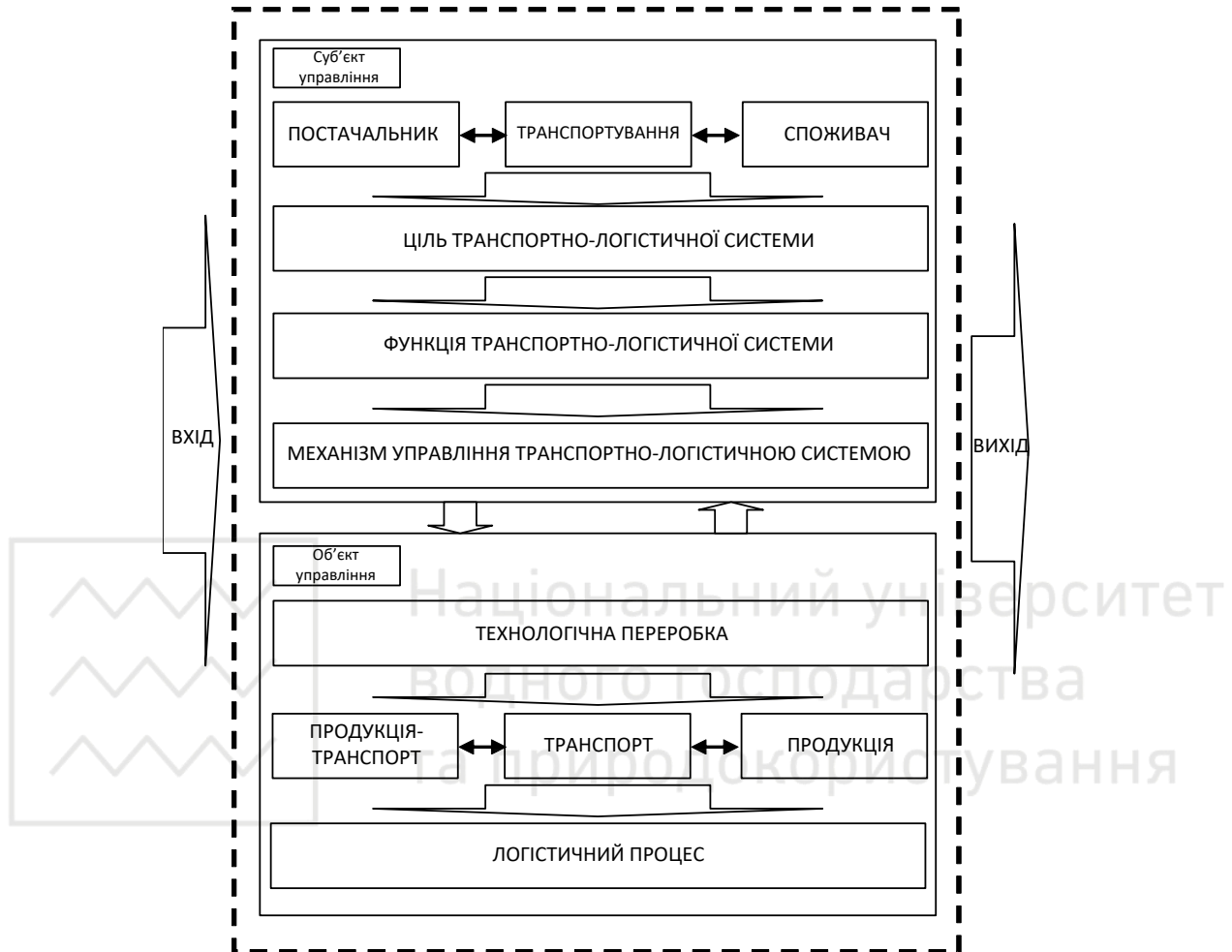


Рис. 1. Транспортно-логістична система в організації роботи автотранспортного підприємства

Окреслена транспортно-логістична система є механізмом зі зворотним зв'язком, що включає об'єкт управління – процеси і спеціалізований блок управління системою. Вона повинна відповідати вимогам щодо забезпечення систематичної ідентифікації та управління всіма видами ресурсів, процесів і результатів з метою зниження ризику, підвищення якості обслуговування споживачів та зниження загальних витрат.

1. Смирнов І.Г. Транспортна логістика : навчальний посібник / І.Г. Смирнов, Т.В. Косарева. – Київ: Видавництво «Центр учбової літератури», 2008. – 224 с.

2. Попова Н.В. Сучасні тенденції розвитку транспортно-логістичних систем. / Н.В. Попова, В.Г. Шинкаренко // Вісник економіки транспорту і промисловості : Український державний університет залізничного транспорту. – Харків: №53, 2016. – С. 54-60.

УДК:658.286

## ЛОГІСТИЧНІ СТИМУЛИ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ

LOGISTIC INCENTIVES FOR EFFICIENT USE OF THE TRANSPORT COMPLEX

Швець Микола

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

*Based on the analysis of the characteristics and the current state of the transport complex of Ukraine, the main directions of improvement of the transport-logistic approach are presented.*

Згідно даних світового банку в Україні близько 90% логістичних послуг – це операції, що безпосередньо пов'язані з транспортною логістикою, а 8% – з операціями складського зберігання, 2% – з операції експедирування і лише 1% – це управління ланцюгами постачань.

Практично, використання логістики в народногосподарській діяльності почало впроваджуватись на початку 60-х років 20-ого століття. Пройшовши інтенсивний шлях розвитку на сьогоднішній день логістика розповсюдилась з транспортно-економічної в інші сфери діяльності людей (соціальну, культурну, освітню тощо). Починаючи з 90-х років термін "логістика" почав інтенсивно використовуватись у всіх сферах діяльності населення, особливо почали його експлуатувати засоби масової інформації.

Європейська логістична асоціація сформулювала наступне визначення: логістика — це організація, планування, контроль і виконання товарного потоку від проектування і закупівель, через виробництво і розподіл до кінцевого споживача з метою задоволення вимог ринку з мінімальними операційними та капітальними витратами.

Вагомий науковий внесок у розробку теоретико-методологічних та практичних аспектів проблеми підвищення ефективності транспортних засобів зробили такі вчені, як Є.А. Бузовський, О.В. Goberman, В.О. Ем, Л.Г. Зайончик, Л.Ф. Кормаков, В.І. Котелянець, О.І. Пилипченко. Проблеми транспортної логістики досліджували вітчизняні та зарубіжні економісти: О.О. Бакаєв, Д.Дж. Бауерсокс, Л.В. Фролова, Л.Б. Миротина, О.М. Тридід та інші. У цих роботах розглядається необхідність створення елементів логістичної інфраструктури з метою забезпечення розвитку транспортної системи.

На сьогоднішній день особливо актуальними є питання оптимізації витрат на виконання логістичних функцій і операцій в ланцюгах постачань. Все це вимагає від транспортно-логістичних підприємств адаптації до умов організації бізнесу для яких характерними є тенденції глобалізації та інтеграції.

Застосування логістики в транспорті, так само, як і в виробництві чи торгівлі, перетворює контрагентів з конкуруючих сторін у партнерів, які взаємодоповнюють один одного в транспортному процесі.

Сучасний стан транспортного комплексу України показує існуючі недоліки, подолання яких вимагає логістичного підходу:

- недостатнє опрацювання маркетингових і логістичних стратегій функціонування транспортного комплексу;
- низька якість комплексного логістичного сервісу, що не відповідає світовим стандартам;
- низький рівень розвитку виробничо-технічної бази, інфраструктури транспорту, інформаційних систем підтримки логістичного процесу при здійсненні транспортування;



- відсутність єдиної інноваційної і інвестиційної політики;
- складність і недосконалість діючих систем документообігу і митних процедур оформлення вантажів;
- низький рівень взаємодії та інформаційного зв'язку між учасниками перевізного процесу, перевізниками, експедиторами, терміналами, складами, митницями, іншими підприємствами і споживачами їх послуг;
- значна розбіжність інтересів партнерів при здійсненні транспортування в ланцюгах постачань;
- відсутність єдиної нормативно-правової бази, сучасних законів в галузі логістики стосовно транспортного комплексу;
- нестача сучасних логістичних технологій транспортно-експедиційної діяльності.

Транспортування можна розглядати як логістичну функцію, пов'язану з переміщенням продукції транспортним засобом за певною технологією в ланцюзі постачань. Ця технологія, в свою чергу, складається з логістичних операцій і функцій які включають в себе: експедирування, перевантаження вантажу з одного виду транспорту на інший, вантажопереробку, упаковку, передачу прав власності на вантаж, страхування ризиків, митні процедури, тощо.

У міжнародній термінології визначення вантажного перевезення за участю різних видів транспорту формується в залежності від ступеня їх участі в перевізному процесі, відповідальності за перевезення всіх його учасників, порядку оформлення перевізних документів та ін. Усі ці характеристики перевезень виходять з визначення змішаного перевезення вантажів.

У Конвенції про міжнародні змішані перевезення, прийнятої більш 30 років тому на конференції ООН, дане наступне визначення оператора змішаного перевезення. Це – "будь-яка особа, що від власного імені чи через іншу діючу особу укладає договір змішаного перевезення і виступає не як агент, а як сторона договору, від імені відправника вантажу чи перевізників, що беруть участь в операціях змішаного перевезення, і приймає на себе відповідальність за виконання договору".

Для зниження логістичних витрат і покращення ефективності роботи транспортного комплексу необхідна швидка синхронізація робіт всіх підприємств, що беруть участь в ланцюжку перевезень. Ці задачі можуть виконувати логістичні центри, які створюються на базі загальнотранспортних вузлів і мультимодальних термінальних комплексів. Складовими частинами логістичного центру виступають транспортні засоби різних видів транспорту, вантажні та залізничні станції та їх технічні засоби перевантаження та управління, аеропорти, термінали, експедиторські підприємства, що забезпечують в своїй взаємодії комплексне вирішення поставлених задач з використанням сучасних логістичних технологій.

Основними напрямками удосконалення транспортно-логістичного комплексу є:

- інвестування в оновлення основних фондів транспорту та дорожнього господарства з метою приведення їх до сучасних вимог;
- міжгалузєва координація розвитку транспортної інфраструктури з метою раціонального використання транспортних ресурсів різних видів транспорту;
- впровадження новітніх транспортних технологій, пов'язаних з сучасними виробничими, складськими та митними технологіями;
- інформатизація транспортного процесу.

Сьогодні все більше зростає актуальність застосування логістичного підходу в діяльності транспортної системи України. Він гарантує підвищення ефективності її функціонування, активізує процеси інтеграції в світову транспортну систему, сприяє підвищенню прибутку за рахунок скорочення витрат.

*І. Крикавський Є.В. Логістика. Основи теорії: Підручник. – Львів: Видавництво НУ "Львівська політехніка", Інтеллект-Захід, 2004. – 416 с*



УДК:656.073:621.796

## ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ЛОГІСТИЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ СКЛАДІВ

### MAIN REQUIREMENTS FOR LOGISTIC DESIGN OF COMPOSITIONS

**Швець Микола, Швець Володимир**

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

*The main requirements for the adoption of design decisions for efficient functioning of the warehouse and the main conditions for its functioning as an element of the logistic system are given.*

Одним з найважливіших елементів розвитку інфраструктури та логістичних систем, що активно формуються в Україні є склад. Проблемами логістики складування в різні часи займалися як вчені-теоретики, так і практики виробництва, серед яких варто відзначити роботи В.В. Дибської, В.І. Сергєєва, Є.В. Крикавського, Н.І. Чухрай та ін.

Як відомо з літературних джерел склад – це складна технічна споруда призначена для прийому, розміщення, накопичення, зберігання, переробки, відпуску і доставки продукції споживачам. При його проектуванні необхідно враховувати пропускну здатність існуючих під'їзних шляхів а також заплановану інтенсивність товаропотоку в залежності від часу доби, сезону року та інших факторів. При цьому проектування складу необхідно проводити з обов'язковим впровадження сучасних систем автоматизації обліку товарів. Інженерні споруди та системи, складське устаткування необхідно проектувати на можливість безперебійної роботи складського або логістичного приміщення в умовах цілодобового пікового навантаження. Ефективність функціонування складу в процесі експлуатації лише реалізується, а вона закладається на етапі проектування складської системи. Для цього в процесі прийняття об'ємно-планувальних рішень необхідно дотримуватись всіх державних стандартів та виконувати наступні вимоги:

- 1) вибираючи основні параметри складських зон необхідно виходити із специфіки номенклатури вантажу що планується перероблятися та особливостей його поставки на склад та зі складу, тобто раціонально й ефективно спроектувати і розмістити ділянки прийому і розвантаження складської продукції та оптимально підібрати зони під'їзду і паркування транспорту;
- 2) при необхідності виконання робіт з певними видами вантажів розташовувати складські зони таким чином щоб забезпечувати послідовне здійснення операцій технологічного процесу;
- 3) проектування розвантажувально-навантажувального фронту відбувається з урахуванням видів і характеристик вантажу і відповідних транспортних засобів та інтенсивності вхідних і вихідних потоків;
- 4) проектувати роботу зон розвантаження і навантаження різних видів транспорту (залізничні, автомобільні та ін.) з протилежних сторін складу, при цьому зона;
- 5) зона розвантаження проектується в безпосередній близькості до експедиції і складської зони приймання, яка повинна мати місця для тимчасового зберігання товару до повної його реєстрації;
- 6) проектування основної зони зберігання здійснюється з врахуванням відповідного технологічного внутрішньоскладського обладнання, яке вибирається виходячи із специфіки товару, його вартості, партії поставки, особливостей комплектації і т. д.;
- 7) проектування проходів і проїздів в зоні зберігання здійснюється у відповідності до існуючих стандартів та з врахуванням запроектованих навантажувально-розвантажувальних механізмів;



- 8) розміщення технологічного обладнання в просторі складу проектується таким чином, щоб забезпечувати максимальне використання об'єму складу з врахуванням чіткої і зрозумілої схеми розміщення товарів на стелажах всередині складського приміщення;
- 9) зона комплектації проектується відповідним обладнанням з урахуванням особливостей самого товару та обраної системи пакування (контейнерування) з забезпеченням руху вантажопотоку в експедиції відправлення або до розвантажувальної рампи, тому розташування її передбачає безпосередню близькість з вказаними зонами;
- 10) експедиція відправки проектується з прямим виходом до місць відвантаження, а розвантажувальна рампа відповідно повинна забезпечувати механічну обробку вантажу при відправленні замовлення на будь-який вид транспорту [1].

Отже, основними умовами ефективного функціонування складу як елемента логістичної системи є:

- 1) Склад розглядається не ізольовано, а як елемент логістичної системи, і ефективність його функціонування повинна відповідати інтересам ефективного функціонування логістичної системи в цілому.
- 2) Необхідність врахування взаємодії і взаємовідносин складу як на рівні всієї логістичної системи, так і всередині (зовнішнє та внутрішнє середовище), і суб'єкту логістичної системи, чиєю матеріально-технічною базою він є.
- 3) Необхідність ув'язки технічних і технологічних можливостей руху матеріального потоку, що проходить через склад, із зовнішнім транспортним забезпеченням, а також безпосередніми постачальниками і споживачами.
- 4) Зменшення витрат на складське обслуговування вантажів не повинно призвести до зниження рівня обслуговування клієнтів.
- 5) Логістичні послуги, що надаються складами, повинні відповідати політиці фірми при обслуговуванні клієнтів.
- 6) Впровадження технічних і технологічних рішень на складі повинні здійснюватися не з кон'юнктурних міркувань, а з логістичної необхідності і економічної доцільності.
- 7) Виходячи з сучасного рівня розвитку логістичних систем необхідно передбачати автоматизовану систему управління інформаційними потоками незалежно від рівня технічної оснащеності самого складу.
- 8) Для зниження трудовитрат, що пов'язані з документообігом, доцільно передбачити єдиний підхід до документації між усіма учасниками логістичної системи.
- 9) Для пришвидшення автоматизації інформаційних потоків в логістичній системі і на складі доцільно впровадження штрихового кодування вантажу [2].

Отже, виходячи з наведеного переліку вимог до проектування складської системи необхідно чітко дотримуватись його виконання. Це дасть можливість при експлуатації складських приміщень оптимізувати їх роботу та суттєво підвищити ефективність їх використання. Крім цього, деякі елементи з даного переліку можна вибірково впроваджувати в існуючі складські комплекси, особливо це відноситься до впровадження автоматизованої системи інформаційного забезпечення штрихового кодування вантажу та автоматизованої системи управління запасами на складі.

1. Крикавський Є.В. Логістика. Для економістів: Підручник / Є.В. Крикавський. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2004. – 448 с.

2. Дыбская В.В. Логистика складирования для практиков / В.В. Дыбская. – М.: Издательство “Альфа-Пресс”. 2005. – 208 с.

УДК 622.684-83

## ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВЕЛИКОВАНТАЖНИХ КАР'ЄРНИХ АВТОСАМОСКИДІВ НА ЗАЛІЗОРДНИХ КАР'ЄРАХ КРИВОРІЗЬКОГО РЕГІОНУ

PECULIARITY OF OPERATION OF HEAVY-DUTY DUMP-TRUCKS ON IRON ORE QUARRIES OF THE KRYVYI RIH REGION

Градова Євгенія

*Криворізький національний університет  
вул. Віталія Матусевича, 11, м. Кривий Ріг, 50027*

*The analyzed peculiarity of operation of heavy – duty dump trucks and changing in the indicators of the work of the career equipment wing to the deepening of mining operations*

Криворізький басейн, характеризується не тільки локалізацією рідкісних покладів залізної руди, а й своєрідною будовою та особливим її заляганням. Це обумовлює видобуток двома способами – відкритим та підземним. Найбільш ефективним вважається саме відкритий спосіб видобутку, адже загальна річна продуктивність таких підприємств перевищує у декілька разів.

У Кривому Розі видобуток залізної руди відкритим способом здійснюється на 7 кар'єрах, які входять до складу чотирьох гірничозбагачувальних комбінатів (ПАТ «ПВНГЗК», ПАТ «ЦГЗК», ПАТ «ПВДГЗК» та ПАТ «ІНГЗК»). Спільною характеристикою для всіх підприємств є специфічність умов експлуатації транспортного та транспортуючого обладнання, адже середні глибини переважної більшості кар'єрів сягають 400м.

Зі збільшенням глибини кар'єру великого значення відіграє підтримання заданих темпів гірничих робіт, але подальше заглиблення ускладнює цей процес, так як, робочий простір, необхідний для виконання маневрових та навантажувальних операцій, зменшується до критичних значень, паралельно з цим збільшуються поздовжні ухили технологічних трас та відстані транспортування. Всі перелічені фактори негативно впливають на експлуатаційні показники технологічного транспорту, адже, зростають витрати дизельного пального; збільшуються навантаження на силові установки та вузли і агрегати трансмісії (для кар'єрних самоскидів); через підвищені та круті ухили технологічних трас частішають випадки ДТП із участю габаритного рухомого складу. Все це призводить до значних простоїв кар'єрної техніки у ТО та Р і, як наслідок, до величезних збитків.

Окрім цього, збільшення об'ємів перевезень та погіршення гірничотехнічних умов призвело до того, що паралельне використання декількох видів технологічного транспорту є недоцільним, а тому фактор заглиблення гірничих робіт можна розглядати як критерій необхідності переходу до комбінованого способу транспортування гірничої маси з взаємозалежними зв'язками. При використанні комбінованого способу транспортування гірничої маси кожен із видів транспорту експлуатується в найбільш оптимальних умовах, з метою максимально ефективного використання закладеного потенціалу в рухомий склад.

Якщо брати до уваги нинішні глибини кар'єрів Криворізького регіону, то варто відмітити, що на сьогоднішній день роботи ведуться як у верхніх, так і в нижніх частинах кар'єрів. В заданий висотний діапазон потрапляє значний обсяг ділянок, які характеризуються наявністю готових до виймання запасів залізної руди, і можуть бути залучені до відробки. Враховуючи це, з метою ефективного відпрацювання та забезпечення запланованої річної продуктивності необхідним є проведення умовного зонального розподілу.

Одним із основних факторів, який обмежує використання автомобільного технологічного транспорту є відстані транспортування та поздовжні ухили технологічних трас.

Згідно з «Нормами технологічного проектування», для транспортних засобів із колісною формулою 4x2 величина найбільшого поздовжнього ухилу кар'єрних доріг повинна становити 6–8% для доріг із твердим покриттям і 5–6% - із ґрунтовим покриттям. Для переважної більшості технологічних трас кар'єрів Криворізького регіону значення поздовжніх ухилів сягають граничних позначок, а це дає підставу з огляду на те, що основну частину самоскиди рухаються із номінальним навантаженням від вибою до перевантажувального пункту, стверджувати про перевитрати дизельного пального при роботі машин у тяговому режимі та скорочення швидкостей руху.

Окрім цього, варто зауважити, що сьогодні темпи виїмки розкриву за швидкістю поступаються видобутку залізних руд, а це спричинило скорочення робочого простору від нормативних значень до мінімально допустимих. А тому питання невідповідності розмірів робочих площадок габаритам великовантажних самоскидів постає гострим кутом, і обумовлює збільшення часу на виконання маневрових операцій та кількості самих маневрів з метою встановлення самоскидів під навантаження. Обмеженість робочого простору на даний час характерно для всіх кар'єрів Криворізького регіону. Аналіз кар'єрного поля Глеєватського родовища дав можливість визначити розподіл робочих площадок по ширині (рис. 1).

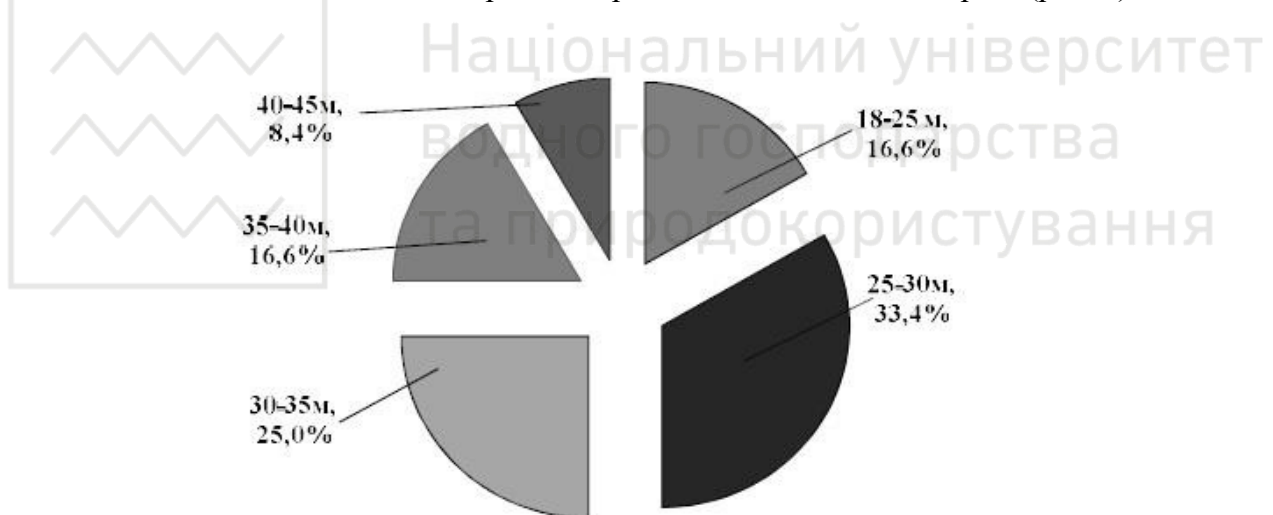


Рис. 1. Розподіл робочих площадок Глеєватського родовища по ширині

З представленого розподілу можна бачити, що більшість робочих площадок (58,4%) мають ширину від 25 до 35 м, а це набагато менше від нормативних значень для відповідного вибою (рис. 2). Середня зона кар'єру представлена екскаваторними вибоями із площадками шириною 30 м ( на глибині від 225 до 312 м), а нижня - шириною 24 м (на глибині від 312 до 382 м) [1].

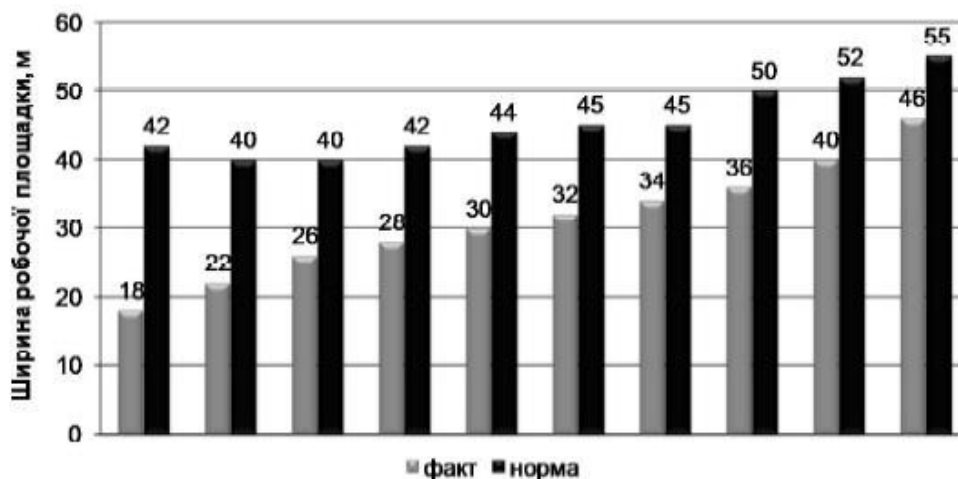


Рис. 2. Порівняння фактичної ширини робочих площадок із нормативними значеннями

Беззаперечно, що зміна гірничотехнічних умов залізрудних кар'єрів Криворізького регіону погіршує як експлуатаційні, так і паливно-економічні показники роботи кар'єрного транспорту. Тому до великовантажних кар'єрних самоскидів висувають більш високі вимоги в області тягово – швидкісних характеристик, електромеханічних навантажень, нагріву обладнання та паливної економічності. У зв'язку з цим на сьогоднішній день гостро постає питання вдосконалення та розвитку електромеханічного приводу, який безпосередньо і визначає тягово – швидкісні властивості самоскида та впливає на паливно – економічні показники цих машин.

Напрямами подальших досліджень є розробка комплексної методики вибору раціональної комплектації електромеханічного приводу. На основі встановлених залежностей між зміною гірничотехнічних умов та впливу їх на показники роботи вузлів і агрегатів електромеханічного приводу, в майбутньому, у покупців кар'єрної техніки виникає можливість самостійно компоувати тяговий електропривід із запропонованих варіантів заводом – виробником, з метою експлуатації рухомого складу в нормально – допустимих режимах та максимального використання закладеного потенціалу у кар'єрну техніку.

1. Веснін, А.В. Порівняльний аналіз залізрудного і вугільного пилу у контексті їх впливу на наробіток компонентів електромеханічної трансмісії кар'єрних самоскидів / А. В. Веснін, В. О. Сістук, А. О. Богачевський // Вісник Криворізького технічного університету. - Кривий Ріг: КНУ, 2014. – Вип. 38. – С. 112–119.

2. <https://kdpu.edu.ua/pryroda-kryvorizhzhia/fizyko-heohrafichna-kharakterystyka/pryrodni-resursy/1312-korysni-kopalyny-kryvorizhzhia.html>

3. Геолого – мінералогічний вісник №1 – 2, 2000, стр. 121 – 123.

4. Смирнов В.П., Лель Ю.И. Теория карьерного большегрузного автотранспорта. – Екатеринбург.: УрО РАН. 2002. – 355 с.



УДК 66.074

## АНАЛІЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕРОБКИ АВТОМОБІЛЬНИХ КАТАЛІЗАТОРІВ

### ANALYSIS AND INVESTIGATION OF THE PROCESS OF REPAIR OF AUTOMOTIVE CATALYSTS

Ігнатюк Роман, Рижий Олександр, Пахаренко Володимир

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Стрімке зростання кількості автомобілів призвело до значних загроможень навколишнього середовища продуктами їх експлуатації. Враховуючи зростаючий попит на електроавтомобілі, такий рідкісноземельний метал як лантан, використовується у якості інтерметаліду у нікель-метал-гідридних батареях, які є основними у електромобілях [1]. Лантан-нікель-гідридні батареї замінили Ni-Cd батареї комп'ютерів та свинцево-кислотні батареї автомобілів. Ці батареї мають кращі характеристики заряджання та створюють менше екологічних проблем. Це лише один із декількох можливих варіантів застосування рідкісних земельних металів у сьогоднішньому світі. Церій, один із найбільш поширених та дешевих рідкісних земельних металів, використовується у якості агента для полірування скла та як каталітичний конвертор для очищення повітря у сучасних автомобілях (рис.1).

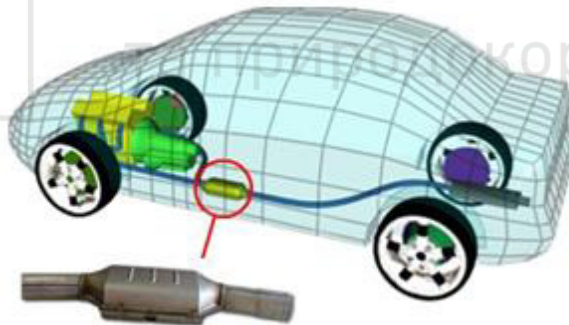


Рис.1. Каталічний конвертер

Церій є одним із важливих рідкісних земельних металів та використовується в основному в автомобільних каталітичних конверторах. Оксид алюмінію  $Al_2O_3$ , найчастіше вибирається у якості основи для цих конверторів, завдяки великій площі поверхні та добрій термальній стабільності [2].

Нами дослідження процес повторної переробки  $CeAlO_3$  до  $CeO_2$ , що дає можливість знову застосувати цей елемент у виробництві. Для системи  $Ce-Al-H_2O$  було створено Eh-pH діаграми ( $Al-H_2O$ ,  $Ce-H_2O$ ,  $Ce-Al-H_2O$ ). Також було визначено усі можливі варіанти реакцій, що можуть бути застосовані до процесу повторної переробки цього елемента із зазначенням типу кожної реакції. Кінцевим продуктом, який ми хотіли отримати із сировини, що піддавалась повторній переробці ( $CeAlO_3$ ), був  $CeO_2$ . Цей оксид можливо отримати у два шляхи. Перший шлях передбачає процес розчинення, що змінює  $CeAlO_3$  до  $CeO_2$ . Другий шлях розглядає процес розчинення, що змінює  $CeAlO_3$  до  $Ce^{3+}$  із подальшим осадженням, змінюючи  $Ce^{3+}$  до  $CeO_2$  [3].

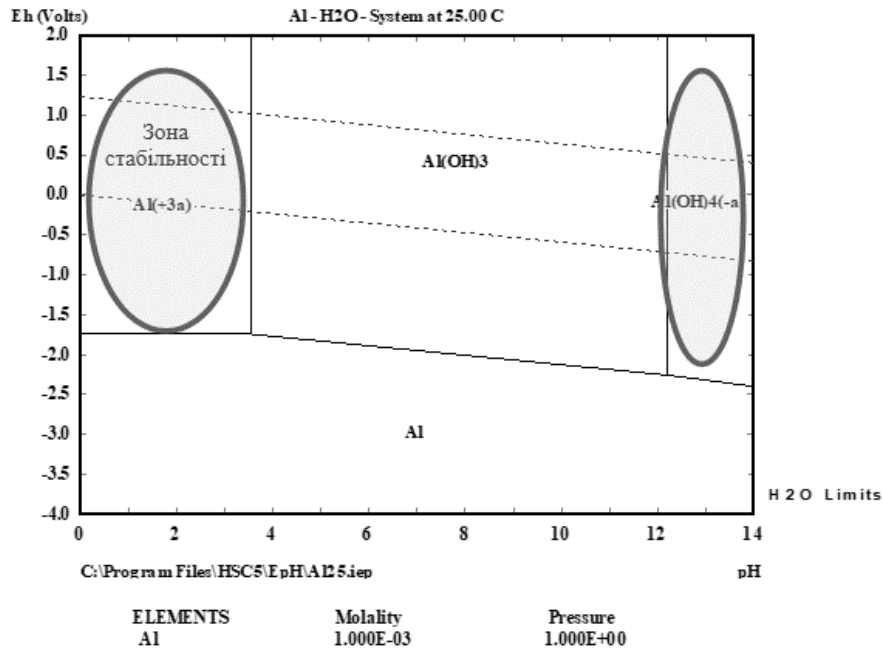


Рис.2. Eh-pH діаграма для системи Al-H<sub>2</sub>O

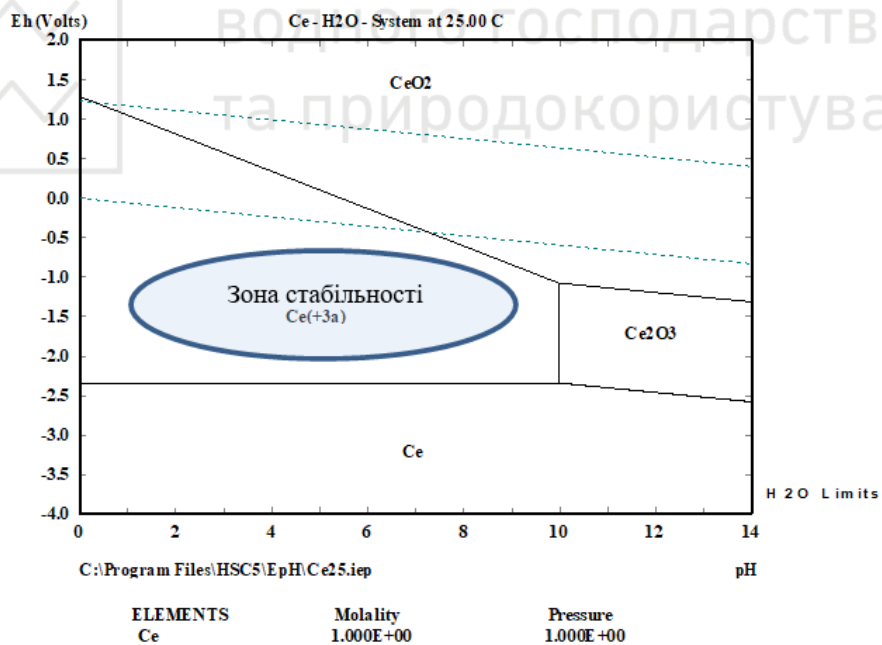
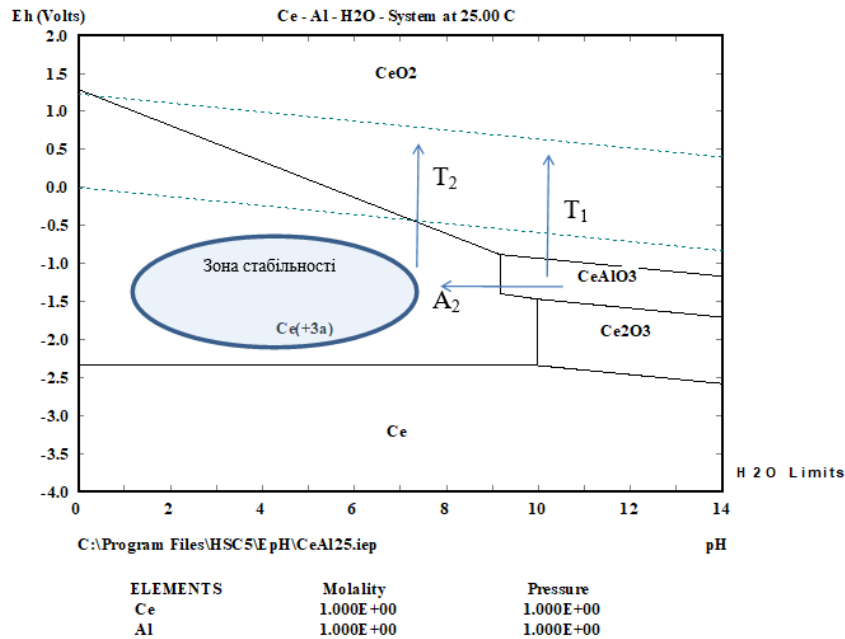


Рис.3. Eh-pH діаграма для системи Ce-H<sub>2</sub>O

Рис.4. Eh-pH діаграма для системи Ce-Al-H<sub>2</sub>O

Таблиця 1

Характеристика системи Ce-Al-H<sub>2</sub>O

Назва	Шлях	Хімічна реакція	Тип реакції
T <sub>1</sub>	CeAlO <sub>3</sub> to CeO <sub>2</sub>	CeAlO <sub>3</sub> +3H <sub>2</sub> O=CeO <sub>2</sub> +Al(OH) <sub>4</sub> <sup>-</sup> +2H <sup>+</sup> +e <sup>-</sup>	розчинення
A <sub>2</sub>	CeAlO <sub>3</sub> to Ce <sup>3+</sup>	CeAlO <sub>3</sub> +3H <sup>+</sup> =Ce <sup>3+</sup> +Al(OH) <sub>3</sub>	розчинення
T <sub>2</sub>	Ce <sup>3+</sup> to CeO <sub>2</sub>	Ce <sup>3+</sup> +2H <sub>2</sub> O=CeO <sub>2</sub> +4H <sup>+</sup> +e <sup>-</sup>	осадження

Таблиця 2

## Виробництво, споживання та економічний аналіз процесу переробки

Показники	CeAlO <sub>3</sub>	+	3H <sub>2</sub> O	=	CeO <sub>2</sub>	+	Al(OH) <sub>4</sub> (-a)	+	2H <sup>+</sup>	+	e <sup>-</sup>
Мол.коэф. (кіломоль)	1		3		1		1		2		-
Мол. маса (кг/кіломоль)	215.1		18		172.12		94.98		2.02		-
Маса (кг)	215.1		54		172.12		94.982		4.032		-
Вартість (\$/кг)	0		\$3.95 за 37,850 літрів [8]		\$9.60 за кілограм [9]		-		-		-
ВАТРІСТЬ					ПРИБУТОК						
Загальна вартість (\$)	-		\$ 0.01		\$ 1,652.35		-		-		-
<b>Чистий прибуток</b>	<b>\$1,652.35</b>										

Відповідно до економічного аналізу та створених діаграм, даний процес є економічно вигідним. Цей процес має чистий прибуток \$1,652.35. Іншою перевагою процесу є його простота та мала кількість операцій, тому, враховуючи ці переваги, даний процес є найкращим для повторної переробки CeAlO<sub>3</sub>.

1. Tech, Rare earth. Rare earth elements. Rare earth Tech. <http://www.rare-earth-tech.com>.
2. Kaspar J. Automotive catalytic converters: current status and some perspectives / Kaspar, J. - Elsevier Science. - 2003, Vol. 77.
3. С.Р. Боблях, Р.М. Ігнатюк Отримання рідкісних земельних металів із вторинної сировини / Науковий вісник НГУ, 2012, № 1. С 68-76



УДК 621.43.038

## ДІАГНОСТИКА ПАРАМЕТРІВ ПАЛИВНОГО НАСОСА НА АВТОМОБІЛІ DIAGNOSTICS OF PARAMETERS OF THE FUEL PUMP ON THE CAR

Кищун Володимир, Селегейна Дмитро

Луцький національний технічний університет,  
вул. Львівська, 75, м. Луцьк, 43018

*Named signs indicating violations of the high-pressure fuel pump. Primary diagnostics of the fuel pump diesel engine OM 613.961 was carried out on a Mercedes-Benz automobile, for the results of which it was decided to dismantle the pump from the vehicle and check it on a special stand.*

Паливний насос високого тиску (ПНВТ) є одним з основних конструкційних елементів системи впорскування двигуна. Насос виконує, як правило, дві основні функції: нагнітання під тиском певної кількості палива та регулювання необхідного моменту початку впорскування. Об'єми горючої суміші, що направляється у циліндри, повинні відповідати навантаженню на двигун, тому від точності порцій і безперебійності роботи насоса залежить ефективність роботи автомобіля загалом.

Система Common Rail відрізняється тим, що у ній ПНВТ позбавлений розподільних функцій і необхідний лише для створення резерву палива та швидкого підвищення тиску в паливному акумуляторі. З появою акумуляторних систем впорскування функція регулювання моменту подачі пального була покладена на, керовані електронікою, форсунки.

Через складну конструкцію паливного насоса, він потребує підвищеної уваги і відповідальності з боку власника автомобіля. Щоб зрозуміти той факт, що ПНВТ працює у нештатному режимі, не обов'язково чекати його виходу з ладу. Ознаками проблем з насосом і з паливною системою загалом є:

- підвищена витрата пального;
- нестабільна робота двигуна на малих обертах;
- труднощі із запуском двигуна;
- перегрів двигуна;
- поява сторонніх шумів у процесі роботи двигуна;
- зниження тиску у системі подачі пального;
- нерівномірна робота двигуна;
- утворенням нагару у циліндрах;
- підтікання пального;
- підвищений шум роботи двигуна;
- падіння потужності двигуна;
- підвищена димність вихлопу та інші [1].

Оскільки ПНВТ складається із безліч елементів, точно визначити несправний вузол дозволяє лише комп'ютерна діагностика. У сучасних автомобілях всі порушення у роботі виводяться на бортовий комп'ютер. Однак, у старих автомобілях комп'ютера не було, тому наявність проблеми визначалася за, вище наведеними, ознаками.

Перераховані несправності, за відсутності ремонту, супроводжуються поломкою супутніх механізмів і можуть викликати, як значне відхилення функціональних показників ПНВТ, так і його повну відмову. Причому, відновлення експлуатаційних якостей може бути досить витратним і, не виключено, потребуватиме повної заміни насоса. Натомість, своєчасне виконання діагностики надає можливість відремонтувати ПНВТ ще до початку втрати його роботоздатності.



У випадку появи порушень у роботі двигуна потрібно звернутися в автосервіс де, з метою більш докладного виявлення несправного вузла, слід провести комп'ютерну діагностику, а також заміри тиску, який створюється насосом.

Для проведення досліджень використовувався автомобіль Mercedes Benz E320 cdi з дизельним двигуном OM 613.961 обладнаний системою Common Rail фірми BOSCH із насосом високого тиску CP1. Експеримент проводився на СТО «Дизель-Сервіс» у м. Володимир-Волинському.

Автомобіль був доставлений на станцію технічного обслуговування з такими несправностями:

- підтікання пального з корпусу ПНВТ на приводний пас допоміжних агрегатів;
- суттєва втрата динаміки і зупинка двигуна у режимі розгону на 4-й та 5-й передачах, яка супроводжувалася включенням піктограми «Check Engine».

Для проведення первинної діагностики до діагностичного роз'єму автомобіля (див. рис. 1, а) приєднувався мультимарочний сканер KTC 520 фірми BOSCH (див. рис. 1, б).



Рис. 1. Діагностичний роз'єм автомобіля (а) та мультимарочний діагностичний сканер KTC 520 фірми BOSCH (б)

При перевірці пам'яті несправностей блоку керування двигуна був зафіксований активний код помилки P1187 – «тиск палива в енергоакумуляторі, відхилення регулювання». Наявність даного коду, а також скарги власника легковика на аварійну зупинку двигуна при інтенсивному розгоні, свідчили про несправність паливної системи автомобіля, причинами якої могли б бути:

- забруднений паливний фільтр;
- несправний датчик тиску пального;
- несправний регулятор тиску пального;
- низька гідросільність клапанів форсунок;
- втрата продуктивності ПНВТ.

Заміни паливного фільтра, датчика і регулятора тиску, а також замір гідросільності клапанів форсунок не вплинули на їх роботу. Натомість, окрім втрати продуктивності, додатково на несправність у ПНВТ вказувало підтікання з нього палива. Тому було прийнято рішення про демонтаж насоса з автомобіля і перевірку його на спеціальному стенді.

1. Ремонт паливних насосів високого тиску. URL : <https://chda.com.ua/uk/info/statti-pro-remont-palivnoyi-aparaturi/remont-palivnikh-nasosiv-visokogo-tisku-tnvd> (дата звернення: 04.05.2019).

УДК 629.331

## АДАПТИВНИЙ ДВОМАСОВИЙ МАХОВИК З МЕХАТРОННОЮ СИСТЕМОЮ КЕРУВАННЯ

ADAPTIVE DUAL MASS FLYWHEEL WITH MECHATRONIC CONTROL SYSTEM

**Кіндрацький Богдан, Літвін Роман**

*Національний університет «Львівська політехніка»,  
вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна*

*The authors proposed the construction of an adaptive dual mass flywheel and describes the principle of its work, presented a structural scheme of the control system DMF.*

Сьогодні двомасові маховики (ДММ) набули неабиякої популярності і встановлюються практично на кожний другий автомобіль, випущений у Європі. ДММ – система, яка ефективно поглинає крутильні коливання, генеровані двигуном внутрішнього згорання (ДВЗ), захищаючи трансмісію автомобіля від перевантаження і руйнування.

Передчасний вихід з ладу ДММ, в першу чергу, залежить від водія – його стилю і манери керування транспортним засобом. Серед несправностей ДММ можна виділити три основні групи, зокрема: механічні пошкодження, втрата демпфувальних властивостей та термічні пошкодження. Найчастіше ДММ виходить з ладу через руйнування пружних елементів (пружин) та сепараторів у результаті сприйняття ними постійних циклічних навантажень [1]. Тому створення адаптивного ДММ дозволить збільшити його ресурс за рахунок зміни структури на різних режимах руху автомобіля.

Робота ДММ є найбільш необхідною на таких режимах роботи ДВЗ як: запуск, холостий хід, рушання з місця, розгін та різке гальмування. При русі автомобіля з усталеною швидкістю на прямій ділянці дороги, робота ДММ практично не є ефективною, оскільки первинна маса ДММ закручується відносно вторинної на незначний кут, але постійно циклічно навантажуються при цьому пружні елементи ДММ. У зв'язку з цим, доцільно забезпечити роботу ДММ на такому режимі руху автомобіля як звичайного одномасового маховика (заблокувавши провертання первинної маси відносно вторинної).

Авторами запропоновано конструкцію адаптивного ДММ (рис. 1) і розроблено структурну схему системи керування ним (рис. 2).

Адаптивний ДММ працює наступним чином. Первинна маса 9 двомасового маховика з'єднана з колінчастим валом жорстко, вторинна маса 10 з'єднана з первинною масою 9 за допомогою пружинно-демпферної системи (пружин 6 і сепараторів 3). Відповідно до закладеного алгоритму роботи електронний блок керування (ЕБК) опрацьовує вхідну інформацію від сенсорів швидкості руху автомобіля, кількості обертів колінчастого вала двигуна, положення педалі гальма, а також від блока керування двигуном (БКД), що з'єднаний з сенсорами положення педалі газу і кількості обертів коліс автомобіля. У залежності від режиму руху автомобіля ЕБК вмикає або вимикає гальмівний пристрій 13. За увімкненого гальмівного пристрою 13 електромагніт 2 притискає диск 5 гальмівного пристрою 13 до первинної маси 9 маховика, блокуючи провертання вторинної маси 10 відносно первинної маси 9. За вимкненого гальмівного пристрою 13 електромагніт 2 перестає діяти на диск 5 гальмівного пристрою 13 і під дією пружини 12 через шток 11 диск 5 повертається у вихідне положення, маховик працює як двомасовий.

Відповідно до закладеного алгоритму роботи ЕБК забезпечує можливість блокувати відносно провертання первинної і вторинної мас керованим гальмівним пристроєм, що усуває на певний період часу знакозмінне навантаження на пружинно-демпферну систему ДММ. У

результаті цього зменшується кількість циклів навантаження пружинно-демпферної системи ДММ, а отже, підвищується довговічність його елементів [2].

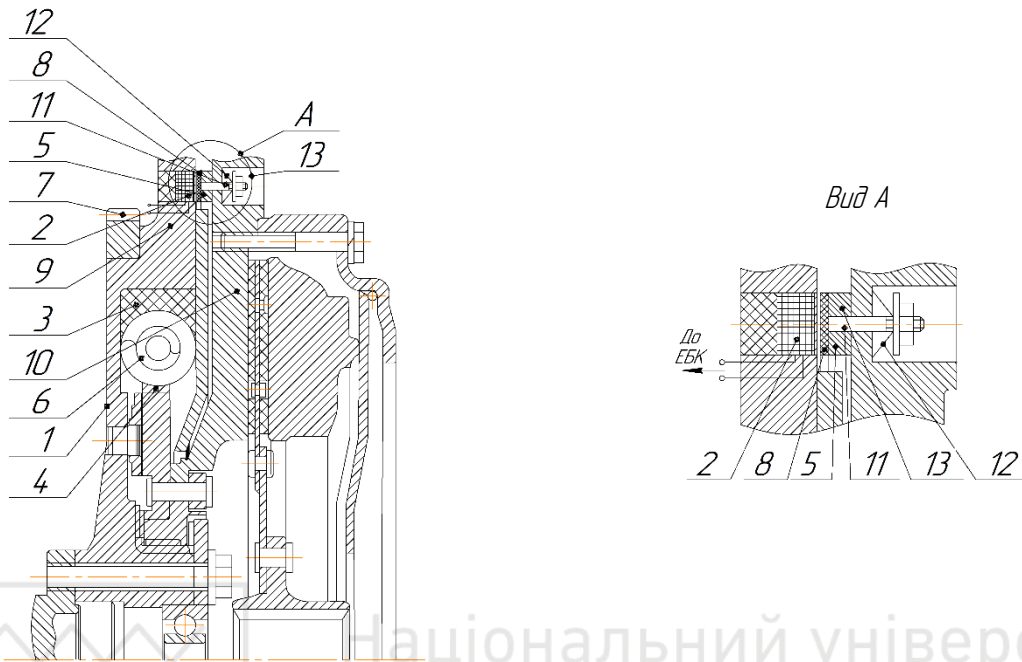


Рис. 1. Адаптивний двомасовий маховик

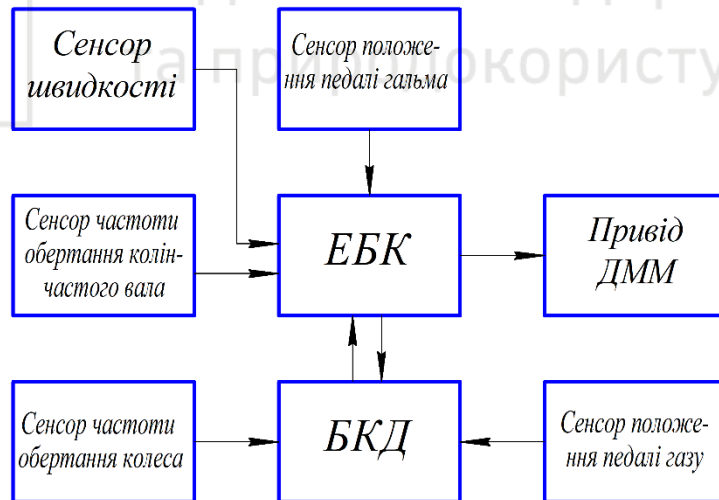


Рис. 2. Структурна схема системи керування ДММ

Розроблений адаптивний ДММ з мехатронною системою керування можна застосовувати у трансмісіях транспортних засобів та приводах інших машин, які працюють за знакозмінних технологічних навантажень, для захисту їхніх ланок від передчасного руйнування.

1. Кіндрацький Б.І. «Класифікація несправностей двомасових маховиків у приводах автомобілів та причини їх виникнення» / Б.І. Кіндрацький, Р.Г. Літвін // Науково-технічний збірник «Вісник Національного транспортного університету», серія «Технічні науки». – Київ, 2018. – 3(42). – С. 46-53.
2. Адаптивний двомасовий маховик: патент на корисну модель №133320 U Україна, МПК (2006.01) F16F 15/30 Б.І. Кіндрацький, Р.Г. Літвін. – №и 2018 11632; Заявлено 26.11.2018; Опубл. 25.03.2019, Бюл. №6. – 5 с.

УДК 629.341:502/504

## ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ SCR В АВТОБУСАХ «БОГДАН А-092»

### APPLICATION OF SCR TECHNOLOGY IN BUSES BOGDAN A-092

Колесник Олег

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

*The method of reducing the toxicity of the exhaust gases of Bohdan A-092 buses with diesel engines is proposed by installing the SCR system.*

Розглядаючи сучасні проблеми екології на автомобільному транспорті а також методи їх вирішення можна побачити що в багатьох випадках великий відсоток викидів токсичних речовин відбувається внаслідок недосконалої системи викидних газів двигуна на автомобілях, що експлуатуються на території України.

Вихлопи великовантажних автомобілів, що оснащуються дизельними двигунами, повинні відповідати вимогам екологічних стандартів Euro IV, V. Знизити кількість небезпечних викидів виробникам вантажних автотранспортних засобів дозволяє технологія SCR, запатентована Асоціацією автомобільної промисловості Німеччини (VDA).

Одним з обов'язкових компонентів даної технології є рідина, що випускається під торговою маркою AdBlue. Розчин готується на спеціалізованому обладнанні з демінералізованої води і сечовини. При цьому на воду припадає 67,5 % розчину, а на сечовину - 32,5 %. Технологія селективної каталітичної нейтралізації (Selective Catalytic Reduction), скорочено іменується SCR, заснована на впорскуванні водного розчину сечовини AdBlue, взятого в певній кількості, у потік відпрацьованої суміші газів. [1]

Метою даної роботи є розробка способу зниження токсичності викидних газів автобусів з дизельними двигунами шляхом встановлення системи SCR. Дана система ніяк не вплине на саму роботу двигуна, тобто потужність автобуса не зменшиться, тягово-швидкісні характеристики залишаться попередніми, система лише змінить склад викидних газів у атмосферу (азот і водяна пара).

Пропонується встановити систему нейтралізації викидних газів SCR на вітчизняний автобус Богдан А-092 з двигуном ISUZU 4HK1-XS з деякими поправками та рекомендаціями, а саме:

- відновлювальний нейтралізатор зробити подвійним;
- встановити додатковий датчик рівня NO<sub>x</sub> у викидних газах перед відновлювальним нейтралізатором;
- у конструкції вихлопної системи при монтажі її на автомобіль встановити вібропоглиначу муфту. [2]

Експлуатація SCR, потребує додаткових витрат на розчин AdBlue, але вони є незначними, технічне обслуговування системи буде співпадати із загальним технічним обслуговуванням автобуса і не потребуватиме, при правильній експлуатації системи, значних витрат.

Отже використання системи SCR на даному автобусі дозволить підтримувати рівень токсичності, який відповідає європейським нормам Євро-5. Прогнозується зменшення викидів CO на 22,1%, CH+NO<sub>x</sub> на 74,4%, NO<sub>x</sub> на 83,3%, сажі на 95%.

1. Програма самонавчання 424. Система нейтралізації відпрацьованих газів Selective Catalytic Reduction. Конструктивні особливості і опис роботи.

2. Мірошниченко М. Е. Богдан А-064 / А-091 / А-09201 / А-09202 / А-09211 / А-09212 / А-092КВ / А-92 Н / А-30141 / А-301.71 / А-301.72 / 3-09211 / А-092 / А-0921, Дизельні двигуни: 4.4/4.6/4.8 л. Керівництво по ремонту та експлуатації.: Видавництво Моноліт, 2009. – 370 с.: іл.



УДК 656.132

## ВИЗНАЧЕННЯ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМІНУ У САЛОНІ МІСЬКОГО АВТОБУСУ НА ЗУПИНКАХ ПРИ ВІДКРИТИХ ДВЕРЯХ

THE DETERMINATION OF THE CONVECTIVE HEAT TRANSFER IN THE  
PASSENGER COMPARTMENT AT THE BUS STOP WHEN THE DOORS OPEN

**Кравченко Олександр, Чуйко Сергій**

*Житомирський державний технологічний університет,  
вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005*

*The influence of the duration when the doors of the bus are open during pick-up and drop-off on the temperature of the passenger compartment is determined. It was established that when the air conditioner is running and the outside air temperature is + 24°C, the short time of the opened doors does not affect the permissible limits of the comfort.*

Температура повітря у салоні міського автобусу залежить від багатьох факторів. Знайти закономірності впливу усіх факторів на температурний режим салону автобусу практично досить складно, через це є необхідність виявити основні з них.

При аналітичних розрахунках встановлено, що найбільш важливі фактори, які впливають на температуру повітря в пасажирському салоні автобусу при перевезенні пасажирів є: пасажироприсутність, температура повітря в салоні на момент початку руху по маршруту, температура навколишнього повітря, час руху автобусу з пасажиром, на протязі якого ввімкнено кондиціонер, час посадки-висадки пасажирів на технологічних зупинках, коли можливе надходження теплого (холодного) повітря в салон автобусу [1, 2].

Всі види надходжень тепла в салон автобусу особливо посилюються в літній період часу. Температура навколишнього повітря і час посадки-висадки пасажирів надає прямо пропорційний вплив на зміну жорсткості (тяжкості) умов експлуатації. При підвищенні температури повітря і сумарного часу простою для посадки-висадки пасажирів, зростає кількість теплоти, яка надходить в салон при відкритих дверях [3].

Незалежно від механізму переносу, тепловий потік завжди направлений від більш нагрітого до менш нагрітого тілу, а сам процес теплообміну, згідно другому закону термодинаміки, є незворотним. Для підтримання оптимального температурного режиму необхідно компенсувати тепло, яке надходить в салон виробленим кондиціонером холоду, відповідно - тривалістю роботи компресора.

Пристосованість міського автобусу для перевезення пасажирів у теплу пору року - це властивість транспортного засобу, яка характеризує його здатність зберігати оптимальний температурний режим пасажирського салону, при якому негативний вплив навколишнього середовища буде мінімальним. Процес нагріву повітря в салоні міського автобусу можливо описати за допомогою рівняння теплового балансу:

$$Q_T = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n-1} Q_{\text{скл}} + \sum_{i=1}^{n-1} Q_{\text{конв}}, \quad (1)$$

де  $Q_T$  – теплота, яка надходить у салон автобусу, Дж;

$Q_{\text{скл}}$  – теплота, яка надходить у салон через складники кузова автобусу на  $j$ -му перегоні маршруту на  $i$ -й технологічній зупинці при посадці-висадці пасажирів, Дж;

$Q_{\text{конв}}$  – теплота, яка надходить внаслідок відкриття дверей салону (конвекції) автобусу для посадки-висадки пасажирів на  $i$ -й технологічній зупинці, Дж;

$m$  – кількість перегонів (ділянок між технологічними зупинками).

Перевірити стан температурної ефективності салону можливо за зміною структурних або функціональних параметрів. Оскільки комфорт - це суб'єктивне поняття, то ефективність охолодження салону автобусу, який обладнано кондиціонером, доцільно проводити за температурно-часовою характеристикою повітря в ключових точках, які розташовані в зоні розміщення пасажирів по обидві сторони салону.

На температуру і швидкість повітря в салоні автомобіля впливає велика кількість чинників: швидкість та температура, напрям і кількість повітря, що надходить з повітропроводу; розташування елементів інтер'єру в салоні; кількість пасажирів та їх розмір і розташування; зовнішня температура повітря; швидкість автомобіля; інтенсивність і спектр ультрафіолетового випромінювання; матеріали кузова і салону автомобіля; особливість теплообміну між повітрям салону та навколишнім середовищем та ін.

Натурним обстеженням встановлено, що при незначному часу стоянки автобусу МАЗ-206 на технологічних зупинках маршруту, при якому двері автобусу були відкриті, температура та швидкість повітря в салоні змінювалась в межах від 1-го до 3-х позицій, що не впливає на загальний комфортний стан повітря салону і при цьому знаходиться в допустимих межах (табл. 1).

Таблиця 1

Температура і швидкість вітру в салоні автобусу на зупинці (фаза відкритих дверей)

Місце виміру	Температура, t°С	Швидкість вітру, V м/с	Відхилення температури за період виміру, t°С	Відхилення швидкості вітру за період виміру, V м/с
Точка 1	27,2	0,3	1,2	1,1
Точка 2	26,7	0,5	1,6	1,3
Точка 3	27,3	0,7	1,3	1,5
Точка 4	26,5	0,9	1,8	1,7

Загальний час стану відкритих дверей на маршруті становив 15 хв. при тривалості рейсу 82 хв. Фаза відкривання і закривання дверей зазвичай тривала 20-30 секунд. При цьому пасажирів, які входили в автобус та виходили з нього, створювали відповідний підпір повітря, що не міг суттєво вплинути на продуктивний теплообмін салону і навколишнього середовища.

Розглянута ситуація дозволяє оцінити поле швидкості та контур теплообміну, що обумовлено явищами природної конвенції та запровадженими примусовими потоками повітря.

Проведене дослідження на міському автобусному маршруті свідчить, що при зовнішній температурі навколишнього середовища +24°С, при включеному кондиціонері, величиною конвекційного потоку повітря між салоном та зовнішнім середовищем через відкриті двері, при посадці-висадці пасажирів на зупинках, можна знехтувати, так як при цьому температура в салоні не перевищує гранично допустимі рівні.

Отримані результати дозволяють продовжувати дослідження впливу інших факторів на температурний режим в салоні міського автобусу, що пов'язане з тривалістю роботи кондиціонера у теплу пору року для додаткового нормування витрат палива на маршруті.

1. Калюжний М.В. Моделирование продолжительности простоя транспортных средств на остановочных пунктах маршрута городского пассажирского транспорта // Вісник ДІАТ, №2. – Донецьк: ПП Рекламно-виробнича фірма «Молнія», 2009. – С. 14-18.

2. Кравченко О.П., Чуйко С.П. Вплив експлуатаційних факторів на витрати палива міським автобусом оснащеним установкою «Клімат-контроль» // Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні тенденції розвитку машинобудування та транспорту», (14-16 листопада 2018 р.). – Кременчук: КНТУ, 2018. – С. 63-68.

3. Roberto de Lieto Vollaro: Indoor climate analysis for urban mobility buses: a CFDmodel for the evaluation of thermal comfort / International Journal of Environmental Protection and Policy. Vol. 1, No. 1, 2013, pp. 1-8.



УДК 629.396

## АНАЛІЗ СПОСОБІВ І МЕТОДІВ РОЗРОБКИ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

### ANALYSIS OF METHODS AND METHODS OF DEVELOPMENT OF METROLOGICAL SUPPLY OF CONTROL OF THE TECHNICAL STATE OF VEHICLE VEHICLES

**Лапіна Олена**

*Одеська державна академія технічного регулювання та якості,  
65020, м. Одеса, вул. Кузнечна 15*

*The aspects of the development of criteria for the selection of tools and options for systems of technical diagnostics of vehicles are considered. Monitoring systems and forecasting the technical condition of vehicles will require expanding the range of monitored parameters. The above criteria for assessing the selection of the optimal set of measured parameters and their means of measurement to ensure the effectiveness of the developed system of monitoring and diagnostics.*

При розробці метрологічного забезпечення окремим питанням розглядається оцінка характеристик і призначення допусків на контрольовані параметри при непрямому багатопараметричному контролі. При призначенні допустимих відхилень на контрольовані параметри можлива ситуація, коли неможливо отримати необхідні значення помилок першого і другого роду. В такому випадку вирішується питання про призначення контрольних допусків на ці параметри [1, 2]. Поле допуску звужують для отримання заданої величини помилки другого роду за рахунок збільшення помилки першого роду. Аналіз [1, 2] показав, що для виключення помилки другого роду досить звужити поле допуску контрольованого параметра на величину граничної похибки засобу вимірювання в заданому діапазоні вимірювань. Отримано вирази для визначення контрольного допуску при однопараметричному контролі в припущенні, що значення контрольованого параметра розподілені за нормальним законом, а похибки його вимірювання за нормальним або рівномірним законами.

За основу методу взято критерій оптимізації точності вимірювання, який встановлює зв'язок між точністю і питомими витратами на контроль-діагностичні операції з урахуванням додаткового технічного обслуговування і ремонту автотранспортних засобів (АТЗ) через похибки в оцінці значень параметрів. Даний спосіб вимагає наявності апріорної інформації про закони розподілу контрольованого параметра і похибки його вимірювання, а також характер залежності між сумарними витратами на вимір параметра і середнього квадратичного відхилення похибки його вимірювання. Як відомо, зі збільшенням напруження АТЗ розсіювання значень контрольованих параметрів, що характеризують технічний стан систем АТЗ збільшується. При цьому змінюються метрологічні характеристики контролю за цими показниками. Таким чином, не беручи до уваги області малих напружень, вимоги до метрологічних показниками контролю повинні підвищуватися.

Найбільша вірогідність контролю повинна бути забезпечена в області напружень, відповідних граничних значень параметрів, за якими проводиться контроль, оскільки прийняте в цій області рішення про придатність вузла пов'язане з помилками першого і другого роду. Зі збільшенням напруження відбувається зміна характеристик закону розподілу (або навіть виду закону розподілу) параметра: значень математичного очікування, дисперсії; показників форми і масштабу закону Вейбулла, тощо. Отже, для забезпечення заданих характеристик



достовірності контролю похибка вимірювання значень контрольованих параметрів повинна мати різні значення в залежності від напрацювання АТЗ.

З вищесказаного випливає, що вимоги до метрологічних характеристик засобів технічного діагностування (ЗТД) повинні формуватися з урахуванням реальних експлуатаційних напрацювань, відповідних максимальної щільності відмов по контрольованому параметру. Тому для малих напрацювань ці показники будуть являти собою підвищену за похибкою оцінку.

Важливим етапом розробки систем контролю АТЗ є визначення нормативних значень контрольованих параметрів. До нормативних значень параметрів відносяться: номінальне, граничне і допустиме. Залежно від виду зміни контрольованого параметра існують два підходи до оцінки допустимих експлуатаційних відхилень контрольованих параметрів АТЗ. Класифікація методів розрахунку допустимих відхилень приведена на рис. 1.

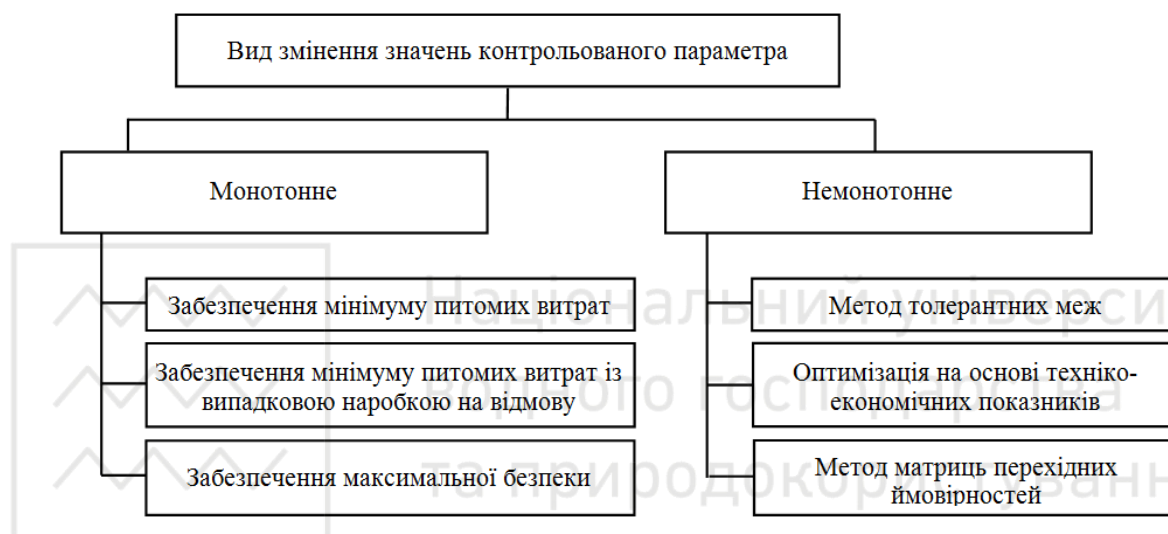


Рис. 1 – Класифікація методів призначення допустимих відхилень контрольованих параметрів

При монотонній зміні значень контрольованого параметра допустиме відхилення встановлюється:

виходячи з умов забезпечення заданої безвідмовності для складових частин АТЗ, пов'язаних із забезпеченням безпеки руху за певний період;

виходячи з умови мінімуму питомих витрат, пов'язаних з експлуатацією та ремонтом складових частин агрегату.

У першому випадку допустиме відхилення  $D$  визначається з виразів

$$\begin{aligned} D &= 0,5^{\alpha} T_{\Phi} \text{ за умови } \sigma_z \leq 0,05; \\ D &= 0,3^{\alpha} T_{\Phi} \text{ за умови } \sigma_z > 0,05. \end{aligned} \quad (1)$$

У другому випадку рішення задачі засноване на мінімізації цільової функції виду

$$C(D) = \min_{0 \leq D \leq T_{\Phi}} \left\{ \frac{Q(D)A}{L_{\Phi}(D)} + \frac{[1-Q(D)]C}{L_{\Phi}(D)} + \frac{K(D)B}{L_{\Phi}(D)} \right\}, \quad (2)$$

де  $Q(D)$  – ймовірність відмови елемента за термін його служби в залежності від величини  $D$ ;  $K(D)$  – число перевірок елемента за період експлуатації при встановлених  $D$  і  $L_M$ ;  $L_M$  – міжконтрольний пробіг автомобіля;  $L_{\Phi}(D)$  – середній (фактичний) ресурс складової частини в залежності від  $D$ .



При немонотонній зміні значень контрольованого параметра допустиме відхилення встановлюється:

- шляхом толерантних меж;
- методом матриць перехідних ймовірностей;
- методом оптимізації на основі техніко-економічних показників.

Метод толерантних меж дозволяє знаходити граничні значення параметрів, розподілених за нормальним законом, у разі мінімальної статистичної інформації у випадках, коли економічні показники або невідомі, або не повинні прийматися до уваги, наприклад для вузлів, що забезпечують безпеку руху.

У другому випадку оптимізацію проводять за критерієм мінімізації сумарних витрат на ремонт і регулювання (повне або часткове відновлення параметра) в припущенні, що поведінка параметра в міру напрацювання описується марківської моделлю. Метод матриць перехідних ймовірностей передбачає наявність ряду послідовних значень параметра в моменти контролю при коефіцієнті кореляції між приростами параметрів на сусідніх циклах контролю менше 0,5.

Метод оптимізації на основі техніко-економічних показників призначений для визначення допустимих відхилень на основі знаходження мінімуму питомих витрат на експлуатацію та ремонт за міжконтрольний період з урахуванням впливу помилок першого і другого роду за умови, що контрольований параметр підпорядковується марківської моделі. Розглянуті задачі визначення допустимих відхилень контрольованих параметрів вирішені в припущенні однопараметричного або багатопараметричного контролю з незалежними контрольованими параметрами за умови, що значення контрольованих параметрів і похибок їх вимірювання розподілені по нормальному закону.

1. Лапіна О. В. Аналіз способів і методів розробки метрологічного забезпечення контролю технічного стану автотранспортних засобів. Збірник матеріалів Дев'ятої міжнародної науково-практичної конференції «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем», Чернігів, 2019.
2. Лапіна О. В., Драганова Г. М., Лапін К. Р. Аналіз методів розробки метрологічного забезпечення контролю автотранспортних засобів. Збірник наукових праць 10-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів, Одеса, 2019.
3. Канарчук В. Е., Лудченко О. А., Чигиринець А. Д. Експлуатаційна надійність автомобілів: Підручник: у 2 ч., 4 кн. – К.: Вища шк., 2000. – Ч. 1: кн. 1.
4. ДСТУ ГОСТ ІСО 5725-1:2005 Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 1. Основні положення та визначення.
5. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання.
6. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM): First edition. – ISO, Switzerland, 1993. – 101 p.

УДК 629.113

## ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ АВТОПОЇЗДА ПРИ УПРАВЛІННІ НАПІВПРИЧЕПОМ ШЛЯХОМ ГАЛЬМУВАННЯ КОЛІС ОДНІЄЇ ОСІ НА МОДЕЛІ

RESEARCH OF A TRUCK TRAIN MOVEMENT WHEN DRIVING SEMITRAILER BY SLOWDOWNING OF WHEELS OF ONE AXIS PIN ON THE MODEL

Марчук Роман<sup>1</sup>, Марчук Назар<sup>1</sup>, Сахно Володимир<sup>2</sup>, Ященко Дмитро<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33000

<sup>2</sup>Національний транспортний університет, вул. Михайла Омеляновича-Павленка,  
м. Київ, 02000

*A free running model of a truck train, which simulates a truck train consisting of a tow truck MAN TGS 19.360 and a biaxial semitrailer Utility VS2DC with a steerable front axis, has been developed. It is proved that driving of a semitrailer by slowdowning of one of its wheels is identical to driving of a semitrailer front axis with direct drive and a driver transmission ratio of 0,5.*

У роботі [1] доведено, що суттєвого поліпшення показників маневреності автопоїзда з довгобазовим напівпричепом можна досягти при гальмуванні одного з коліс задньої осі. Так, за величини гальмівного моменту в межах 2 кН·м на одному з коліс задньої осі кривизна траєкторії возика напівпричепа збільшується на 33% і відповідно цьому на стільки ж зменшується радіус повороту напівпричепа і його траєкторія наближається до траєкторії автомобіля-тягача, що ідентично повороту автопоїзда з керованими осями (колесами) напівпричепа. Проте, отримані залежності потребують експериментальної перевірки. Така перевірка була здійснена на масштабованій моделі автопоїзда [2].

Фізичною моделлю є зменшена копія об'єкта дослідження, наділена тими ж фізичними властивостями, що і оригінал, тому експеримент проводиться з моделлю. Для фізичної моделі не обов'язкова модель математична, отже спрощуються розрахунки, а дані можна отримувати напряму з об'єкта дослідження, використовуючи датчики, записуючі елементи і т.п., а рух задавати виконавчими пристроями [3].

Модель автомобільного поїзда складається із моделі автомобіля-тягача і напівпричепа (рис. 1). Базою для моделі тягача було обрано сідельний тягач MAN TGS 19.360. Це автомобіль з колісною формулою 4×2. Його споряджена маса 6790 кг, допустиме навантаження на сідельно-зчіпний пристрій 12210 кг. Довжина складає 5872 мм, колія 2240 мм, висота сидла 1185 мм.

Основою для розрахунку моделі напівпричепа є двовісний напівпричіп Utility VS2DC з керованими задніми осями. Довжина його кузова 16154 мм, колісна база 8075 мм, загальна ширина 2600 мм, висота зчіпки 1190 мм. Повна маса автопоїзда 22 т.

Обраний масштаб становить 1:20.

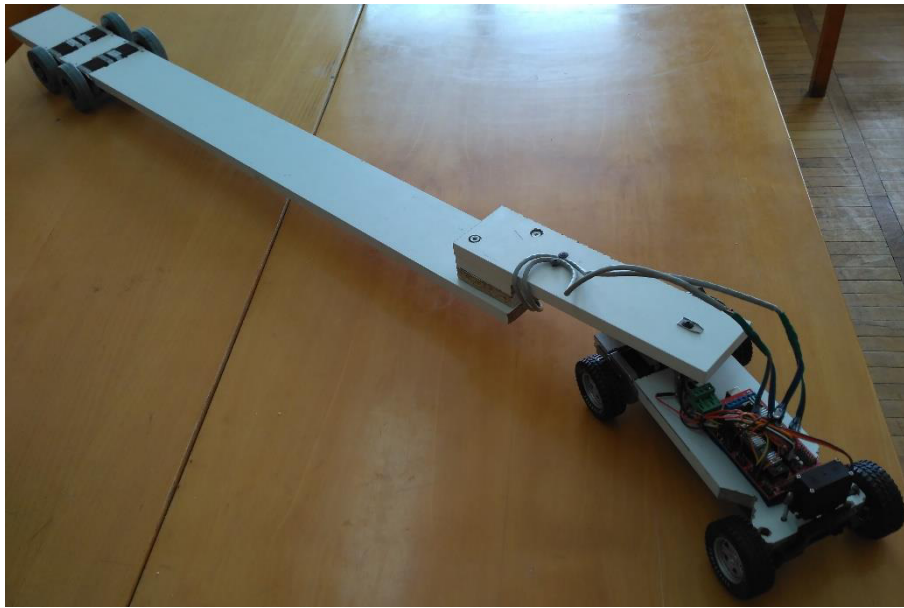


Рис. 1. Модель автопоїзда з керованою причіпною ланкою

При розрахунку подібності прийнято використовувати  $\pi$ -теорему, згідно з якою для побудови моделі необхідно і достатньо  $p=n-k$  безрозмірних величин, де  $n$  – кількість фізичних змінних, які описуються за допомогою  $k$  фундаментальних фізичних величин. З  $\pi$ -теорему випливає, що якщо дві динамічні системи описані однаковими диференціальними рівняннями, то рішення диференціальних рівнянь буде масштабно незмінним при тих самих  $\pi$  групах. Щоб модель була динамічно подібна до оригіналу, величини цих  $\pi$  груп повинні бути однакові для обох систем. Базуючись на цій ідеї, можна підібрати параметри моделі, відповідні реальним [4-6].

Особливості проведених експериментальних досліджень описано нижче.

Для відстеження траєкторії руху характерних точок на них встановлено світлодіоди червоного кольору для осі тягача і зеленого для осі напівпричепи. Над тестовим стендом розміщено камеру, яка робить знімки через задані проміжки часу. Отримані фотографії оброблюються програмно, із зображення відсіюється все, крім маркерів. Потім отримані точки групуються за заїздами і з'єднавши їх можна отримати траєкторію руху характерних точок моделі для кожного тестового заїзду.

Для кожного заїзду було зроблено від 10 знімків. Результати 4-х тестових заїздів для автопоїзда з базою напівпричепи 370 мм за відсутності гальмівного моменту на одному з коліс напівпричепи зображено на рис. 2. Точки на даній схемі відповідають положенню характерних точок у момент фотографування. Приблизна траєкторія руху середини керованих осей визначалась як середина між точками, які найменше і найбільше віддалені від центра описуваного кола. Усереднені траєкторії руху обох маркерів мають незначні відхилення, поведінку моделі можна вважати адекватною для маневру кола. Розбіжності між розрахунковими і експериментальними значеннями зміщення траєкторії напівпричепи щодо траєкторії тягача не перевищують 5,2%.

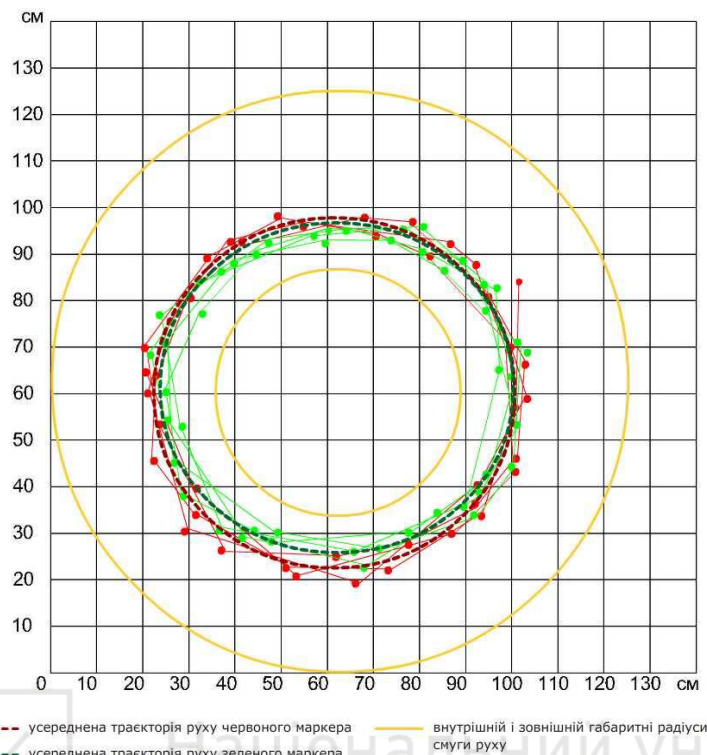


Рис. 2. Результати заїздів по колу

Результатами досліджень доведено, що керування напівприцепом шляхом гальмування одного з його коліс ідентично керуванню передньою віссю напівпричепа з прямим приводом управління і передаточним відношенням приводу 0,5. Розбіжності в усіх випадках не перевищували 12%, тобто гальмування одного з коліс напівпричепа перспективно для керування автопоїздів з довгобазовими напівприцепами.

1. Sakhno V.P., Marchuk M.M., Marchuk R.M. Study of long haul truck movement along the curvilinear trajectory while steering a carryall semi-trailer – container by braking the wheels of one axle (Дослідження руху автопоїзда по криволінійній траєкторії при управлінні універсальним напівприцепом-контейнеровозом шляхом гальмування коліс однієї осі)/INMATEN – Agricultural Engineering, vol. 52, No.2/2017 //National institute of research-development for machines and installations designed to agriculture and food industry – INMA Bucharest.

2. Сахно В. Дослідження маневреності гібридного автопоїзда за комбінованого способу управління напівприцепом на моделі /В.Сахно, Д.Яценко, О.Тімков, О.Корпач, В.Босенко, О.Лисенко // Systemy i srodki transportu samochodowego. Badania, konstrukcja i technologia. Wybrane zagadnienia. – Monografia nr 8, Seria: Transport. – Rzeszow, 2017 – С. 107–116.

3. Енглезі О.А. Дослідження кінематики повороту автопоїзда на фізичній моделі / О.А. Енглезі // Управління проектами, системний аналіз і логістика. – К.: НТУ – 2007. – Вип. 5.

4. Придюк В.М. Експериментальна установка автопоїзда-контейнеровоза для дослідження його маневреності /В.М.Придюк//Наукові нотатки. Міжвузівський збірник (за галузями знань «Машинобудування та металообробка», «Інженерна механіка», «Металургія та матеріалознавство»). – Вип. 28 (травень 2010). – Луцьк. – 2010. С. 466-472.

5. Онищук В.П. Автоматизований комплекс для дослідження показників руху експериментального автопоїзда-контейнеровоза //Луцький національний технічний університет: Наукові нотатки. – Луцьк. – 2011. – С.

6. Гуменюк П.О. Експериментальний автопоїзд-контейнеровоз //Проблеми транспорту. Збірник наукових праць: Випуск 9 – Київ: НТУ, 2012. – С. 181-186.



УДК 629.113.004

## ФОРМУВАННЯ ПОСТАЧАЛЬНИЦЬКОГО ЛАНЦЮГА У СИСТЕМІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАПАСНИМИ ЧАСТИНАМИ АВТОСЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ

THE FORMATION OF SUPPLY CHAINS IN SPARE PARTS SUPPLY SYSTEM OF THE  
AUTOMOBILE SERVICE STATION

**Морозюк Сергій, Глінчук Валерій**

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33018*

*The article shows the features of spare parts provision of car service enterprises and highlights the prerequisites for the creation of an integrated supply chain.*

Щорічно в результаті конструкційних змін автомобілів змінюється від 2000 до 4000 деталей і вузлів. Тому, тільки внесення змін у каталоги займає багато часу (20-30 годин у рік).

Велика увага приділяється плануванню запасних частин, тому що недостача викликає простої автомобілів і суттєве зниження конкурентної спроможності. Велика кількість запчастин веде до нераціонального використання робочої сили, обладнання і матеріалів та інших витрат. Крім того, зберігання великої кількості запасних частин та матеріалів, яка сягає декілька тисяч найменувань, потребує великих витрат, зростання складських площ і веде до зниження ефективності їх використання.

З метою удосконалення системи зберігання запасних частин на складах здійснюють розподіл запчастин на 3 групи – А, В і С. Метод такого розрахунку може бути використаний при наявності великої кількості інформації.

Для контролю та регулювання рівнів запасу запчастин на складах підприємства всю номенклатуру необхідно розподілити на три групи А, В, С за відсотком від сумарних затрат. При цьому в групу А відносяться деталі високого споживання, тобто дефіцитні 10% від загальної номенклатури запасних частин (100-150 найменувань). Ними задовольняється близько 85% замовлень споживачів, а вартість становить близько 70%. Якраз ці деталі найчастіше списуються і потребують заміни.

Група В – деталі середнього споживання, які складають близько 20% загальної номенклатури (600-700 найменувань). Ними задовольняється всього 5% потреби на запасні частини, а вартість не перевищує 10%.

Група С – деталі малого споживання – 70% від загальної номенклатури, вартість не перевищує 10%.

Основну увагу при управлінні запасами в цьому випадку потрібно приділити групі А, яка при своїй відносній малій чисельності, складає більшу частину сумарних витрат і тим самим викликає найбільші витрати по збереженню запчастин, а також по їх збереженню в запасі. Для цієї групи доцільно використати метод системи регулювання запасів, де потребується щоденний контроль за їх фактичним рівнем.

Для групи В,С застосовується система регулювання з періодичним контролем від неділі, місяця і більше.

Таким чином, до головних напрямків розвитку всієї системи управління запасами відносяться:

1. Розробка структури постачальницького ланцюга і системи комп'ютерної обробки інформації.
2. Розробка методики управління запасами і інформаційної технології руху матеріалів.

### 3. Розробка засобів комплексної механізації і автоматизації для всієї системи постачання.

Логістика в системі матеріально-технічного постачання – це управління постачальницьким ланцюгом. Мова йде про ланцюг, який пов'язує постачальника первинної сировини і кінцевого споживача продукції, включаючи постачання сировини і матеріалів, виробництво, централізоване складування, транспортування, проміжне складування і споживання (продаж).

Під час реалізації логістичних принципів споживача не цікавить, хто виробляє продукцію, як вона постачається, де зберігається. Споживача цікавить можливість вільного придбання в необхідний час за раціональними цінами. Приклад логістичної системи, де добре організоване і надійне постачання – це електроенергія. Споживач одержує необхідну кількість електроенергії і його не цікавить, де вона виробляється, хто її постачає і таке інше.

Таким чином, для споживача важливі надійність, якість і ціна послуг.

Отже, логістичний підхід передбачає необхідність контролю руху матеріалів від постачальника сировини, її переробки, виробництва готової продукції і продаж її споживачеві.

Таким чином, постачальницький ланцюг або постачальницька система включає комплекс дій по плануванню, координації і контролю руху матеріалів, деталей і кінцевої продукції від постачальників вихідної сировини і матеріалів до покупця або споживача.

Складний постачальницький ланцюг формується, як правило, у декілька етапів.

Етап 1 – аналіз і оцінка діяльності компанії у минулому, стан ринку і склад споживачів, суть стратегії, якою користується компанія.

Етап 2 – побудова кошторисної моделі, яка зв'язує всі ланки ланцюга і дозволяє визначити вплив тих чи інших ланок на ефективність всієї системи постачання, тобто на задоволення вимог споживачів, розробка конкретних дій для удосконалення підсистеми постачання.

Етап 3 – реалізація розроблених заходів з визначеним часом, ресурсами, пріоритетами і послідовністю.

Спеціалісти визначають декілька стадій реалізації інтегрованої системи постачання, яка базується на логістичних принципах.

Перша стадія реалізації заходів стосується вихідного стану системи постачання, для якої характерними рисами є:

- Розподіл загальної відповідальності серед декількох незалежних підрозділів з автономним проміжним управлінням, складуванням, контролем та іншими ознаками;
- Формування запасів як відгук на незадовільну систему зв'язків між окремими ланками всього ланцюга;
- Незалежна (а іноді і некомпетентна) система формування цін, виробництва, планування, продажу тощо;
- Відсутність єдиного перспективного плану розвитку і, як наслідок, наявність організаційних перешкод, пошук рішень від кризи до кризи в зв'язку з ресурсномістким і ненадійним процесом постачання.

Метою другої стадії реалізації заходів є функціональна інтеграція всіх підрозділів системи постачання, яка забезпечує реальне управління рухом товарів і матеріалів.

Коло питань на цій стадії реалізації стосується поліпшення кількісних показників, системи постачання, налагодження зовнішніх і внутрішніх зв'язків, координації ресурсних витрат тощо.

На третій стадії розвитку реалізації заходів закінчується формування постачальницького ланцюга, і він починає працювати як єдина система. Для цієї стадії характерні такі риси: можна повністю прослідкувати шлях від розподілу до продажу; більше уваги приділяється підвищенню ефективності ланцюга, а не виявленню причин, які ведуть до її зниження, реакції ланцюга на потреби споживачів, але ще не існує інтегрованої системи управління потребами споживачів.

Заключною стадією реалізації заходів є формування інтегрованого постачальницького ланцюга (рис. 1.) з усіма конкретними ознаками, а саме: переорієнтація від виробника продукту на його споживача, повне виключення проміжних ланок і запасів; повний контроль і управління складними ситуаціями на всіх рівнях ланцюга; організація роботи на основі довгострокових зобов'язань; ефективне використання комп'ютерних мереж і штрихового кодування; своєчасне і повне інформаційне забезпечення всіх ланок ланцюга; всебічний обмін технологіями, особливо інформаційними.

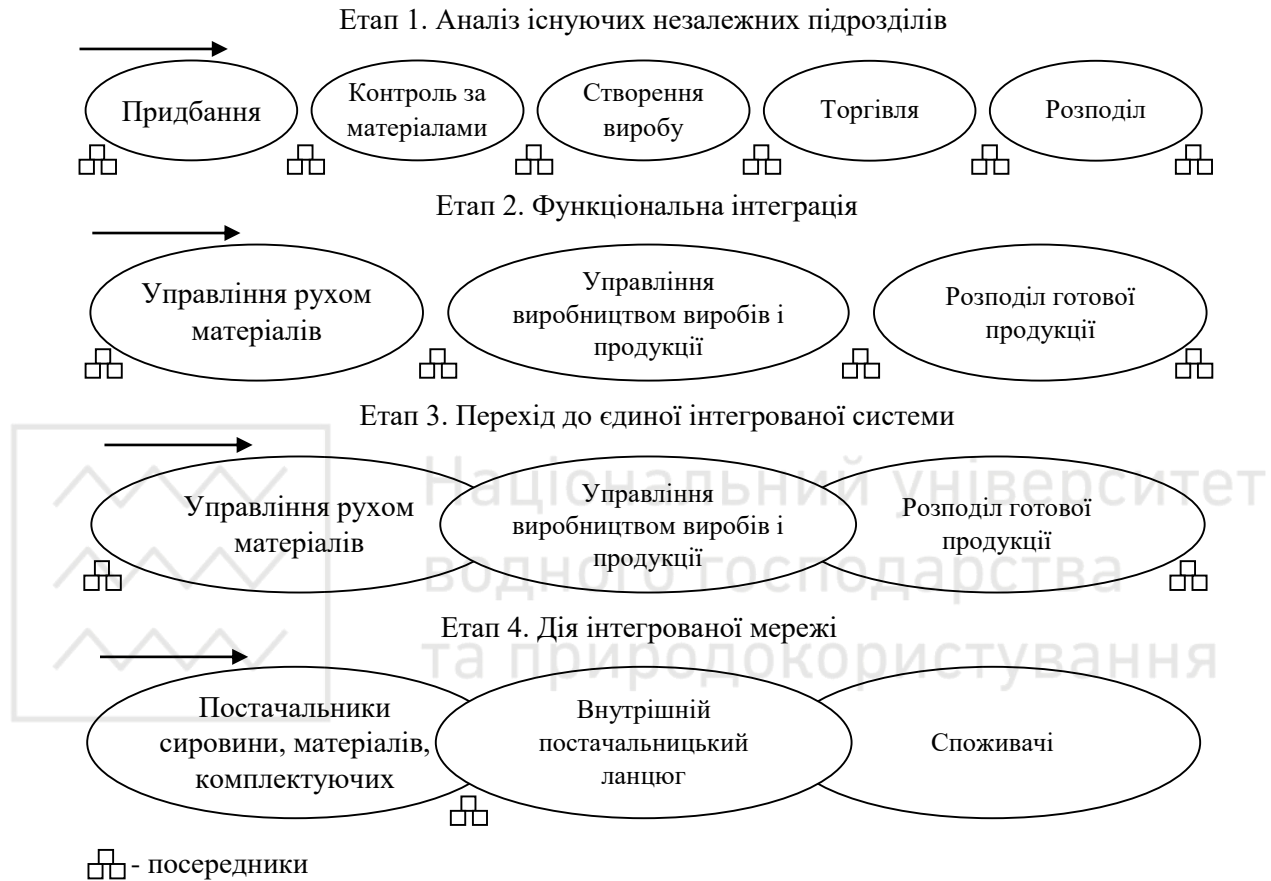


Рис 1. Стадії і етапи формування інтегрованого постачальницького ланцюга.

Отже впровадження інтегрованого логістичного постачальницького ланцюга в автосервісі дозволить знизити вартість запасів та цін на послуги, підвищити рівень обслуговування споживачів.

1. Курніков І.П. ВасадзеТ.Щ. Оптимізація процесів формування системи якості в автосервісі: організаційна та інформаційна складові // Автошляхова Україна, 2001, №1.- сс.4-8.
2. Волгин В.В. Запасные части: особенности маркетинга и менеджмента.- М.: "Ось-89", 1997.- 128с.
3. Щетина В.А., Лукинський В.С. Снабжение запасными частями на автомобильном транспорте.- М.: Транспорт, 1988.- 112с.



УДК 711.062

## ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПІДПРИЄМСТВ АВТОСЕРВІСУ

### ENVIRONMENTAL SAFETY OF BUSINESS CARBON ENTERPRISES

Петруня Ольга

*Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, 31,  
Povitroflotskyi Ave., Ukraine*

*Київський національний університет будівництва та архітектури, Україна, Київ,  
просп. Повітрофлотський, 31, 03037, а. 334а*

*The problem with cities is that often environmental factors are not taken into account when designing a network of motor transport enterprises, as well as when choosing a location. The project for the construction of a service station should include measures on occupational safety and health and sanitary conditions with labeled exogenous levels of exposure to working hazardous production factors. Environmental safety of car service enterprises can be achieved: by improving the production culture; implementation of non-waste and resource-saving technologies.*

За останні 5 років в Україні спостерігається збільшення підприємств автосервісу (СТО). Цей процес в певній мірі є стихійним: розміщення СТО відбувається без науково-обґрунтованих методів та моделей. З точки зору екологічного навантаження в плані міста вони розміщені не раціонально. Внаслідок чого відбувається нерівномірне навантаження СТО обладнанням та простій робіт на автосервісі. Або навпаки - при значному навантаженні спостерігається зниження якості обслуговування, знос обладнання, а також втрата клієнта із-за тривалого очікування на послугу з автосервісу [1].

Мережа автотранспортних підприємств належить до складних організаційно-технічних систем. Тому для її проектування найбільш доцільно використовувати методи імітаційного моделювання, що дозволять отримати дані які відповідатимуть реальній картині (на місцевості) щодо екологічного впливу автотехнічних підприємств на оточуюче середовище [2, 4, 5]. При проектуванні бажано враховувати компонування автосервісу, його функціональне зонування та економічну окупність капіталовкладень.

Під функціональним зонуванням автосервісу треба розуміти виконання видів робіт у відповідних приміщеннях. Приміщення та обладнання мусять бути світлими привабливими для замовника. Під час архітектурної реалізації автосервісу враховувати забудову міста та місцевості; найкраще виконання експлуатаційних функцій; загальне компанування та архітектурне рішення інтер'єру; будівельні норми (установлені для даної місцевості в узгодженому плані районного планування); витрати на будівництво та раціональність використання автосервісного підприємства; установлені законом вимоги по охороні навколишнього середовища.

Проблемою міст є те, що часто під час проектування мережі автотранспортних підприємств, а також при виборі місця розміщення, не враховуються екологічні фактори. СТО розміщуються на територіях з порушенням екологічного законодавства. Викиди від них перевищують гранично допустимі норми. Внаслідок цього створюється додаткове навантаження на оточуюче середовище.

В проекти на будівництво СТО повинні бути відображені заходи з охорони праці, а також санітарно-гігієнічні умови праці із позначеними очікуваними рівнями впливу на працюючих шкідливих виробничих факторів. Встановлюються методи контролю за та засоби захисту працівників: нормалізація параметрів мікроклімату та освітлення робочих місць, зниження



рівня виробничих шумів та вібрацій, загазованості та запиленості приміщень, електромагнітного випромінювання та електростатичного поля [2, 3].

Будівництво та реконструкція даних підприємств, здійснюється згідно затвердженого техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) проектів будівництва, які повинні мати позитивний висновок державної екологічної експертизи. ТЕО і проекти будівництва представляються на експертизу разом з проектами нормативів гранично допустимих викидів і забруднюючих речовин у навколишнє середовище. Підприємство повинно мати відповідний екологічний паспорт і ліцензію на комплексне природокористування з відповідними дозволами на викиди та скиди забруднюючих речовин у навколишнє середовище, граничне використання природних ресурсів та розміщення відходів. Визначення впливу СТО на навколишнє середовище потрібно проводити на всіх етапах виробництва документації.

Відповідно до зазначеної класифікації більшість виробництв, підприємств і об'єктів можуть бути віднесені до одного з п'яти класів. Для об'єктів (підприємств, виробництв), віднесених до будь-якого з цих класів, встановлено такі розміри санітарно-захисних зон (СЗЗ): 2000 м для об'єктів I класу; 1000 м для об'єктів II класу; 500 м для об'єктів III класу; 300 м для об'єктів IV класу; 100 м для об'єктів V класу.

Розміри СЗЗ для підприємств автосервісу встановлюються з урахуванням можливостей перспективного розвитку та визначаються в напрямку житлової забудови та інших зон з нормативно визначеними підвищеними вимогами до якості навколишнього середовища. Якщо відповідно з технічними рішеннями та розрахунками забруднення атмосфери, рівнів шуму і ін. розміри СЗЗ для підприємства автосервісу виходять більше встановлених, то необхідно переглянути проектні рішення і забезпечити виконання вимог за рахунок скорочення викидів шкідливих речовин в атмосферу, мінімізації шуму та інших видів впливів. Якщо і після додаткової проробки не виявлені технічні можливості забезпечення розмірів СЗЗ, то розмір СЗЗ приймається відповідно до результатів розрахунку забруднення атмосфери, рівнів шуму.

Визначення меж СЗЗ СТО проводиться в кілька етапів:

- визначається нормативна СЗЗ. Визначаються розміри СЗЗ за фактором хімічного забруднення атмосферного повітря розрахунковим методом (підтверджуються натурними вимірами);
- визначається розмір СЗЗ за фактором шуму розрахунковим шляхом або натурними вимірами;
- визначається розмір СЗЗ за фактором інших фізичних впливів (іонізуюче випромінювання, інфразвук, електромагнітне випромінювання та ін.);
- визначається інтегральна СЗЗ з урахуванням всіх перерахованих вище чинників по найбільшому видаленню по факторних кордонів.

З метою визначення ступеня впливу СТО на прилеглі райони на території СЗЗ організовується контроль за основними параметрами навколишнього середовища: рівнем забруднення атмосферного повітря, рівнем шуму, якістю води у водних об'єктах, забрудненням ґрунтів і т. д. При плануванні СЗЗ слід враховувати, що одним з важливих чинників захисту навколишнього середовища міста від промислових впливів, є озеленення території газостійкими дерево-кущовими насадженнями [1, 2].

На основі оцінки впливу діяльності підприємства на навколишнє середовище визначаються норми допустимих викидів шкідливих речовин в атмосферу, які повинні забезпечувати допустимі концентрації в межах встановленої санітарно-захисної зони і не перевищувати гранично допустимі концентрації для кожної шкідливої речовини. При визначенні норм викидів враховуються: вміст можливих викидів шкідливих речовин в атмосферу в передбачуваному місці розміщення СТО; аерокліматичні характеристики; рельєф місцевості та умови туманоутворення.

Багатогранність і складність виробничої структури автосервісних підприємств, виконуваних ними робіт та використовуваного технологічного обладнання зумовлюють

широкий спектр забруднень навколишнього середовища. Виділимо такі основні види забруднень навколишнього середовища підприємствами автосервісу [2,4]:

- хімічне - викиди хімічних сполучень, які приводять до зміни хімічних властивостей навколишнього середовища, що негативно впливає на екосистему;
- механічне - забруднення навколишнього середовища агентами, які здійснюють механічний вплив без хіміко-фізичних наслідків;
- фізичне - теплове, світлове, шумове та електромагнітне забруднення, що змінює фізичні параметри середовища [3, 4].

Екологічна безпека підприємств автосервісу може бути досягнута: шляхом підвищення культури виробництва; впровадження безвідходних та ресурсозберігаючих технологій ТО і ТР автомобілів, адекватних технічним рівнем транспортних засобів; використання екологічно безпечних матеріалів для відновлення їх працездатності; влаштування інженерних засобів захисту навколишнього середовища для забезпечення відповідності санітарно-гігієнічним нормативам рівнів забруднення атмосферного повітря, водних ресурсів і ґрунту. Основними напрямками підвищення екологічної, санітарної безпеки на підприємствах автосервісу повинні бути наступні [4,5]:

- розроблення і впровадження екологічно безпечних, безвідходних та ресурсозберігаючих технологій технічного огляду і ремонту автомобілів;
- використання технологій технічного огляду і ремонту на об'єктах автосервісу, адекватних рівню екологічної безпеки автотранспортних засобів;
- введення управління охороною навколишнього середовища;
- розробка заходів по скороченню виробничих викидів, скидів і відходів;
- використання екологічно чистих матеріалів і технологій;
- збір та утилізація власних виробничих відходів і надання аналогічних послуг експлуатаційними підприємствами;
- розроблення та впровадження системи економічного стимулювання дій персоналу щодо підвищення екологічної безпеки об'єктів автосервісу і т. п. [2, 4, 6] .

1. *Технічна експлуатація автомобілів / Под ред. Є.С. Кузнєцова. -3-е изд., Перераб. і доп. – М.: Транспорт, 2009.- 413 с.*
2. *Гнатюк В. Напрямки підвищення екологічної безпеки на автосервісних підприємствах//Матеріали міжнародної науково-практичної конференції за участю іноземних студентів «Розвиток аграрного бізнесу в умовах глобалізації» 15-17 квітня 2016р. Тернопіль, ТНЕУ, -2016, С. 51–53*
3. *Кузнєцов А.С., Белов Н.В. Малое предприятие автосервиса: Организация, оснащение, эксплуатация. –М.: Транспорт 2005 –303 с*
4. *Нікіфорова О.А. Екологічна складова в перспективах розвитку міжнародних транспортних шляхів України/ О.А.Нікіфорова, Г.Г.Сидорченко //Транспортні системи та технології перевезень. Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В.Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2017.– С. 67–72.*
5. *Крейніна Н.Н. Финансовое состояние предприятия: Методы оценки. - М.: Финансы и статистика, 2008. - 448с..*
6. *Мітряєва С. Транскордонне співробітництво Україна - ЄС: стан, проблеми та перспективи [Електронний ресурс] /С.Мітряєва, А.Крижевський. – Режим доступу: <http://old.niss.gov.ua/MONITOR/Jul2009/34.htm>.*



УДК 504.064.4

## ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ УТИЛІЗАЦІЇ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

TECHNICAL-ECONOMIC ASPECTS OF MOTOR VEHICLES UTILIZATION

**Пікула Микола, Марчук Микола**

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33018*

Життєвий цикл виробу (ЖЦВ) - це сукупність взаємопов'язаних процесів (етапів) створення і послідовної зміни стану виробу, що забезпечує потреби замовника. Їх здійснюють від моменту виявлення потреб суспільства в певних виробках до задоволення цих потреб і утилізації виробів. Структура ЖЦВ – це сукупність стадій, що характеризують відносно автономні і взаємопов'язані фази виробничого процесу: дослідження, виготовлення, експлуатація, ремонт і відновлення, утилізація. З них найменш дослідженим є утилізація.

Вироби, вилучені з експлуатації, містять велику кількість компонентів, що мають певну цінність: матеріали, комплектувальні, кріпильні вироби тощо. Причому більшість їх є придатними для подальшого використання. У момент зняття виробу з експлуатації він має певні залишкові ресурси, які можуть бути використані після утилізації. Використання вторинних ресурсів вигідно з точки зору як зменшення витрат первинних ресурсів, так і збільшення випуску додаткової продукції. Разом з тим деталі, що вимагають ремонту, при обґрунтуванні його економічної доцільності можуть бути відновлені для подальшого використання як обмінного ремонтного фонду.

Удосконалення процесів утилізації сприяє зростанню ефективності виробництва, економії сировини, матеріалів та енергоресурсів. Збільшення обсягів зношеної техніки привернула увагу вчених, які вишукують сучасні рішення щодо повторного застосування у виробництві матеріалів, що дозволяють утворювати замкнутий ланцюг ефективного застосування машин, агрегатів і деталей повторно.

Зношена автомобільна техніка через її велику кількість є значною загрозою для навколишнього середовища. Відходи, які утворюються при утилізації АТЗ, характеризуються великою неоднорідністю за обсягом і складом. Саме до таких відходів, які часто містять небезпечні і навіть отруйні продукти, під час утилізації необхідно ставитися особливо уважно.

Найбільш поширеним і економічно обґрунтованим методом утилізації є переробка відходів, результатом якої є вторинна сировина. Утилізація пов'язана зі складними технологічними процесами, при здійсненні яких утворюються тверді, рідкі та газоподібні відходи. АТЗ утилізуються за стандартною схемою: відділення всіх знімних елементів (розбирання); сортування; пресування і дроблення в спеціальних установках і плавлення металу для отримання очищеного сировини, придатного для вторинного використання.

Забруднення АТЗ і агрегатів можуть бути зовнішніми (маслянисті відкладення, герметики, лакофарбові покриття, продукти корозії) і внутрішніми, які виникають в результаті старіння мастил, зношення деталей, а також накип, нагар, продукти корозії, асфальто-смолисті відкладення. Для їх видалення використовують механічні, фізико-хімічні та фізичні процеси, в основі яких лежать різні способи руйнування і видалення забруднень.

Під переробкою відходів металів розуміють технологічний процес в результаті, якого вони переводяться в стан, придатний для використання в металургійному та ливарному виробництвах. При переробці кузовів і агрегатів, що містять чорні і кольорові метали, полімерні матеріали, скло тощо використовують різні способи сепарації відходів за видами матеріалів. Таке сортування проводять за фізичними (магнітна сприйнятливність, щільність,

електропровідність), зовнішніми (кольором, характером зламу тощо), предметними ознаками (найменування); маркуванням деталей; результатами неруйнівних методів дефектоскопії. Для кожної групи відходів методи їх утилізації підбирають окремо. При цьому враховуються їх ефективність, зокрема фінансову і часову складові, безпеку процесів і повну відповідність до законодавства, яке встановлює правила використання і поводження з відходами.

Найважливішими факторами, що визначають ЖЦВ на стадії ремонту і утилізації, є підготовчі операції, які забезпечують якість і продуктивність ремонту, здатність знаходження дефектів, якість відновлених або комплектуючих деталей і складання агрегатів виробу, здатність експлуатації виробів, умови зберігання, організації та підготовки виробу або їх складових частин до подальшої утилізації. Завдяки очищенню та миттю, що чергується з розбиранням виробів, дефектуванням і сортуванням, ефективність прогнозу очікуваних результатів здійснюється як при утилізації, так і при ремонті.

Вибір напрямку утилізації включає аналіз всіх можливих варіантів за критерієм їх ефективності. Вихідним моментом аналізу є об'єктивна оцінка рівня фізичного і морального зношення, призначеного до зняття з експлуатації виробу, його конструктивних елементів. При настанні фізичного зношення виробу основними напрямками утилізації, як правило, є регенерація окремих конструктивних елементів і цінних матеріалів або їх перетворення в металом. В обох випадках для визначення рівня втрат споживчих властивостей машини важливо прогнозування зношеності деталей, складальних одиниць і інших елементів конструкції в процесі експлуатації виробу.

З точки зору ЖЦВ процес використання залишкового ресурсу слід розглядати як нормальний, технічно і економічно неминучий. Тому ще в період створення виробу важливо прогнозувати залишковий ресурс найбільш дорогих деталей; передбачати сучасну технологію і організацію цього процесу, а в комплекті технічної документації на виріб передбачити документацію щодо раціонального використання залишкового ресурсу (утилізацію).

Моральне старіння при експлуатації є передумовою вибору, в першу чергу, варіантів повторної експлуатації виробу зі знизеними вимогами до експлуатаційних властивостей, вторинного використання окремих вузлів, деталей і матеріалів при виробництві аналогічних моделей виробів або в якості обмінного ремонтного фонду після виконання відповідних відновлювальних робіт. Зняття морально застарілої продукції з експлуатації визначається економічними чинниками, в першу чергу - виробничими потужностями, можливістю швидкого оновлення, наявністю альтернативних варіантів використання залишкових ресурсів.

Проблема утилізації відходів набуває глобальних масштабів, адже їх зберігання вимагає значних матеріальних витрат і часто набуває характер серйозної екологічної проблеми. Тому в багатьох розвинених країнах щодо відходів виробництва прийняте гасло **RRR (reduce - reuse - recycling)** - «зниження - вторинне використання - переробка».

Слід зазначити, що вторинне використання ефективне лише в тих випадках, коли собівартість виробу, отриманого з вторинної сировини, буде нижчою аналогічного виробу, виготовленого з традиційних матеріалів. Наприклад, обраний спосіб збагачення матеріалу не повинен бути більш енергомістким, ніж створення нового матеріалу, а технічне рішення не повинно знижувати якість виробу і можливостей його вдосконалення.

Аналіз структурних компонентів і існуючих технологій переробки промислових відходів показав, що найбільшу цінність і, в той же час, найбільшу складність представляє переробка відходів машин. Обсяг таких відходів невинно зростає, що пов'язано з бурхливим розвитком виробництва машин внаслідок морального зношення і скорочення термінів їх експлуатації. При цьому вузли підлягають утилізації, що є цінним джерелом отримання сировини пластмас і металів. Як показують дослідження, після закінчення ЖЦ виробу до 70% (а іноді – і більше його елементів (агрегатів, вузлів, деталей) не виробили свій ресурс і можуть ще тривалий час використовуватися в аналогічних або інших типах виробів. На авторинках, крім нових запчастин, пропонується чимало деталей, отриманих в результаті розбирання «викинутих» виробів. Їх раціональне використання, без сумніву, є актуальною проблемою, покликаною вирішити широкий спектр завдань для заощадження матеріалів і трудовитрат,



енергозбереження та екології. Тим паче, у зв'язку з різким зростанням автопарку України за рахунок ввезених автомобілів на іноземній реєстрації, вузли та компоненти яких часто придатні для подальшої експлуатації.

Стратегія утилізації автомобілів в розвинених країнах ґрунтується на екологічній і економічній ефективності прийнятих організаційно-технічних рішень. Адже утилізація середньостатистичного легкового масою 1050 кг заощаджує 3300 кг природних ресурсів, знижує витрату енергії на 56 000 МДж, зменшує викиди шкідливих речовин на 1950 кг.

Виведені з експлуатації автомобілі є і значним джерелом вторинних металів. Їх використання має велике значення, адже витрати на залучення металевих відходів в обіг значно менші, ніж на виплавлення металу з руди. Переробка 1 т брухту чорних металів дозволяє економити понад 1,8 т руди, агломерату і окатишів, 0,5 т коксу, 45 кг флюсів, близько 100 м<sup>3</sup> газу. Значно скорочуються і витрати енергії, необхідної для виплавлення металу.

Практика показує, що не менше 25% знятих з автомобіля вузлів і деталей можуть бути повторно використані без відновлення, оскільки зберігають конструктивні характеристики. Ще 50% деталей можуть бути відновлені, причому собівартість відновлення не перевищує 30% вартості нових деталей. Відновлення деталей дозволяє використовувати їх залишкову довговічність, скорочуючи споживання ресурсів порівняно з виробництвом нових виробів.

Донедавна в Україні на законодавчому рівні не було концепції утилізації автомобілів - лише в 2013 році Верховна Рада України прийняла Закон «Про утилізацію транспортних засобів» [1], який визначає правові, організаційні та економічні засади діяльності, пов'язаної з утилізацією транспортних засобів на території України для забезпечення екологічної безпеки, охорони навколишнього середовища, життя і здоров'я громадян. Законом, зокрема, встановлені технологічні процеси, які необхідно застосовувати при поводженні зі складовими частинами та елементами, що утворюються у процесі утилізації знятих з експлуатації транспортних засобів:

- 1) демонтаж акумуляторних батарей і ємностей із зрідженим газом;
- 2) видалення або нейтралізацію вибухонебезпечних компонентів;
- 3) окреме зливання та зберігання рідин, у тому числі палива, моторного і трансмісійного масел, робочих рідин гідроприводу, охолоджувальних і гальмівних рідин, рідин із системи кондиціонування та інших, що містяться в АТЗ, якщо це не перешкоджатиме подальшому відновленню деталей, вузлів і агрегатів з використанням установок для осушення транспортних засобів, заснованих на пневматичному принципі, з окремим збиранням рідин;
- 4) демонтаж усіх компонентів, що містять ртуть та інші екологічно небезпечні матеріали і мають відповідне маркування, або зазначені у керівництві з демонтажу, що підлягають демонтажу на стадії підготовки до утилізації;
- 5) демонтаж каталітичних нейтралізаторів і сажових фільтрів;
- 6) демонтаж деталей, що містять мідь, алюміній чи магній, якщо такі метали не можуть бути відокремлені на стадії дроблення матеріалів;
- 7) демонтаж покришок, великих вузлів і деталей з пластмаси (бамперів, комбінацій приладів, ємностей для рідин), якщо такі матеріали не можуть бути відокремлені на стадії дроблення, із забезпеченням спрощення процедури їх подальшої переробки;
- 8) сортування відходів за видами, їх накопичення і передачу на спеціалізовані підприємства, що здійснюють вторинну переробку або захоронення (знешкодження);
- 9) зберігання твердих відходів на відкритому майданчику або у виробничих приміщеннях з асфальтовим чи бетонним покриттям;
- 10) складування акумуляторів і мастильних фільтрів в окремих спеціальних контейнерах.

Отож, вирішення питання про утилізацію транспортних засобів в Україні перебуває на стадії становлення. Вивчення світового досвіду переробки автомобілів і запровадження його у нашій країні сприятиме покращенню екологічної ситуації в Україні.

*1. Про утилізацію транспортних засобів : Закон України із внесеними змінами від 4 липня 2013 р № 421-VII.*

УДК 621.891

**РОЗРОБКА СТРУКТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ  
ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ НАТЯЖНОГО БАШМАКА ЛАНЦЮГА  
ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ**

DEVELOPMENT OF THE STRUCTURAL-TECHNOLOGICAL MODEL OF PROCESS  
TO CREATE THE GAS-DISTRIBUTION GEAR SHOE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

**Свідерський Владислав,\* Сіренко Геннадій,\*\* Яремчук Василь\***

*\*Хмельницький національний університет,  
вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, 29016*

*\*\*Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника,  
вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76018*

*Structural-technological model of process to create the structure and properties of 'grafelon-20' polymer composite material using it to make plate of gas-distribution gear shoe of internal combustion engine is developed. Designed device for gluing plate with the metal base of shoe and recommendations how to use this research for chain-driven automobiles are given.*

Газорозподільний механізм відіграє суттєве значення у роботі двигунів внутрішнього згорання будь-яких транспортних засобів [1]. За його допомогою відбувається подача палива в циліндри двигуна та відводяться продукти згорання.

Привід газорозподільного вала виконується дворядним втулково-роликівим ланцюгом від привідної зірочки, яка обертається колінчастим валом [2]. Цим же самим ланцюгом приводиться також у рух зірочка вала приводу мастильного насоса. Для створення необхідного натягу ланцюгової передачі та гасіння коливних відхилень, біля ланцюга розміщений натяжний башмак, в конструкції якого передбачена гумова накладка.

У газорозподільному механізмі автомобілів, найбільш часто виходить з ладу саме натяжний башмак ланцюга, який конструктивно складається з металевої пластини, на яку методом вулканізації нанесена каучукова накладка, яка досить швидко зношується від постійної дії на неї ланок ланцюга. Щоб забезпечити тривалу довговічність та достатню зносостійкість натяжного башмака, а при цьому і всього газорозподільного механізму, необхідно підвищити зносостійкість його найбільш критичного елемента – матеріалу накладки. У роботі [2] ця задача була вирішена за рахунок заміни базового матеріалу, в якості якого виступає каучук СКН-40 на антифрикційний матеріал графелон-20. Для того, щоб забезпечити оптимальне впровадження такої заміни необхідно розробити нову технологічну схему виготовлення натяжного башмака ланцюга з використанням антифрикційного матеріалу графелон-20.

**Мета дослідження.** Поставлена задача розробити модернізовану структурно-технологічну модель процесу формування складу, структури та властивостей полімерного антифрикційного композиційного матеріалу графелон-20 з метою виготовлення пластини натяжного башмака ланцюга газорозподільного механізму двигунів внутрішнього згорання. Крім того необхідно сконструювати та виготовити пристрій для забезпечення правильного склеювання виготовленої пластини з металевою основою натяжного башмака, а також запропонувати рекомендації щодо використання виконаних досліджень при впровадженні модернізованого натяжного башмака ланцюга газорозподільного механізму для автомобілів у конструкції яких використовується ланцюговий привід.

Графелон – полімерний композиційний матеріал утворений на основі ароматичного поліаміду, важких ароматичних поліефірів, пентапласту, полікарбонату, поліформальдегіду та

його сополімерів, поліімідів, поліхіноксадинів, поліфенілхіноксалинів, поліоксадіазолів, полібензоксазолів, поліфеніленоксидів, поліфеніленсульфідів і поліфеніленсульфонів чи їх сумішей у певних пропорціях і основного наповнювача – вуглецевого волокна (ВВ), отриманого за спеціальною технологією, а також модифікованого спеціальними добавками, що має наперед заданий розподіл за довжиною [3].

Структурно-технологічну модель процесу формування складу, структури та властивостей нового полімерного композиційного матеріалу графелон наведено на рисунку 1.



Рис. 1. Структурно-технологічна модель процесу формування складу, структури та властивостей полімерного композиційного матеріалу (ПКМ) графелон

Технологічний процес виготовлення лабораторних зразків та натурної моделі пластини натяжного башмака складається з таких операцій: а) брикетування, б) пресування, в) термообробка виробів [3]. У ході виконання програми досліджень розроблені режими цих технологічних операцій. Якщо прес-матеріал за температури  $T_a$ , у формі брикету з розмірами, що збігаються з розмірами порожнини форми, завантажується у форму, нагріту до певної постійної температури  $T_0$ , то тривалість нагрівання центральної частини брикету до заданої температури  $T_m$ , можна оцінити за допомогою формули, яку застосовують для плоскопаралельної нескінченної пластини:

$$\tau_{nl} = \frac{4}{\pi^2} \cdot \frac{\left(\frac{\delta}{2}\right)^2}{a_T} \cdot \ln\left(\frac{4}{\pi} \cdot \frac{\theta_a}{\theta_m}\right), \quad (1)$$

де  $\tau_{nl}$  – час прогрівання середини зразка, год;  $\delta$  – товщина пластини, м;  $a_T$  – коефіцієнт температуропровідності,  $\text{м}^2/\text{год}$ .



Причому, у цій формулі  $\theta_a = T_0 - T_a$ , а  $\theta_m = T_0 - T_m$ .

Розрахункова тривалість прогрівання для попередньо вибраних параметрів  $a_T = 4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{год}$ ,  $T_0 = 340 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $T_a = 230 \text{ }^\circ\text{C}$  та  $T_m = 335 \text{ }^\circ\text{C}$  (які відповідають умовам пресування графелона-20), наведена у таблиці 1.

Таблиця 1

Розрахункові значення тривалості прогрівання при пресуванні пластини з матеріалу графелон-20

Товщина плоского брикету, мм	6,0	10,0	20,0	25,0	30,0	40,0	50,0
Тривалість прогрівання пластини, год	1,80	5,0	20,0	–	45,0	80,0	–

За своїм комплексом фізико-механічних параметрів матеріал графелон перевищує більшість промислових пластмас [3].

Відмінними особливостями графелону-20 є висока зносостійкість за підвищених температур та навантажень, а також підвищена довговічність при роботі у середовищі мінеральних мастил. Матеріал ефективно може використовуватись при питомих навантаженнях до 5 МПа без наявності мащення і до 25 МПа зі змащуванням та швидкістю ковзання до 3 м/с. Коефіцієнт тертя графелону-20 при роботі без мащення достатньо великий, однак його величина залишається незмінною у достатньо широкому інтервалі температур. За параметром зносостійкості графелони в 2–10 разів переважають такі матеріали, як масляніт, АТМ-2, АМС-5, Ф4К20 тощо [3].

Область термофрикційної працездатності матеріалу графелон-20 при навантаженнях до 50 МПа знаходиться у межах 293–473 К, а при навантаженнях до 20 МПа – 473–523 К.

Аналіз отриманих результатів трибологічних досліджень показав, що матеріал графелон-20 за зносостійкістю переважає матеріал каучук СКН-40 у 1,74 рази [2].

Таким чином, графелон-20, як і інші ароматичні та циклічні сполуки, має високу твердість, жорсткість та міцність, непогані антифрикційні властивості, пластичність і стійкість до ударних навантажень, високу втомну міцність, що забезпечує можливість широкого його застосування у різних галузях народного господарства.

Склеювання виготовленої пластини з металевою основою здійснювали з допомогою спеціального розробленого та сконструйованого пристрою в якості клейової субстанції використовували металевий клей «Мекладин» [4].

Клей «Мекладин» має досить тривалий експлуатаційний термін – до п'яти років. Цим клеєм можна склеювати різні деталі, які працюють у середовищі як води, так і мастил.

### Висновки

1. Розроблена структурно-технологічна модель процесу формування складу, структури та властивостей полімерного композиційного матеріалу графелон-20 на основі якої запропонована модернізована технологія виготовлення лабораторних зразків та моделі пластини натяжного башмака ланцюга газорозподільного механізму двигуна внутрішнього згорання.

2. Результати виконаних досліджень можуть бути використанні при виготовленні модернізованих натяжних башмаків ланцюга газорозподільного механізму таких автомобілів як: Mercedes-Benz W220; Volkswagen; Skoda; Seat з двигунами 1,8 TFSI (118 кВт); Nissan Note з двигуном 1,4 CR 14DE; Toyota Corolla 150 з двигуном 1ZZ; Nissan Almera з двигуном 1,5 Q615DE; Niva-Chevrolet: 2123-1006019 в яких застосовується ланцюговий привід газорозподільного механізму.

1. Карагодін В. І. Ремонт автомобілей и двигателей : учеб. пособие [для студ. проф. учеб. заведений] / В. І. Карагодін, Н. Н. Митрохін. – 2-е изд., стер. – М. : ИЦ «Академия», 2003. – 496 с.

2. Свідерський В. П. Підвищення зносостійкості натяжного башмака газорозподільного механізму автомобіля ВАЗ – 21011 / В. П. Свідерський, Л. П. Мельничук, В. С. Нараєвський // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2009. – № 5. – С. 51–55.

3. Сиренко Г. А. Антифрикционные карбопластики / Г. А. Сиренко. – Киев : Техника, 1985. – 195 с.

4. Кардашов Д. А. Синтетические клеи / Д. А. Кардашов. – М. : Химия, 1976. – 502 с.



УДК 621.039.75:622.684(477.81)

## ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕРОБКИ ЗНОШЕНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН НА РІВНЕНЩИНІ

### ORGANIZATION OF REARING OF HARVESTED AUTOMOBILE TIRES ON RIVNE REGION

Стадник Олександр, Пашкевич Світлана

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

*The division of the technological process of automobile tires utilization in the Rivne oblast for primary and deep processing was proposed. This reduces transport costs and increases the employment rate in the regions of the oblast.*

Зношені автомобільні шини при їх зберіганні на звалищах чинять негативний вплив на навколишнє природне середовище. Через стрімке зростання кількості автомобілів з часом ця проблема лише ускладнюється. Ідеальним шляхом її вирішення є виготовлення зі зношених шин нової продукції.

Відомі різні технології утилізації зношених автомобільних шин, які передбачають їх використання у цілому вигляді, термічну, фізико-хімічну та механічну переробку [1].

Механічна переробка, яка є найпоширенішою, передбачає подрібнення в кілька стадій, видалення металевих та текстильних кордів. Технологічний процес складається з таких операцій: очищення зношених автомобільних шин від бруду та негумових шипів; видалення бортових кілець за допомогою гаків з гідроприводом; нарізання гуми шматками 200x200 мм на різальних валках; грубе та тонке подрібнення нарізаних шматків гуми на шредерах; видалення металокорду магнітними сепараторами; виділення текстильного корду на віброситах та його вилучення повітряним потоком; класифікація гумової крихти на віброситах чи пневматичних класифікаторах.

В результаті переробки зношених автомобільних шин (рис. 1) отримують гумову крихту різних фракцій, металевий та текстильний корд, які є товарними продуктами. Вартість гумової крихти, залежно від фракції, становить від 5,5 тис. грн./т, вартість металокорду від 2,0 тис. грн./т. В Україні шини на утилізацію здають зазвичай безкоштовно або за ціною 1000–1500 грн/т (в цінах 2018 року).

Маса зношених автомобільних шин, що підлягають утилізації у Рівненській області, за розрахунками авторів згідно методики [2], становить 1367,1 т/рік гуми, 273,4 т/рік металокорду та 182,3 т/рік текстильного корду, які можна залучити в подальшій переробці. Розрахунки виконані з урахуванням кількості зареєстрованих в області легкових автомобілів. Тому на Рівненщині доцільно запуснути одну технологічну лінію з утилізації зношених автомобільних шин продуктивністю 0,5 т/год з урахуванням двохзмінної роботи. Вартість таких технологічних ліній становить, залежно від виробника, \$10–43 тис. [3] та [4]. Робота технологічної лінії з рентабельністю 5 % дозволить забезпечити термін окупності інвестицій за 0,8–3,2 року.

Споживачами гумової крихти можуть бути підприємства з виробництва гумотехнічних виробів, які зараз відчувають дефіцит цієї сировини в Україні. За відсутності підприємств з утилізації гумотехнічних виробів на Рівненщині Дубенський завод гумотехнічних виробів змушений поставляти для потреб виробництва гумову крихту з Європи.



Рис. 1. Види продукції, які отримують зі зношених автомобільних шин (ціни станом на 2018 рік)

Проблема в тому, що розрахункові цифри є лише ресурсним потенціалом зношених автомобільних шин у Рівненській області. Зношені автомобільні шини як вторинний ресурс нерівномірно розподілені по районах області. Їх транспортування, як дешевої сировини з малою насипною густиною, є економічно недоцільним.

Метою роботи є розробка організаційної структури збору та переробки зношених автомобільних шин у Рівненській області на основі розділення технологічного процесу їх переробки, що дозволяє зменшити транспортні витрати.

Зношені автомобільні шини мають насипну густину 80–120 кг/м<sup>3</sup>, а якщо транспортувати шматки гуми після часткової переробки - їх насипна густина зростає до 500–600 кг/м<sup>3</sup>. Це дозволить збільшити коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля і знизити вартість перевезень. Тому раціонально розділити технологічний процес утилізації зношених автомобільних шин на дві частини: первинну та глибоку переробку.

На первинну переробку зношені автомобільні шини звозять з пунктів їх прийому. Первинна переробка повинна включати очищення зношених автомобільних шин від бруду та негумових шипів, видалення бортових кілець та нарізання гуми шматками 200x200 мм на різальних валках.

Обладнання, що використовується для процесу первинної переробки, просте та недороге. Процес первинної переробки мало автоматизований і потребує багато ручної праці, тому ці міні-лінії доцільно розміщувати у районах Рівненської області, що дозволить і підвищити зайнятість населення. На пунктах первинної переробки отримують до 15 % від переробленої маси шин металокорду, який можна реалізувати як металобрухт по ціні від 2000 грн/т (в цінах 2018 року).

Після первинної переробки напівфабрикат (шматки гуми) транспортують до пункту глибокої переробки, технологічна схема якого включає грубе та тонке подрібнення на шредерах, видалення залишків металокорду магнітними сепараторами, видалення текстильного корду класифікацією 1 на віброситах з використанням пневмопотуку та розділення гуми на різні класи крупності класифікацією 2 на віброситах (рис. 2). Товарним продуктом, які отримують у процесі глибокої переробки, є гумова крихта, яку можна реалізувати по ціні від 5500 грн/т (в цінах 2018 року).

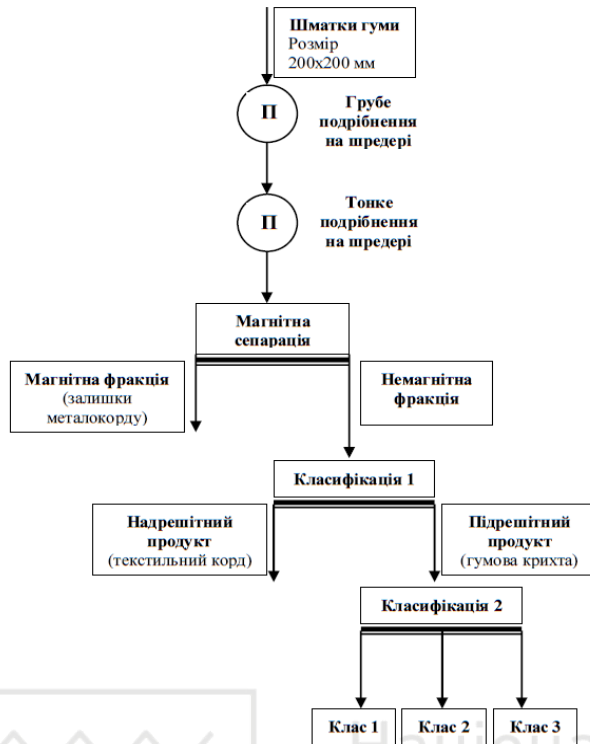


Рис. 2. Технологічна схема пункту глибокої переробки зношених автомобільних шин (залишки металокорду, текстильний корд і класи гумової крихти 1, 2 та 3 є товарними продуктами)

Основний дохід забезпечується за рахунок здачі бортових кілець на металобрухт та здачі напівфабрикату на підприємства-пункти глибокої переробки зношених автомобільних шин.

На третьому рівні повинні функціонувати пункти глибокої переробки шматків гуми, які отримують на пунктах первинної переробки шин. На ці підприємства напівфабрикат транспортують з відстані 100–200 км, переважно – автомобільним транспортом. Дохід таких підприємств забезпечується від реалізації споживачам гумової крихти та текстильного корду.

Отже, запропонована організаційна структура процесу збору та утилізації зношених автомобільних шин, що включає пункти їх збору, первинної та глибокої переробки, дозволяє зменшити витрати на транспортні послуги, за рахунок збільшення коефіцієнту використання вантажопідйомності рухомого складу до 40 %, а також сприяє розвитку дрібного підприємництва та підвищенню зайнятості населення у районах Рівненської області.

Запропонована організаційна структура збору та утилізації зношених автомобільних шин на Рівненщині має три рівні.

На першому рівні повинні функціонувати пункти збору зношених автомобільних шин, які можуть бути організовані на станціях технічного обслуговування автомобілів, пунктах збору металобрухту чи іншої вторинної сировини. Форма організації бізнесу – індивідуальний підприємець. Ці підприємці отримують дохід від здачі зношених автомобільних шин на пункти первинної переробки.

На другому рівні повинні функціонувати пункти первинної переробки, на які транспортують зношені автомобільні шини з пунктів прийому. Відстань транспортування – до 30–50 км. Форма організації бізнесу – також індивідуальний підприємець.

1. Бобович Б.Б. Утилізація автомобілей и автокомпонентов. М.: МГИУ, 2010. 176 с.

2. Стадник О.С. Ігнатюк Р.М., Пікула М.В. Оцінка об'ємів утилізації автомобільних шин на Рівненщині. Тези X Всеукраїнської наук. конференції студентів, магістрів та аспірантів «Сучасні проблеми екології та геотехнологій», 10–12 квітня 2013 року. Житомир: ЖДТУ, 2013. С. 253.

3. Оборудование для переработки шин в крошку / Торгово-экспортная компания «Универсал». URL: <http://86007.machine.prom.ua/p66789464-оборудование-dlya-pererabotki.html>.

4. Линия для переработки шин в крошку. URL: <http://prom.ua/p131282844-liniya-pererabotke-shin.html>.

УДК 629.113/.115; 534.836.2; 621.43.65

**ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ ЗВУКУ  
У ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗАХ ДВЗ  
ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГЛУШНИКІВ ШУМУ**

DETERMINING THE SPEED SOUND IN EXHAUST GASES ICE AS A MEANS OF  
ENHANCING THE EFFICIENCY OF NOISE MUFFLER

**Федоров Володимир**

*Національний транспортний університет,  
Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1 (вул. Суворова, 1)*

*The external noise of cars is reduced first of all with the help of silencers of noise of exhaust gases ICE. The vast majority of silencers installed on cars are based on reactive and resonant mufflers. To calculate both of these types of silencers it is necessary to know the speed of sound (noise) in the exhaust gases. The method of determining the speed of sound by experimental method is proposed.*

Шум відпрацьованих газів автомобілів понижують за допомогою відповідних глушників. Практично у всіх автомобілях використовуються як базові глушники реактивні та резонансні. Для розрахунку обох типів глушників необхідно знати швидкість звуку у відпрацьованих газах.

Наприклад, для повітря швидкість звуку визначається за формулою [1]:

$$c = c_0 \left( 1 + \frac{t}{273} \right)^{1/2} \quad (1)$$

де  $c_0 = 333 \text{ м/с}$  – швидкість звуку при температурі газу  $t = 0^\circ \text{C}$ .

Але на даний час не існує формули для швидкості звуку у відпрацьованих газах, тим більше, що саме поняття «відпрацьовані гази» є досить розпливчатим і для кожного двигуна є практично індивідуальним.

Пропонується принципово новий підхід для розв'язання даної задачі: визначення швидкості звуку, використовуючи ефект шумоглушіння реактивного глушника. Як відомо [2], ефективність шумоглушіння глушника, його геометричні параметри та швидкість звуку у відпрацьованих газах взаємозв'язані між собою. Тому, якщо параметри та ефективність шумоглушіння глушника відомі, то можна визначити необхідну швидкість звуку. При цьому робляться вимірювання шуму відпрацьованих газів: з реактивним глушником та без нього. Встановлюється частотна характеристика шумоглушіння глушника. Далі можливі два шляхи визначення швидкості: а) за усіма відомими частотами шумоглушіння та відповідним їм рівням шумоглушіння; б) за частотою максимального шумоглушіння.

Ефективність шумоглушіння реактивного глушника (рис. 1) визначається за формулою [2]:

$$L = 10 \lg \left[ 1 + \frac{(m-1/m)^2}{4} \sin^2 kl_k \right] \quad (2)$$

де  $m = \frac{S_{\text{вл}}}{S_{\text{вихл}}}$  – коефіцієнт розширення ( $S_{\text{вл}}$  – площа поперечного перерізу глушника, м<sup>2</sup>;  $S_{\text{вихл}}$  – площа поперечного перерізу вхідної (вихідної) труби глушника);

$k = \frac{2\pi f}{c}$  – хвильове число, де  $f$  – частота випромінюваного шуму у відпрацьованих газах, Гц,  $c$  – швидкість звуку в середовищі;

$l_k$  – довжина камери розширення глушника, м.

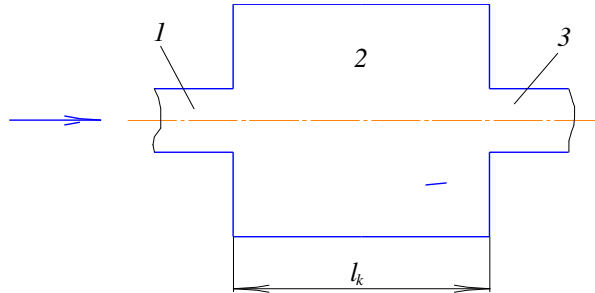


Рис. 1. Реактивний глушник: 1, 3 – вхідна і вихідна трубки; 2 – порожнина глушника, довжиною  $l_k$

Після ряду перетворень з фор-ли (2) отримуємо формулу для визначення швидкості звуку у відпрацьованих газах:

$$c = \frac{2\pi f l_k}{\arcsin \left[ \frac{2\sqrt{10^{10} - 1}}{m - \frac{1}{m}} \right]} \quad (3)$$

В формулу (3) почергово підставляються значення частот  $f$  і відповідні їм рівні звукопоглинання  $L$ , що були отримані за допомогою вимірювань. В результаті отримується ряд значень швидкості звуку  $c$ , які усереднюються, після чого маємо остаточний результат –  $c_{\text{ср}}$ .

З другого боку, шукану швидкість можна визначити, виходячи із частоти  $f_{\text{max}}$ , якій відповідає максимальний рівень шумоглушіння. Із (2) випливає, що цей максимум настає при умові:

$$\sin k l_k = 1 \Rightarrow \frac{2\pi f_{\text{max}}}{c} l_k = \frac{\pi}{2} \Rightarrow c = 4 f_{\text{max}} l_k \quad (4)$$

Отже, отримати шукане значення швидкості звуку можна за двома формулами: (3) і (4).

На рис. 2 показана експериментальна установка для визначення швидкості звуку у відпрацьованих газах двигуна.

Вимірювання здійснюються з реактивним глушником (рис. 2, а) та без глушника (рис. 2, б). Відпрацьовані гази (показані стрілками) рухаються по вихлопній трубі 2 (та глушнику – для першого етапу вимірювань) і виходять в атмосферу. На відстані 0,5 м та під кутом 45° (згідно [3]) встановлюється мікрофон 4, сигнал з якого поступає на вимірювально-обчислювальний комплекс 5.

Детальніше вищезгаданий комплекс зображено на рис. 3.

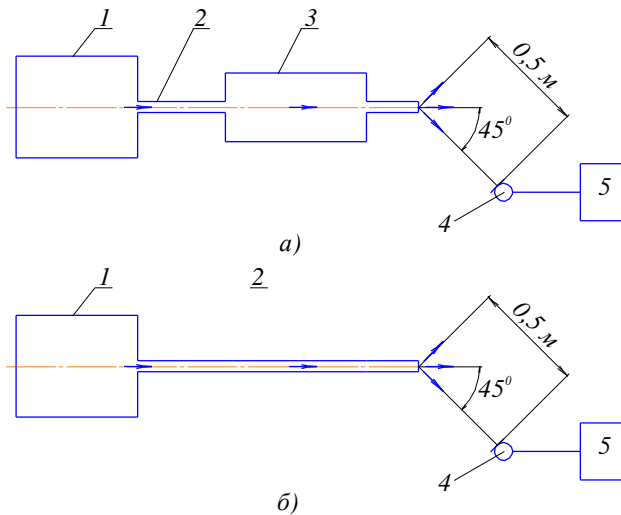


Рис. 2. Експериментальна установка для визначення швидкості звуку у відпрацьованих газах двигуна: а – з глушником; б – без глушника; 1 – ДВЗ; 2 – вихлопна труба; 3 – реактивний глушник шуму; 4 – мікрофон; 5 – вимірювально-обчислювальний комплекс

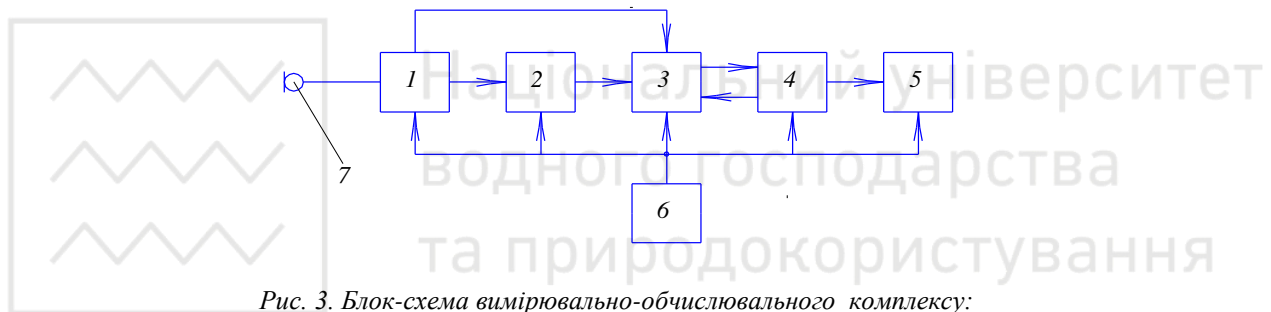


Рис. 3. Блок-схема вимірювально-обчислювального комплексу:

1 – блок оцифровки сигналу, що поступає з мікрофону; 2 – спектроаналізатор; 3 – блок зберігання інформації; 4 – блок обчислення рівнів сигналів та різниці рівнів; 5 – обчислювальний блок; 6 – блок управління; 7 – мікрофон

Робота комплексу відбувається наступним чином. Сигнал з мікрофону 7 подається на вхід блоку оцифровки 1, який переводить аналоговий сигнал в цифровий у заданому форматі та необхідною частотою дискретизації й іншими параметрами.  $s_1(t)$  – це сигнал у випадку, коли глушник не застосовується та  $s_2(t)$  – сигнал у випадку із застосуванням реактивного глушника. Зареєстровані сигнали  $s_1(t)$  і  $s_2(t)$  передаються на блок 3 для довгострокового збереження, а також на спектроаналізатор 2, де визначається їх амплітудний спектр чи спектральна щільність потужності (далі для простоти – спектр). Зі спектроаналізатора 2 одержані спектри  $S_1(\omega)$  та  $S_2(\omega)$  поступають на блок збереження інформації 3. З блоку 3 спектри поступають на блок 4, де вираховується їх рівні та різниця рівнів:

$$L(f) = L_1(f) - L_2(f) \quad (5)$$

де  $L_1(f)$  і  $L_2(f)$  – рівні спектрів  $S_1(\omega)$  та  $S_2(\omega)$  відповідно. Вони вираховуються відносно стандартного порогу для акустичного тиску:  $2 \times 10^{-5} \text{ Па}$ .

1. Федоров В.В. Акустика автомобіля. – К.: Вид-во НТУ «КАДІ», 2008. – 285 с.

2. Алексеев С.П., Казаков А.М., Колотилов Н.Н. Борьба с шумом и вибрацией в машиностроении // «Машиностроение». – М.: 1970. – 208 с.

3. ДСТУ UN/ECE R 51-02-2002 «Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження автотранспортних засобів, що мають не менше чотирьох коліс, стосовно створюваного ними шуму» (Правила ЄЕК ООН № 51-02: 1996, IDT).



УДК 629.3.063.2

## ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ВОДНЕВМІСНОГО ГАЗУ НА БОРТУ АВТОМОБІЛЯ

THE DEVICE FOR THE PRODUCTION OF GAS CONTAINING HYDROGEN  
ON THE BOARD OF VEHICLE

Шльончак Ігор

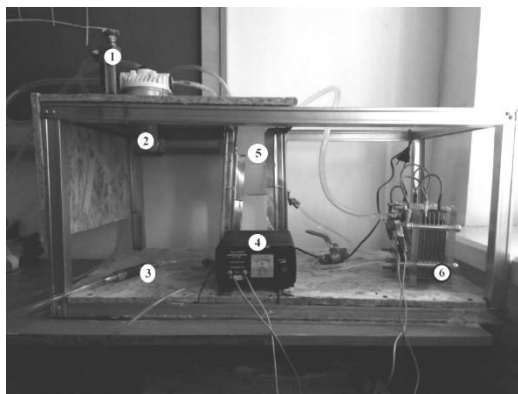
*Черкаський державний технологічний університет,  
вул. Т.Г. Шевченка, 460, м. Черкаси, 18000*

*The device for production of hydrogen-containing gas was designed, manufactured and tested in this project. Its main technical specifications were researched. Besides, the dependence of the productivity on the current strength was established.*

Оскільки в наш час відбувається зменшення покладів нафти і проблема забезпечення транспорту енергоресурсами визнана в більшості країн світу як проблема національної безпеки, то покращення паливної економічності двигунів внутрішнього згорання, зокрема дизелів, шляхом застосування альтернативних палив є досить актуальна. Одним із таких палив є водневмісний газ, який додають до свіжого заряду повітря двигуна, досягаючи зниження витрат палива та рівня шкідливих речовин з відпрацьованими газами. Відомо, що водневмісний газ небезпечний у використанні. Однак, при застосуванні відповідних правил техніки безпеки та охорони праці його використання у двигунах є досить ефективним [1].

Метою роботи було проектування, виготовлення та випробування пристрою для безпечного виробництва водневмісного газу на борту автомобіля.

В роботі була підготовлена необхідна конструкторська документація з подальшим виготовленням пристрою. Пристрій для виробництва і подачі водневмісного газу (рисунок 1) складається з наступних елементів: блок живлення, електролізер, розширювальний бачок, ротаметр, гідрозатвор і вогнеперешкоджувальний клапан. Всі елементи пристрою з'єднані між собою спеціальними трубопроводами, забезпечуючи надійну та безпечну його роботу на борту автомобіля. Принцип роботи пристрою наступний: водневмісний газ через вихідний штуцер після електролізера потрапляє в трубопровід, проходить крізь воду, потрапляє до вогнеперешкоджувального клапану, а потім до двигуна. Так як газ досить небезпечний, вогнеперешкоджувальний клапан та гідрозатвор перешкоджають утворенню полум'я. Пристрій можливо використовувати на борту автомобіля в підкапотному просторі моторного відсіку.

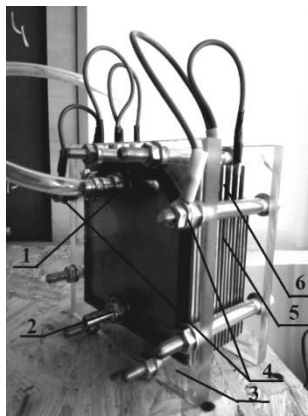


1 - ротаметр РМ-А-0,063ГУЗ; 2- гідрозатвор; 3- вогнеперешкоджувальний клапан; 4- блок живлення «БЛИК-10ИМ»; 5- розширювальний бак; 6- електролізер.

Рис.1. Пристрій для виробництва та подачі водневмісного газу у двигун



Електролізер (рисунок 2) є основним елементом конструкції пристрою і призначений для отримання водневмісного газу методом електролітичного розкладання води. Складається з бокових частин, між якими розміщено 13 пластин, що виготовлені із нержавіючої сталі марки 2Х18Н10Т. Для запобігання протікань між пластинами було встановлено спеціальні ущільнювачі. За електроліт використовувався розчин дистильованої води з каустичною содою.



1-штуцер виходу водневмісного газу; 2-штуцер подачі електроліту; 3-бокова пластина; 4-клеми підведення електричного струму; 5-ущільнююча гума; 6-електроди.

Рис.2. Електролізер

Максимальна продуктивність електролізера складає 29,7 л/год і залежить від складу електроліту та сили струму, що пропускається через нього (рисунок 3). З рисунка 3 видно, що при збільшенні сили струму  $I_5$  продуктивність  $P_5$  електролізера збільшується. Експериментальним методом було встановлено, що при силі струму 2 А спостерігається мінімальний вихід водневмісного газу, який становить 8,82 л/год. При досягненні максимально можливої сили струму 9А продуктивність електролізера має значення 27,9 л/год.

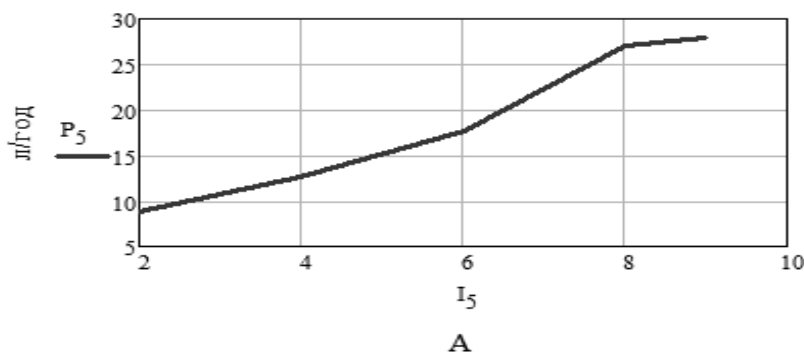


Рис.3. Залежність продуктивності електролізера від сили струму

Таким чином, в роботі було спроектовано, виготовлено та випробувано пристрій для виробництва водневмісного газу. Встановлені експериментальні залежності продуктивності електролізера від сили струму, що проходить через електроліт. Габаритні розміри та компоновальні рішення пристрою дозволяють встановлювати його безпосередньо на борту автомобіля зокрема в підкапотному просторі.

І. Шльончак, І. Компанієць, О. Павлов Аналіз ефективності використання водневмісного газу у двигунах внутрішнього згорання / І. Шльончак, І. Компанієць, О. Павлов // Матеріали VI міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 12-13 квітня 2018р., Вінниця, Україна / Вінн. нац. техн. ун-т – Вінниця: Видавництво Вінницького нац. техн. ун-ту, 2018. – С. 209-212.



УДК 378.147

## ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ЗДІЙСНЕННЯ ПРОЕКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ НАУКОВО-МЕТОДИЧНОЇ РОБОТИ ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

THEORETICAL ASPECTS OF PROJECT ACTIVITY IN THE CONDITIONS  
OF SCIENTIFIC-METHODIC WORK GENERAL LEARNING EDUCATIONAL  
INSTITUTIONS

**Жиле Людмила**

Комунальний заклад «Гуманітарна гімназія № 1 ім. М. І. Пирогова ВМР»  
вул. Малиновського 7, м. Вінниця, Україна, 21018

Пріоритетним напрямком освітньої системи України є доступ до якісної освіти, що визначено низкою законів та нормативних документів. Зокрема, «Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021» наголошує, що інтеграція країни в світовий освітній простір вимагає постійного вдосконалення національної системи освіти, пошуку ефективних шляхів підвищення її якості, апробації та впровадження інноваційних педагогічних систем, модернізації змісту освіти й організації її відповідно до світових тенденцій і вимог ринку праці. Такі перетворення викликали необхідність підготовки вчителів, які спроможні здійснювати інноваційну професійну діяльність та вдосконалювати рівень педагогічної майстерності протягом усієї професійної діяльності.

Аналіз наукової літератури засвідчив, що проблему науково-методичного забезпечення навчального процесу в різних закладах освіти досліджували Я. Болюбаш, О. Дубасенюк, В. Козаков, М. Степко, Ю. Андріяко, Г. Гребенюк, І. Лащик, Г. Шемелюк, С. Гончаров та ін. Дослідження проектної діяльності здійснювали Л. Ващенко, В. Вербицький, В. Гузеєв, Т. Довбенко, В. Докучаєва, Л. Калініна, О. Онопрієнко, І. Осадчий, Є. Полат та ін. Використанню методу проектів у системі методичної роботи присвячено праці Т. Гришиної, Л. Забродської, В. Логвіна, Л. Хоружої та ін. Розроблено різні види проектної діяльності, зокрема проектно-технологічної, проектно-рефлексивної тощо.

Не дивлячись на те, що аспект досліджень стосовно інноваційної діяльності вчителя досить широкий, проблема формування готовності вчителя до інноваційної, зокрема проектної, діяльності в умовах науково-методичної роботи загальноосвітнього навчального закладу досліджена недостатньо як з точки зору розкриття її сутності, так і виявлення умов організації. Так, на думку І. Коновальчук, модернізація системи середньої освіти здійснюється як процес законодавчих, структурних, функціональних, соціальних інноваційних змін усіх її складових, активного пошуку нетрадиційних шляхів виходу освіти з кризового стану, підготовки школи та вчителів до нововведень, активного впровадження моделей альтернативної школи, вдосконалення технологій навчального процесу, стимулюючих розвиток пізнавальної активності, самостійності, креативності та критичного мислення учнів, поширення практики загальношкільних реформ у межах інноваційних мереж [1, с.13].

Особливістю сучасної системи освіти є співіснування двох стратегій організації навчання – традиційної та інноваційної. Терміни «традиційне (нормативне) навчання» та «інноваційне навчання» запропоновані групою вчених у доповіді Римському клубу (1978), який звернув увагу світової наукової громадськості на невідповідність принципів традиційного навчання вимогам сучасного суспільства до особистості, її пізнавальних можливостей. Інноваційне навчання трактувалось у ній як процес і результат навчальної та освітньої діяльності, що стимулює новаторські зміни в соціальному середовищі. Воно орієнтоване на формування готовності особистості до динамічних змін у соціумі за рахунок

розвитку здібностей до творчості, різноманітних форм мислення, а також здатності до співробітництва з іншими людьми [2, с. 17].

Нові освітні системи альтернативного типу, які з'явилися в країнах західної Європи та Америки наприкінці XIX – початку XX століття (Вальдорфська педагогіка Р. Штейнера, системи М. Монтесорі, С. Френе тощо) не стали явищем масової освітньої практики, орієнтованої в цілому на соціальне замовлення індустріального суспільства, але зробили і продовжують впливати на подальший розвиток педагогічного пошуку. А однією з перших новітніх технологій в освіті вважається педагогічна концепція американського педагога, психолога й філософа Дж. Дьюї. Замість тиску й примусу з боку педагогів Дж. Дьюї запропонував створення умов для самовиявлення й культивування власної особистості студента. Навчання, на його думку, має відбуватися під час практичних дій, спрямованих на вирішення певної проблеми (проблемне навчання). Співзвучною з концепцією Дж. Дьюї була теорія, розроблена А. Маслоу. Згідно з нею функцією освіти й виховання є самоактуалізація особистості, допомога людині стати настільки доброю, на скільки вона здатна. Ідеї Дж. Дьюї та А. Маслоу набули продовження в працях американського педагога й психотерапевта К. Роджерса. Їх втілення у практику здійснювалося у 20-ті роки XX ст. у вигляді дальтонівського лабораторного плану Е. Паркхерста, методу проєктів В. Кілпатрика, Віньєтк-плану К. Вошборна, Баталія-плану Дж. Кеннеді, Ієна-плану П. Петерсона, метода центрів за інтересами О. Декролі, нової школи С. Френе та дидактичних моделей, що базуються на самостійній роботі студентів та врахуванні їх інтересів.

Незважаючи на те, що дослідження інноваційних технологій в освіті ведуться з кінця 50-х років XX сторіччя, у вітчизняній практиці термін «інновація в освіті» почав використовуватися лише на початку 90-х років XX століття, у зв'язку з процесами перебудови радянської освітньої системи й швидко набув поширення. Поступове реформування шкільної освіти привело до розуміння особистості як суб'єкта виховної взаємодії та необхідності використання особистісно-орієнтованих технологій в навчальному процесі закладів середньої освіти. Аналіз наукових праць О. Онопрієнка, В. Мирошніченка, Г. Гаврилюк, С. Ізбаш, В. Копилової, які стосуються дослідження особливостей використання проєктної технології в освітньому процесі дає підставу стверджувати, що її використання в умовах закладів середньої освіти – один з перспективних напрямків модернізації освітнього процесу, оскільки створює умови творчого саморозвитку та самореалізації учнів, формує всі необхідні життєві компетенції (полікультурні, мовленнєві, інформаційні, політичні та соціальні). Самостійне здобування знань, систематизація їх, можливість орієнтуватися в інформаційному просторі, бачити проблему і приймати рішення відбувається саме через виконання навчальних проєктів.

Мета методу проєктів полягає не в інтеграції фактичних знань, а в їх практичному застосуванні, активному включенні в проєктувальну сферу, освоєння нових способів людської діяльності в соціокультурному середовищі. Зміст даної технології полягає в наступному. Викладач ставить учням навчальне завдання, окреслюючи вихідні дані й заплановані результати. Подальшу роботу учні виконують самостійно: намічають проміжні завдання, шукають шляхи їхнього рішення, діють, порівнюють отримане з необхідним, коректують діяльність [3, с. 47].

Ефективність цієї технології пояснюється тим, що за результатами аналізу світового й вітчизняного досвіду метод проєктів є основним способом здійснення інноваційної діяльності. Результатом проєктування в цьому випадку є певний інноваційний проєкт – система науково обґрунтованих концепцій, цілей і заходів, необхідних для реалізації розробок у реальних умовах. Зміст етапів проєктування визначається організаційними, аналітико-пошуковими, методичними, управлінськими та іншими завданнями, які необхідно вирішити для реалізації інноваційного проєкту. Процесуально-технологічна складова проєкту конструюється як логічна черговість стадій реалізації інновації, алгоритм і деталізація дій та операцій з чітким описом проміжних і кінцевих результатів [1, с. 20].

У сучасній школі виділяють такі напрямки ефективного використання методу проєктів:



проект як метод навчання на уроці; проект як метод організації самостійної роботи учнів; використання методу проектів під час організації дистанційного навчання; використання проектних технологій з метою формування дослідницьких навичок школярів в процесі позакласної діяльності; проект як метод організації дослідницької та творчої діяльності вчителів, зокрема у післядипломній освіті. А основними умовами використання методу проектів в освітній діяльності є: наявність значущої у дослідницькому та творчому плані проблеми, яка потребує інтегрованих знань для її розв'язання; практична, теоретична, пізнавальна значущість передбачуваних результатів; самостійна індивідуальна та групова діяльність учнів; структурування змістової частини проекту з поетапними результатами; використання дослідницьких методів: визначення проблеми та завдань дослідження, формулювання гіпотези їх розв'язання, обговорення методів дослідження, аналіз отриманих даних, підбиття підсумків, оформлення кінцевих результатів, корегування, висновки [4, с. 58].

Теоретичний аналіз й вивчення стану проблеми дозволили виявити значний освітній і розвивальний потенціал методу проектів під час вивчення філологічних дисциплін. Він полягає у формуванні проектних умінь; впливі на розвиток особистості учня, особливо на сферу його інтересів, що забезпечується сприятливими умовами для осмислення мотивів, цілей, прийомів навчання; розширення і поглиблення соціального та мовленевого досвіду. Однак позитивні властивості методу проектів виявляються за умови готовності вчителя до проектної діяльності, який в свою чергу проектує відповідну діяльність учня.

1. Коновальчук І. І. *Теоретичні та технологічні засади реалізації інновацій у загальноосвітніх навчальних закладах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д. пед. наук : спец. 13.00.01 «Загальна педагогіка та історія педагогіки»* / І. І. Коновальчук. – Житомир, 2015. – 40 с.
2. Олійник О. *Про трактування поняття «педагогічна технологія»* / О. Олійник // *Рідна школа*. – 2004. – № 2. – С. 16–19.
3. Дембіцька С. В. *Метод проектів як один з інструментів проблемного навчання* / С. В. Дембіцька, С. Л. Яблочников // *Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. Серія: Педагогічні науки* – Чернігів: ЧДПУ, 2007 - №46 – Вип. 46. – Т.1. – 180 с. – С. 46–48.
4. *Новые педагогические и информационные технологии в системе образования* / Под ред. Е.С. Полат. – М.: Издательский центр «Академия», 1999. – 224 с.

УДК 140.8 : 616-051

## ОСОБЛИВОСТІ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ТА ПЕДАГОГІЧНИХ УМОВ ФОРМУВАННЯ СВІТОГЛЯДНОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНІХ МЕДИЧНИХ СЕСТЕР

FEATURES OF PEDAGOGICAL EXPERIMENT AND PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR FORMATION OF THE LIGHTNING CULTURE OF FUTURE MEDICAL SETTLEMENTS

Ковтун Ольга

Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028

*The experimental study of the influence of educational factors on the formation of the worldview of future medical workers has been carried out. On the basis of comparison of changes in both groups, the conclusion is made about the effectiveness of the proposed ways of implementing the best practice in professional training.*

Світоглядна культура як елемент духовності особистості медичних сестер суттєво впливає на формування їх ціннісних орієнтацій згідно визначених раніше світоглядних позицій. Тобто, світоглядна поінформованість особистості визначає ціннісні орієнтири медичних сестер, які виступають основою їх культурної діяльності. Накопичуючи протягом навчання світоглядний потенціал, майбутні медичні сестри, згідно отриманих поглядів, уявлень та ідей, освоюють загальносвітову культуру, культурні цінності власного оточення тощо.

Ціль досліджень – визначити особливості експериментального дослідження впливу факторів навчання на формування світоглядної культури майбутніх медичних працівників на основі деонтологічного підходу.

Усі досліджувані (студенти-випускники, майбутні медсестри) розподіляють на II групи: експериментальну та контрольну.

Для виконання експериментального дослідження було застосовано такі методики визначення рівня світоглядної культури медичних сестер:

1. Методика «Оцінювання рівня сформованості у майбутніх медичних сестер світоглядної культури» (власна розробка)

2. Методика «Оцінка світоглядної культури студентів» (власна розробка)

3. Методика «Ціннісні характеристики майбутнього працівника» (власна розробка)

4. Методика «Ціннісні орієнтації» (М. Рокича) [1]

Показниками світоглядної культури медичних сестер визначено:

1. Сформований когнітивно-мотиваційний інтерес до виконання фахових дій

2. Дотримання морально-етичного кодексу у повсякденній професійній діяльності

3. Відображення у міжособистісних контактах чітких ціннісно-духовних орієнтирів особистості

4. Здатність до імпровізаційно-коригувальної діяльності задля досягнення успішних комунікативних транзакцій

5. Об'єктивне сприйняття реалій повсякденної професійної діяльності та адекватне реагування на її виклики

6. Адаптованість і гнучкість у процесі виконання фахових дій та ділового спілкування

7. Комунікативна мобільність та емпатійність у спілкуванні з пацієнтами



До напрямів оцінки ціннісних характеристик майбутніх працівників медустанов (медичних сестер) віднесено наступні компоненти (напрями оцінювання):

I. Інтелектуально-фаховий напрям (компетентне виконання професійних обов'язків ,сформоване стійке прагнення до підвищення фахового рівня ,медична грамотність).

II. Емоційно-комунікативний напрям (здатність і вміння налагоджувати ефективні комунікації, гнучкість у спілкуванні у суперечливих і критичних ситуаціях, тактовність у формулюванні вимог, рекомендацій і зауважень пацієнтам, комунікативно-емоційна мобільність)

III. Практико-діяльнісний напрям (адекватність і поміркованість у наданні інформації пацієнтам, уміння давати обґрунтовану характеристику, само організованість, упевненість у виконуваних діях, здатність налагодити чіткий зворотний зв'язок між медичною сестрою і лікарями).

IV. Ціннісно- й особистісно-орієнтований напрям: (уміння формувати у пацієнтів позитивне сприйняття, здатність проявляти чуйність, турботу й співчуття, уміння співпереживати разом із пацієнтом, уміння здійснювати позитивний емоційний вплив).

Бали повинні бути проставлені для 4-ох напрямів загально, але з урахуванням опису, що поданий нижче.

Експериментальне дослідження проводилось у кілька етапів:

1. Власне опитування медсестер.
2. Обробка даних анкет.
3. Розподілення респондентів на два великі кластери: I кластер – медсестри, у яких виявлено високий рівень світоглядної культури; II кластер – медсестри, у яких виявлено низький рівень світоглядної культури.
4. Здійснення порівняльного аналізу цінностей та інших характеристик у двох виділених нами раніше кластерах медсестер.
5. Проведення парного кореляційно-регресійного аналізу у двох кластерах медсестер.

Основними методами отримання психологічної інформації є спостереження й експеримент. Необхідні умови для використання методу: чіткий план спостереження, фіксація результатів спостереження, побудова гіпотези і перевірка в наступних спостереженнях.

Отже, здійснивши в процесі дослідження зазначені експериментальні дослідження можна зробити висновок щодо впливу факторів навчання на загальний рівень сформованості світоглядної культури.

1. Методика «Ціннісні орієнтації» Рокича. psychologis.com.ua. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://psychologis.com.ua/metodika\\_cennostnye\\_orientacii\\_rokicha.htm](http://psychologis.com.ua/metodika_cennostnye_orientacii_rokicha.htm)
2. Бондар Л.В. Особливості мотивації навчальної діяльності студентів – майбутніх практичних психологів. 2017. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://jrn1.nau.edu.ua/index.php/VisnikPP/article/viewFile/12459/16832>
3. Ковальчук І.А. Світоглядна культура особистості в контексті дефінітивних підходів. 2013. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sworld.com.ua/konfer32/274.pdf>
4. Басалюк Н.М. Формування творчої особистості вчителя-дефектолога. 2012. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.rusnauka.com/19\\_AND\\_2012/Pedagogica/2\\_113805.doc.htm](http://www.rusnauka.com/19_AND_2012/Pedagogica/2_113805.doc.htm)
5. Впевненість у собі. psychologis.com.ua [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://psychologis.com.ua/uverenost\\_v\\_sebe.htm](http://psychologis.com.ua/uverenost_v_sebe.htm)

УДК 378.174

## ОЛІМПАДА З ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ЗАСІБ АКТИВІЗАЦІЇ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

OLIMPIAD OF GEOMETRIC MODELING AS A MEANS OF ACTIVATION OF CITIZENS 'ACTIVITY OF BUILDERS OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

**Козяр Микола, Фещук Юрій**

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

*Рівненський державний гуманітарний університет,  
вул. Степана Бандери, 12, м. Рівне, 33000*

*The thesis reveals the experience of organizing and conducting Olympiads on geometric modeling on a PC in order to intensify the cognitive activity of applicants of institutions of higher education in the process of their graphic preparation.*

У графічній підготовці здобувачів вищої освіти з урахуванням реалій сучасного виробництва виникла об'єктивна необхідність розробки нових педагогічних технологій навчання, що забезпечують орієнтацію на інноваційну діяльність, усвідомлену постановку нових творчих завдань і здатність вирішувати ці завдання сучасними професійними методами. Сфери будівництва, виробництва і транспорту на сучасному етапі пред'являють до випускників закладів вищої освіти (ЗВО) високі вимоги в області професійної підготовки одночасно з вимогою ринку до швидкої адаптації на робочому місці, виконання поставлених виробничих завдань і до подальшого саморозвитку і підвищенню своїх професійних навичок. Це, перш за все, покладає на ЗВО, які здійснюють підготовку інженерних кадрів завдання з пошуку нових і оптимізації вже існуючих методів навчання при підготовці кваліфікованих фахівців [1-3].

Одним з таких напрямків є залучення талановитої та обдарованої молоді до участі в конкурсах, олімпіадах, які в першу чергу направлені на розвиток творчого потенціалу здобувачів вищої освіти. Групова форма навчання в більшій мірі, ніж фронтальна та індивідуальна, моделює виробничу діяльність інженера. При цьому підході, що особливо актуально на молодших курсах виявляються особистості, що володіють не «шаблонним» підходом до вирішення інженерних завдань і мають потенціал в проектуванні та моделювання технічних об'єктів.

Важливим і затребуваним сучасним виробництвом якістю є розвиток у здобувачів вищої освіти здібностей діяти ефективно в стресових ситуаціях і приймати при цьому оригінальні та нестандартні рішення. Найбільш ефективною формою при цьому виступають предметні регіональні олімпіади, які крім усього іншого сприяють до підвищення інтересу і затребуваності дисциплін, зокрема графічних (нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки).

Виходячи з вище зазначеного, ми розглядаємо олімпіаду з геометричне моделювання засобами комп'ютерної графіки, як творче змагання з теоретичної та практичної підготовки здобувачів вищої освіти, яке спрямоване на активізацію їх пізнавальної діяльності.

В даний час кафедрами теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства Національного університету водного господарства та природокористування (НУВГП) та технологічної освіти Рівненського державного гуманітарного університету (РДГУ) ведеться результативна робота в цій області, яка має методично правильний і систематизований



характер. Це, перш за все, виражається у визначенні тематики проведених олімпіад; розробці практико-орієнтованих завдань; підготовці учасників; організації та проведення олімпіад; підбитті підсумків проведених заходів.

Прикладом може бути проведена вже 10-й рік поспіль щорічна олімпіада з геометричного моделювання на ПЕОМ серед здобувачів вищої освіти I-IV курсів. Олімпіада користується великим інтересом серед учасників і науково-педагогічних працівників. Так, 14 березня 2019 року на базі кафедри технологічної освіти (РДГУ) відбулась X-та ювілейна олімпіада. У заході взяли участь здобувачі вищої освіти та студенти коледжів 7 закладів освіти м. Рівного, Рівненської та Волинської областей. Загальна кількість учасників олімпіади – 23.

Структура конкурсного завдання передбачала наявність як теоретичних знань, так і практичних навичок студентів та здобувачів вищої освіти з комп'ютерної графіки. Конкурсне завдання полягало в моделюванні тривимірної моделі деталі типу «Корпус» за робочим кресленником. Програми для виконання завдань: AutoCAD, КОМПАС, Solid Works, Inventor.

Активно впроваджуються в навчальний процес наших кафедр технології 3D моделювання привели до необхідності організації та проведення відповідної олімпіади, яка затребувана і збирає велику кількість учасників. Дана олімпіада орієнтована насамперед на здобувачів вищої освіти I-V курсів університетів, які знайомі з технологією 3D моделювання засобами комп'ютерної графіки.

Основна мета олімпіади – це розвиток творчої активності здобувачів закладів вищої освіти та студентів коледжів, залучення їх в область цифрового моделювання засобами комп'ютерної графіки, підготовка майбутніх фахівців до інженерної та педагогічної діяльності, а також проведення профорієнтаційної роботи.

При оцінці робіт основний ухил робиться на наступні критерії: максимальна правильність розуміння («читання») кресленника і як наслідок точність побудови 3D моделі засобами комп'ютерної графіки; вміння користуватися програмним продуктом САПР; швидкість виконання завдання.

Як показує досвід, здобувачі закладів вищої освіти, які брали участь в олімпіадах минулих років свою професійну діяльність, в подальшому в тій чи іншій мірі пов'язують з технологіями CAD – проектування в різних галузях промисловості. Як результат такого підходу до навчального процесу відбувається коригування навчальних програм графічних дисциплін з урахуванням сучасних тенденцій в промисловості та виробництві.

При цьому необхідна велика організаційна робота під час підготовки цікавих і творчих завдань, розробці критеріїв оцінки результатів тощо. Повний цикл олімпіад дозволить значно підвищити інтерес здобувачів закладів вищої освіти до всього комплексу графічних дисциплін і в цілому підвищити якість інженерно-графічної їх підготовки.

Таким чином дана специфіка організації навчального процесу показала свою ефективність і є засобом виявлення і залучення обдарованих здобувачів закладів вищої освіти до науково-дослідної роботи починаючи з молодших курсів, а також дозволяє встановити тісний контакт з виробництвом та закладами освіти.

1. Лодня В.А., Никитин О.В. Олимпиады по инженерно-графическим дисциплинам как средство реализации практико-ориентированного обучения. Режим доступа: [http://www.ng.sibstrin.ru/brest\\_novosibirsk/2018/doc/060\\_1.pdf](http://www.ng.sibstrin.ru/brest_novosibirsk/2018/doc/060_1.pdf)

2. Фецул Ю.В. Олімпіада з комп'ютерної графіки як засіб активізації пізнавальної діяльності студентів. Трудова підготовка з закладах освіти. 2011, №7-8. С. 47-49.

3. Чемоданова Т.В. Олимпиады и конкурсы по компьютерной графике как метод интенсификации процессов инженерно-геометрического мышления студентов технического вуза. Педагогическая информатика, №4, 2004. С. 74-78.



УДК 378.147

## СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

### MODERN TRENDS IN HIGHER EDUCATION DEVELOPMENT

Колій Олександр

Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
61002, Україна, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25

*The report describes the formation of modern trends in the development of higher education: distant learning systems and consortium of universities in the context of the main trends development of the global market for higher education services. The analysis of the world experience in the creation of distant education systems, and also the effectiveness of training specialists in the new information and educational environment.*

Сьогодні проблему передачі даних і знань успішно вирішує Інтернет. У Інтернет мережі поступово набирають популярність освітні канали, кількість глядачів яких прибуває в кількостях, порівнянних з глядачами розважальних ресурсів. Провідні професори кращих університетів миру з інтересом ставляться до ідеї записувати свої лекції й викладати їх в Інтернет. У такий спосіб зникає проблема географії й відстаней. Сьогодні студент з самої віддаленої частини миру, що шукає доступ до конкретних досліджень і лекцій, може одержати їх з перших рук, наприклад, викладача Кембриджу. Навчальні канали в Інтернеті можна вважати серйозною підмогою для розширення кругозору студента, але ніяк не готовим освітнім продуктом.

Потрібно відзначити також, що серйозні освітні Інтернет проекти, як правило, платні. При цьому певні питання Інтернет освіти ще залишаються невирішеними, які потребують формування необхідної кількості освітніх технологій, які поступово перейдуть у якість. Як показує західний досвід, Інтернет-технології використовуються в комбінованих освітніх програмах за рамками одного університету. Ряд західних вузів - у тому числі авторитетніші Гарвард, Стенфорд і інші - з інтересом беруть участь у формуванні спільних освітніх продуктів, спецкурсів, лекцій.

Вже сьогодні існують віртуальні університети, які є самостійними навчальними закладами й не залежать від якої-небудь іншої навчальної установи. Віртуальні університети не мають навчальних корпусів, вони складаються із груп співробітників, адміністраторів, розробників навчальних програм і курсів, викладачів, технологів, які розділені великими відстанями, але працюють разом, використовуючи технології дистанційного навчання.

Для успішного запуску вищої дистанційної освіти вузу необхідна мережа центрів доступу, яка дозволить студентам бути повністю незалежними від головного офісу. Центри доступу забезпечують проміжну комунікацію студентів і офісу навчання, тут відбувається адміністрація й координація процесу навчання. Складність організації такого процесу негативно впливає на розвиток дистанційного навчання і його широке використання. Ця обставина породжує потребу в об'єднанні ресурсів різних зацікавлених організацій. У цьому випадку освітні "підприємства" (вузи) змушені об'єднуватися в так звані консорціуми. Консорціум звичайно складається із двох або більш навчальних закладів (або підрозділів усередині однієї організації), які спільно розробляють і поширюють програми дистанційного навчання. Консорціум виникає при об'єднанні декількох вузів для розробки й поширення курсу або серії курсів в занадто великому для однієї організації масштабі. Кожний учасник консорціуму проводить спільну політику, але має власну структуру керування й надає курси в тому числі й своїм студентам. При цьому класичні навчальні заклади змушені ставати більш



гнучкими й урахувати різноманітні потреби споживачів освітніх послуг. У сучасних умовах світова вища освіта перебуває в перехідному стані, коли одночасно має місце кілька процесів: 1) злиття навчання в межах університету з дистанційним навчанням у єдину сферу навчання в режимі on-line; 2) посилення ринкової конкуренції й одночасне розширення співробітництва між університетами.

Дистанційне навчання припускає створення аналога традиційним технологіям навчання або їх альтернативну заміну на електронні: аудиторні лекції на слайд-лекції (презентаційні матеріали; візуалізація лекції й коментарі до зображення) зі зворотним зв'язком; відеолекції; вебінари, практичні заняття на скайп-тренінги; групові видеоконференції; тести; відеоролики, консультації на скайп-консультування; вебінари, контрольні роботи (заліки, іспити) на тестування; есе; онлайн-захист курсових робіт, оцінка знань викладачем на оцінку знань спеціалізованими програмами, викладачами (онлайн і офлайн - через електронну пошту).

Однак визначати дистанційне навчання тільки як формальну підміну реальних освітніх заходів на віртуальні не зовсім коректно. Інтернет-освіта - це якісно інша структура навчання в порівнянні з іншими форматами. Вона припускає модульний підхід, де доступ до кожного нового навчального блоку можливий через успішне тестування попереднього модуля. Так студент одержує гарантовані знання, не розраховує на "вдалий" квиток під час іспиту.

Ефективність підготовки фахівця в системі дистанційного навчання доцільно оцінювати на підставі двох критеріїв - якості й вартості. Дослідження показали, що якість дистанційної підготовки фахівця може досягати рівня престижного стаціонарного вузу. Аналіз змісту вартісної складової ефективності показав, що її можна розглядати з позицій як виробника освітніх послуг, тобто освітньої установи, що використовує технології дистанційного навчання, так і споживача потенційних послуг - студента. У другому випадку дистанційне навчання дешевше традиційних форм - його вартість становить від 10 до 50% вартості традиційного навчання. Причому результат зниження вартості тем вище, чим більший контингент тих, що навчаються дистанційно. Однак конкретна освітня установа при впровадженні дистанційного навчання повинна враховувати значні первісні витрати, які необхідні для функціонування цієї системи навчання. Первісні витрати включають витрати на підготовку учбово-методичних матеріалів, навчання викладачів, організацію системи зв'язку.

Таким чином, інформаційні технології виступають в якості не тільки інструментів системи навчання, але й імперативів відносно встановлення нового порядку в сфері знань і формування відповідних інституціональних структур. Розвиток вищої освіти приводить до його поступового відриву від традиційних інституціональних структур у системі освітніх послуг, до підвищення ефективності менеджменту вузів, у тому числі на світовому рівні.

УДК: 378: 004 (075. 8)

## ІНТЕГРУВАННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ГРАФІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ТВОРЧОГО ПОТЕНЦІАЛУ СТУДЕНТІВ

INTEGRATION OF METHODS OF INCREASING GRAPHIC PREPARATION LEVEL  
FOR FORMING CREATIVE POTENTIAL OF STUDENTS

Кондратюк Олександр

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
ННМІ, кафедра ТМІГМ, навч. кор. № 3, каб. 310, вул. Олекси Новака 77, Рівне, 33028.*

*The article considers ways of improving the quality of training specialists, improving forms and methods of training, activating and intensifying the formation of creative potential with increasing graphic training of students, which is the basis of volume and analytical thinking.*

Сучасні вимоги до освіти зобов'язують підвищення якості процесу навчання і підготовки фахівців, вдосконалення форм і методів навчання, їх активізацію і інтенсифікацію, підвищення творчого потенціалу майбутніх спеціалістів. Це забезпечує глибокі знання в обраній спеціальності і дозволяє легко орієнтуватися в новітніх досягненнях певної галузі. В сучасних умовах значно зросли вимоги до інженера і його професійної діяльності, творчого підходу до розв'язання поставлених задач. Крім збільшення обсягу знань, йому необхідно володіти нестандартним об'ємним аналітичним мисленням. Рівень підготовки сучасних технічних фахівців повинен забезпечувати здатність успішно адаптуватись в нових реаліях професійної діяльності. Це вирішується шляхом удосконалення викладання окремих дисциплін, що приводить до реального підвищення професійної зрілості майбутнього спеціаліста.

Знання загальнотехнічних дисциплін, таких як нарисна геометрія, інженерна графіка, комп'ютерна графіка та інших складають фундамент інженерної освіти. Міцність цього фундаменту, як і високий професіоналізм фахівця, в значній мірі визначається рівнем графічної підготовки. Науково-педагогічний досвід Афтаназіва І.С., Мороза В.М. та їх науково-педагогічні розробки [1, 2] підтверджують роль названих дисциплін в формуванні творчої особистості фахівця. Розглядаючи нарисну геометрію, комп'ютерну графіку і інженерну графіку в єдиному комплексі із загальноінженерними дисциплінами з виходом на спеціальні дисципліни і вимоги виробництва, важко назвати галузь економіки, яка б не використовувала графічну технічну документацію. Розвиток нової техніки і нових технологій, зв'язаний із зростаючою інтенсивністю праці вчених, конструкторів, технологів, проєктувальників.

Аналіз показує, що нарисна геометрія, комп'ютерна графіка і інженерна графіка, як фундаментальна дисципліна розвитку і формуванню просторового і аналітичного мислення займає важливе місце в процесі становлення інженера-творця, чи творчого фахівця [3, 4]. В пошуках методів інтенсифікації навчального процесу, підвищення активності в пізнавальній діяльності, сумлінності в самостійній роботі студентів виявлено багатогранність цього питання. Ефективна творча діяльність неможлива без вміння користуватись літературою, зокрема довідковою. Тому на практичних заняттях з нарисної геометрії та інженерної графіки завдання задач формуються так, щоб спонукати студентів до роботи з літературою.

Одним із елементів створення таких ситуацій на практичних заняттях, які б активізували процес побудови студентами логічних структур з використанням знань суміжних дисциплін для розвитку графічних задач. На таких заняттях викладач стимулює виконання поставлених задач шляхом подачі відповідної інформації практичної направленості. В якості прикладу розглянемо модульний метод рішення задач. Принцип його полягає в тому, що є ряд простих задач (підзадач) в сумі складають рішення більш складних задач. Визначення найкоротшої відстані між двома тунелями метро зводиться до задачі по визначенню відстані між двома мимобіжними прямими. Вона може бути розв'язана наступним порядком:



1. Через одну із прямих проводять паралельну площину до другої прямої. 2. На другій прямій вибирають довільно точку. 3. Зазначають відстань від точки до площини.

Під задачі 1, 2, 3 і є „модулями” рішення всієї задачі. Вони присутні при рішенні більшості задач. Кількість модулів визначається складністю самих задач. Модулі можуть бути основою створення алгоритмів рішення задач різної складності, які можуть бути реалізовані на ЕОМ з використанням пакета програм. На основі цього доцільно створювати: 1. Систематизацію „модульних” задач. 2. Підпрограми рішення „модульних” задач. 3. Система взаємодії підпрограм „модульних” задач.

Прикладом використання системи модульного рішення задач є визначення відстані від точки до площини загального положення (визначити найкоротшу відстань від ліхтаря до похилої площини освітлення).

Розбиваємо задачу на підзадачі (модулі): 1. Визначаємо головні лінії площини загального положення. 2. Визначаємо положення перпендикулярного променя від точки до заданої площини. 3. Заключаємо промінь в площину (допоміжну січну площину). Визначаємо лінію перетину заданої площини з допоміжною січною площиною. 4. Знаходження точки перетину лінії перетину площин і променя, опущеного із точки. 5. Визначення дійсної величини відстані від заданої точки до точки перетину променя з заданою площиною, методом прямокутного трикутника.

Вивчення нарисної геометрії, комп'ютерної графіки і інженерної графіки допомагає студентам опанувати не тільки знаннями, вміннями і навиками зображення різних об'єктів і читання креслення, а й розвитку і формуванню його просторової уяви, без якої творчий процес конструювання, створення нових об'єктів неможливий. Тому вивчення нарисної геометрії, комп'ютерної графіки і інженерної графіки необхідно вже на першому курсі, а також ознайомити студентів з методологією проведення наукових досліджень, зокрема дослідно-конструкторських робіт. Такі елементи включені в машинобудівне креслення з використанням комп'ютерного моделювання.

Практика і гурток з комп'ютерного моделювання дає можливість студентам ознайомитись із стадіями розробки технічної, конструкторської, робочої документації, деякими правилами їх оформлення. Склад контингенту студентів при діловій грі розбито на “Конструкторські групи”, творча робота яких максимально наближується в рамках вузу наближується до реальних умов праці творчої людини в дійсності. Участь кожного студента у вирішенні тої чи іншої розробки (ескізуванні складальних одиниць, виконання робочих креслень оригінальних деталей, створення моделей деталей і макету складальної одиниці при допомозі графічної системи AutoCAD), викликає непідробний інтерес до новинок з різних областей науки і техніки, сприяє розвитку творчого і аналітичного мислення. При втіленні своїх розробок студентами у вигляді конструкторської документації виникають питання про технологічність виготовлення кожної з новоявлених деталей, питання складання, експлуатації і обслуговування майбутнього технічного рішення.

Такі елементи активізації творчих здібностей створює колектив творчих однодумців, студентів, потребує навиків суспільної праці, певних взаємовідносин, розподіл обов'язків, керівництва між собою. Ці обставини являють собою прототип взаємовідносин на виробництві, виховують відповідальність студентів за виконану роботу, дають можливість виховувати в собі майбутнього керівника. Виходячи з цього студенти мимоволі пов'язують свою роботу з розширення свого світогляду, інтелекту, виховання своєї особливості.

*1. Афтаназів І.С. Інтегрування вимог загально інженерних, спеціальних дисциплін і виробництва з метою підвищення рівня графічної підготовки студентів / І.С. Афтаназів, О.М. Кондратюк // Совершенствование методики преподавания графических дисциплин и машинной графики: тезисы РНKM. – Ровно, 1990. – С.99 – 101.*

*2. Кондратюк О.М. Елементи активізації творчих здібностей студентів / О.М. Кондратюк, В.М. Мороз // Совершенствование методики преподавания графических дисциплин и машинной графики: тезисы РНKM. – Ровно, 1990. – С.53 – 54.*

*3. Кривоць В.В., Десев С.С. Нарисна геометрія – К. НМК. ВО. 1992,*

*4. Хаскин А.М. Черчение – К. Вища школа 1988.*

## УДК 378.1

### ВИРОБНИЧА ПРАКТИКА В ЗВО: ДОСВІД КАФЕДРИ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ І ЛОГІСТИКИ ХНАДУ

#### PRACTICE IN HIGHER EDUCATION: EXPERIENCE OF TRANSPORT SYSTEMS AND LOGISTICS DEPARTMENT OF KhNAHU

Любий Євген

Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
61002, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25

*The material presents the experience of organizing and conducting of practices by teachers of Transportation Systems and Logistics Department KhNAHU. Problems of organization of practice and measures to overcome them are presented. Types of practice, which pass students 275 "Transport Technologies" are described.*

Практика є однією з найважливіших частин навчального процесу у закладах вищої освіти (ЗВО). Під час проходження практики студент повинен закріпити теоретичні знання, які набуті за час навчання, а також придбати практичні навички.

Навчальний план кожної спеціальності включає в себе практику. Відповідно до нового навчального плану студенти напряму «Транспортні технології», за час навчання в університеті, обов'язково від 2 до 4 тижнів щорічно, починаючи з другого курсу, проводять в організаціях і підприємствах. У студентів напряму «Транспортні технології» ХНАДУ заплановані наступні види практик:

1. На другому курсі (другий семестр) – навчальна практика (чотири тижня). Базовими дисциплінами є «Інформатика», «Комп'ютерна техніка і програмування»;

2. На третьому курсі (шостий семестр) – технологічна практика (чотири тижня). Базовими дисциплінами є «Транспортні системи», «Основи теорії систем і управління», «Основи теорії транспортних процесів і систем»;

3. На четвертому курсі (восьмий семестр) – виробнича практика (два тижня). Базові дисципліни – «Вантажні перевезення», «Пасажирські перевезення», «Вантажознавство», «Організація і безпека дорожнього руху», «Логістика», «Взаємодія видів транспорту»;

4. На п'ятому курсі для магістерського кваліфікаційного рівня – науково-дослідницька практика (чотири тижня). Базовими дисциплінами є «Управління ланцюгами постачань», «Інтегровані транспортні системи», «Методи наукових досліджень», «Проектний аналіз».

Такий перелік практик створює незначні, але додаткові проблеми кафедрі оскільки влаштуванням студентів на підприємства й організацією, в більшій мірі, займається відповідальний викладач кафедри, а не університетський відділ практики. Отже процес організації практики на кафедрі транспортних систем і логістики складається з наступних етапів: пошук бази практики; влаштування студентів; контроль за ходом проходження практики студентами; прийом й оцінювання звіту за результатами проходження практики.

Однією з головних проблем в організації практики студентів в даний час є пошук бази практики. Основними вимогами при пошуку бази практики є відповідність підприємства або організації профілю кафедри (пасажирські, вантажні автотранспортні підприємства; транспортно-експедиційні фірми; логістичні центри; відділи, департаменти, комітети відповідних державних органів влади, що займаються питаннями транспорту), можливість надання вихідних даних для виконання курсових та дипломних робіт, відповідне методичне забезпечення бази практики. Необхідно відзначити, що більшість студентів не мають змоги знайти базу практики самостійно. В таких випадках кафедра надає можливість проходження

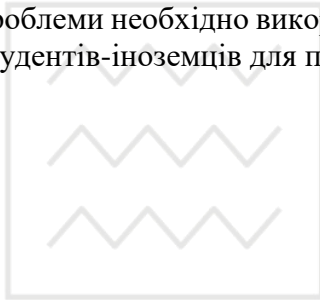


практики на так званих «базових» підприємствах. Це такі підприємства та організації, з якими кафедра заключила договір на проходження практики. На такі підприємства направляються групи студентів, відповідно до профілю їх наукового напрямку. Студенти, що індивідуально заключили договір з підприємством, в основному, проходять практику «формально». Вони йдуть на підприємства де працюють їх знайомі або родичі, що в результаті негативно впливає на якість та результати проходження практики.

Для доброго влаштування студентів на «базові» підприємства кафедри організуються групові виїзди у складі відповідального викладача та студентів, що направлено на дане підприємство. На підприємстві їх зустрічає відповідна особа, яка проводить екскурсію й знайомить студентів з робочими місцями, графіками їхньої роботи під час проходження практики.

Прийом звіту за результатами проходження практики може проводитися як на підприємстві, так і на кафедрі. Для прийому звіту призначається комісія у складі завідувача кафедрою або заступника, відповідального викладача від кафедри й відповідальної особи від підприємства та наукового керівника студента.

Слід відзначити, що існує дуже велика кількість проблем при організації проходження практики студентами-іноземцями. Деякі підприємства відмовляються від таких студентів, у зв'язку з мовним бар'єром та низькою теоретичною підготовкою. Тому для вирішення такої проблеми необхідно використовувати індивідуальний підхід, як можливий варіант – залишати студентів-іноземців для проходження практики на кафедрі.



УДК 378.147

## ГРАФІЧНА ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ ТА ЗАРУБІЖЖЯ НА ЗЛАМІ СТОЛІТЬ

### GRAPHIC TRAINING OF FUTURE SPECIALISTS OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS ON THE SCRAPPING OF CENTURIES

Парфенюк Олексій

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
Україна, 33028, м. Рівне, вул. Соборна, 11*

*The analysis of modern approaches, highlighted in domestic and foreign sources, on the essence of graphic preparation in higher education institutions is carried out. Selected areas of research for improving graphic training in higher education institutions. The authors emphasize that the unceasing development of computer technologies, hardware and software changes the content and nature of graphic activity and, accordingly, give rise to a new approach to the graphic training of future graduates of higher education.*

Динаміка перетворень у виробництві, зумовлена змінами технічного обладнання, оновленням технологій, внесенням коректив у характер експлуатації машин, механізмів та обладнання актуалізує проблему вдосконалення якості графічної підготовки майбутніх фахівців у ЗВО. У вирішенні поставлених завдань у системі ЗВО особливого значення набувають загальнотехнічні дисципліни, завдання яких – формувати у майбутніх фахівців основи технічних знань, здатність до інженерної інноваційної діяльності й конструювання.

Сформованість графічних умінь і навичок впливає на успішність засвоєння техніко-технологічних і методичних відомостей, є запорукою успішного вивчення фахових дисциплін.

Історію графічної освіти (нарисної геометрії, технічного креслення, комп'ютерної графіки) висвітлено у працях таких науковців, як Ж. Есмуханова, Т. Кайгородцева, М. Козяр, Ю. Перевозкін, І. Нищак, В. Рукавішніков та ін. Так, Ж. Есмуханова, досліджуючи розвиток графічного знання, виокремлює *шість періодів* (починаючи від Марка Вітрувія (I ст. до н.е.) й закінчуючи сьогоденням), особливістю яких є алгоритмізація й оптимізація методів побудови зображень, що становлять основу комп'ютерної графіки. Ю. Перевозкін зі свого боку, аналізуючи методи зображень, визначає *п'ять періодів* у їх розвитку: твори Марка Вітрувія («Десять книг про архітектуру»); надбання епохи Відродження (Леонардо да Вінчі, Леон Баттіста Альберті, Альбрех Дюрер, Гвідо Убальді та ін.); період розвитку проєктивної геометрії, започаткованої Ж. Дезаргом (1593 – 1666); період, представлений працями Г. Монжа («Geometrie descriptive»), який тривав до кінця XIX ст.; сучасний період, ознакою якого, на думку Н. Глаголевої, є процес злиття нарисної геометрії із геометрією проєктивною [5].

Стрімкий розвиток нових інформаційних технологій, широкі можливості для подання й обробки графічної інформації, створення методології проєктування складних систем, за І. Нищак, зумовили переосмислення ролі та місця графічної підготовки спеціалістів у ЗВО, зокрема навчальних закладах починають з'являтися нові освітні курси, такі як: «Комп'ютерна графіка», «Комп'ютерне моделювання», «Системи автоматизованого проєктування» та ін., орієнтовані на розв'язання завдань щодо розробки математичних моделей геометричних об'єктів в умовах віртуального простору та їх візуалізації за допомогою сучасних графічних пристроїв [7, с. 73]. На думку І. Нищака, подальший розвиток техніки зумовив зростання вимог до передачі інженерної думки графічним способом. Технічні кресленики почали щораз ускладнюватися, зокрема зросли вимоги до їх точності, почали застосовуватися масштаби та



проекційний зв'язок, з'явилися зображення для виявлення внутрішніх поверхонь виробу (розрізи). Таким чином, тогочасні кресленики у зв'язку з відсутністю багатьох важливих елементів (наприклад, розмірів) лише частково нагадували сучасну інженерно-графічну документацію [7, с.70].

Важливе значення для становлення та розвитку вітчизняної графічної освіти мають праці як сучасних вітчизняних науковців (С. Білевич, Н. Бондар, А. Гедзик, І. Голяд, В. Головня, Л. Гриценко, Д. Кільдеров, В. Сяська, Т. Олефіренко, Ю. Фещук, Р. Чепок, Н. Щетина та ін.), так і дослідників близького зарубіжжя (О. Гаврилюк, Л. Григоревська, О. Єлісеєва, В. Єльцова, О. Єрофєєва, А. Кострюков, Н. Літвінова, А. Полкова, А. Пузанкова, М. Романкова, Д. Третьков, Н. Хапіліна, О. Шангіна, І. Шершова та ін.).

Вагомий внесок у розвиток змісту навчання графічних дисциплін майбутніх фахівців засобами інформаційно-комунікаційних технологій зробили науковці Р. Горбатюк, О. Джеджула, Т. Кайгородцева, М. Козяр, І. Смирнова, І. Нищак, Г. Райковська, М. Романкова, В. Рукавішніков, Н. Федотова, Т. Чемоданова, О. Хейфец та ін. Їхні дослідження відносять до перехідного етапу (кінець ХХ – початку ХХІ століття), коли в навчальному процесі стрімкого розвитку починають набувати інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) із залученням систем автоматизованого проектування (САПР).

Для нашого дослідження особливо цінними є наукові доробки вітчизняних науковців О. Джеджули [3] та М. Козяра [5], спрямовані на дослідження теоретико-методичних засад графічної підготовки здобувачів вищої освіти технічних спеціальностей засобами ІКТ. Кожен з означених вище авторів обґрунтовує власну наукову позицію щодо механізмів реалізації графічної підготовки майбутніх фахівців, пропонує комплекс дидактичних засобів ІКТ для підвищення рівня графічної підготовки здобувачів вищої освіти. Подібною за науковою проблематикою є і наукові напрацювання Г. Райковської [10].

Наукові доробки А. Гедзика [2], присвячені вдосконаленню графічної підготовки майбутнього вчителя технологій до викладання курсу креслення, та І. Нищака [7], що стосуються методичної системи навчання інженерно-графічних дисциплін в закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО). Науковцями, зокрема, вдосконалено методіку навчання інженерно-графічних дисциплін, що ґрунтується на використанні активних й інтерактивних форм, інноваційних методів навчання та передбачає послідовне розв'язання системи завдань репродуктивного, проблемного і творчого характеру. Варто відзначити і наукові праці Ю. Фещука [12], присвячені методичним прийомам навчання учнів ЗЗСО уявним просторовим перетворенням, що спрямовані на підвищення рівня їх просторового мислення із залученням сучасних ІКТ та САПР. Згідно із дослідженнями Т. Кудрявцева [6] технічне мислення має трикомпонентну структуру, складові якої (поняття, образ, дія) перебувають у тісній взаємодії між собою. Пріоритетність вищеозначених компонентів залежить від індивідуальних особливостей розвитку здобувачів вищої освіти. За умови виключення зі структури технічного мислення хоча б однієї складової спостерігається порушення процесу розв'язання технічного завдання.

Недостатньо дослідженими залишаються проблеми вивчення інженерно-графічних дисциплін (нарисної геометрії, інженерної графіки, основ геометричного моделювання, комп'ютерної графіки та ін.) у взаємозв'язку із навчанням дисциплін загальнопрофесійного блоку та з урахуванням особливостей майбутньої професійної діяльності. Що накопичені знання фахівця-інженера були мобільними, він не лише повинен уміти їх обробляти, а й зберігати в оптимальному варіанті, постійно поповнювати й використовувати у своїй практичній діяльності, тобто застосовувати інженерію знань для власного пізнання [9]. В. Нілова [8] зазначає, що якість графічної підготовки фахівця оцінюється вмінням упроваджувати технічну ідею в графічних образах. Добре розвинуте просторове уявлення й уміння фіксувати в креслениках конструкторські ідеї дає можливість розвивати технічну фантазію. Найвищий прояв технічної творчості – це винахідництво. В традиційній методиці викладання графічних дисциплін здобувач вищої освіти повинен уміти «побудувати» форму



на картинній площині, докласти зусиль, аби зображення було цілісним, а всі його частини – взаємопов’язані. Істотна інтенсифікація навчального процесу відбувається шляхом структурування навчальної інформації у вигляді таблиць, схем, графів, фреймових опор. В. Рукавишников [11] зазначає: щоб сучасна графічна підготовка не відставала від реалій сьогодення, необхідне широкомасштабне впровадження в конструкторську діяльність найновіших розробок у галузі науки й техніки. При цьому Т. Чемоданова [13] переконує, що вдосконалення графічної освіти майбутніх фахівців в умовах інформатизації повинно опиратися на дидактичний і функціональний потенціал інтелектуальних комп’ютерних САПР.

Ретроспективний аналіз графічної підготовки майбутніх фахівців педагогічних та технічних спеціальностей у ЗВО України та близького зарубіжжя засвідчив, що основні етапи становлення графічної освіти тісно пов’язані зі зростанням матеріальних потреб суспільства та розвитком промислового виробництва. Конструкторська документація як засіб відображення технічної інформації про предмет виготовлення, поданий у графічній, текстовій та символній формі, змінюється й удосконалюється у міру розвитку продуктивних сил суспільства. Зіставлення графічної документації, виконаної у різні періоди промислового розвитку, засвідчує суттєву відмінність. Тому кресленики, що належать до раннього періоду промислового розвитку, сьогодні практично не придатні для сучасного виробництва. У зв’язку з удосконаленням техніки і технологій, зазначає Н. Баталов, змінюються вимоги до змістового наповнення графічних документів. При цьому зміни способів графічного зображення предметів менш помітні, однак і вони підпорядковуються вимогам виробництва [1, с. 5]. Таким чином, історія графічної освіти розглядається у контексті відображення об’єктивного процесу промислового розвитку суспільства, що зумовлює послідовне вдосконалення графічної підготовки здобувачів вищої освіти.

1. Баталов Н. М. *Технические основы машино-строительного черчения* / Н. М. Баталов, Д. М. Малкин. – М. : МАШГИЗ, 1962. – 500 с.
2. Гедзик А. М. *Система підготовки майбутнього вчителя технологій до викладання курсу креслення в загальноосвітніх навчальних закладах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня док. пед. наук : спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (креслення)»* / А. М. Гедзик. – К., 2011. – 46 с.
3. Джеджула О. М. *Теорія і методика графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей вищих навчальних закладів : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04* / Джеджула Олена Михайлівна. – К., 2007. – 460 с.
4. Ельцова В. Ю. *Дифференцированное обучение студентов графическим дисциплинам в техническом вузе : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : 13.00.08* / В. Ю. Ельцова. – Москва, 2008. – 22 с.
5. Козяр М. М. *Теоретичні і методичні основи графічної підготовки майбутніх інженерів у галузі водного господарства засобами інноваційних технологій : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04* / Козяр Микола Миколайович. – К., 2012. – 460 с.
6. Кудрявцев Т. В. *Психология технического мышления* / Т. В. Кудрявцев. – М. : Педагогика, 1975. – 304 с.
7. Нищак І. Д. *Методична система навчання інженерно-графічних дисциплін майбутніх учителів технологій : дис. ... док. пед. наук : 13.00.02* / Нищак Іван Дмитрович. – Дрогобич, 2016. – 565 с.
8. Нилова В. И. *Научно-методические основы формирования конструкторских умений студентов технических вузов средствами инженерной графики : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02* / Нилова Валентина Ивановна. – Воронеж, 2001. – 303 с.
9. Полкова А. В. *Формирование методической модели современного геометро-графического образования студентов технического вуза : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : спец. 13.00.08* / А. В. Полкова. – Москва, 2011. – 20 с.
10. Райковская Г. О. *Теоретико-методичні засади графічної підготовки майбутніх фахівців технічних спеціальностей засобами інформаційних технологій : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук : спец. 13.00.04 «Теорія і методика професійної освіти»* / Г. О. Райковська. – К., 2011. – 46 с.
11. Рукавишников В. А. *Новый уровень в развитии графического образования* / В. А. Рукавишников, И. Л. Голубева, А. Р. Альтапов // *Материалы Всеросс. междисциплинар. науч. конф. «Третьи Вавиловские чтения»*. – Йошкар-Ола, 1999. – Ч. 1. – С. 200–202.
12. Фецуку Ю. В. *Методика розвитку просторового мислення майбутніх учителів технологій засобами комп’ютерної графіки : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (креслення)»* / Ю. В. Фецуку. – К., 2009. – 21 с.
13. Чемоданова Т. В. *Система інформаційно-технічного забезпечення графічної підготовки студентів технічного вуза : дис. ... док. пед. наук : 13.00.08* / Чемоданова Татьяна Викторовна. – Екатеринбург, 2004. – 497 с.


**УДК 140.8 : 616-051**
**ДІАГНОСТИКА РІВНЯ СФОРМОВАНOSTІ ПРОФЕСІЙНО-  
 ТЕРМІНОЛОГІЧНОГО КОМПОНЕНТА ПРОФЕСІЙНО-ОСОБИСТІСНОЇ  
 ІДЕНТИЧНОСТІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ СЕСТРИНСЬКОЇ СПРАВИ**
**DIAGNOSTICS OF LEVEL OF FORMATION OF A PROFESSIONAL AND  
 TERMINOLOGICAL COMPONENT PROFESSIONAL AND PERSONAL IDENTITIES OF  
 FUTURE EXPERTS OF NURSE BUSINESS**
**Прокопчук Вікторія**

здобувач кафедри суспільних дисциплін

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
 Україна, 33028, м. Рівне, вул. Соборна, 11*

На сьогоднішній день становлення професійно-особистісної ідентичності зумовлює потребу досягнення високого рівня професіоналізму, тематизуючи вагомість не тільки успішного здійснення операційного зрізу діяльності, але й низки внутрішніх факторів, а саме: «змістовних» (інтерес до професії, необхідність в самореалізації), «адаптивних» (престижність професії, задоволеність заробітною платою), «дистантності» (усвідомлення про місце професії в інформаційному, полікультурному професійному полі) та ін. [1, с. 63].

Тобто професійне становлення особистості виступає складним процесом формування професійної ідентичності, а відповідно і особистісної як базового підґрунтя ідентичності в цілому.

У цій площині значний інтерес для нашого дослідження являє рівень сформованості професійно-особистісної ідентичності майбутніх фахівців сестринської справи за професійно-термінологічною компонентою у зрізі таких показників як: мотивація професійного вибору; рівень засвоєння фахових знань; знання та вільне оперування фаховою термінологією. Зокрема, мотивація професійного вибору визначається нами завдяки опитування щодо мотиваційних та спонукальних засад навчання в медичному коледжі й запропонованих творчих есе «Моя майбутня професія».

Так, у контексті проблемних запитань опитувальника «Професійного вибору студента медичного коледжу» студентам задавались запитання «Яка мета Вашого вступу в медичний коледж?», «Чи Вами зроблено правильний вибір медичної спеціальності?», «Чим плануєте зайнятись після закінчення медичного коледжу?», «Що ускладнює навчання за обраною спеціальністю?» З врахуванням того, що студенти вступали в коледж на базі 9 класів, то їх вибір професії є менш усвідомленим. Адже усвідомлений вибір на основі власної мотивації виступає низьким, позаяк основними мотивами вступу в них поставали: поради знайомих, близькість до місця проживання, порада батьків, тощо. Саме тому на цих респондентів випадає більший відсоток на відповідь запитання щодо правильного вибору професії, а саме 38,00 % відповіло «Не знаю» та 2,42 % – «вступати в інший навчальний заклад». З інтересом на заняття відвідують 34,65 %, по необхідності – 55,97 %, з бажання найшвидшого закінчення – 9,38 %.

Як показали результати аналізу, значна кількість респондентів не впевнена у своєму професійному виборі, це означає, що навчання в коледжі має низку суперечностей, які варто врахувати при реалізації педагогічних умов на формувальному етапі.

Властиво, що успішна адаптація студентів в освітній простір коледжу, що впливає на формування професійно-особистісної ідентичності значною мірою залежить від становлення професійної мови майбутніх фахівців, розвиваючи їх термінологічну компетентність. Вимога підвищення рівня знань та якісне професійне оволодіння медичним фахом обумовлена

потребою швидкого реагування на ситуацію та прийняття рішення щодо прийняття всіх заходів для спасіння і життя людини і готовністю взяти на себе відповідальність. Саме окреслена специфіка професійної діяльності потребує розвинутого аналітичного мислення та хорошої пам'яті, ґрунтовних фахових знань та оволодіння медичною термінологією, усвідомлене використання якої, сприяє успішному оволодінню обраною спеціальністю. У зв'язку з цим ми використовували комплексні завдання початкового оцінювання знань та вільного оперування фаховою термінологією з дисциплін «Основи медсестринства», «Догляд за хворими та медична маніпуляційна техніка». Саме розроблені комплексні завдання уможливили виявленню рівнів сформованості професійно-термінологічного компонента професійно-особистісної ідентичності майбутніх фахівців сестринської справи за когнітивним критерієм.

Рівень засвоєння фахових знань діагностувався на основі розробленого автором комплексу завдань для контролю початкового рівня знань, що включав теоретичні запитання, ситуаційні та тестові завдання.

Здійснення тестування, анкетування, розв'язання проблемних завдань професійного характеру, опитування, аналіз творчих робіт дали можливість діагностувати сформованість професійно-термінологічного компонента професійно-особистісної ідентичності майбутніх фахівців сестринської справи у процесі навчання в медичному коледжі. Результати окреслених засобів діагностики засвідчили, що на констатувальному етапі експерименту:

- високий рівень сформованості професійно-термінологічного компонента виявлено у 18 студентів 5,33 %;
- середній рівень встановлено у 134 студентів (39,65 %);
- низький рівень (задовільний) властивий 175 студентам (51,78 %);
- дуже низький 1 студентів 3,25 %.

Властиво, що професійна підготовка майбутніх фахівців сестринської справи пов'язана з набуттям великого кола теоретичних та практичних знань, значним об'ємом матеріалу з урахуванням специфіки обраного напрямку.

А відтак, педагогічне спостереження й безпосередність бесід зі студентами засвідчили про складність навчання у медичних закладах, що проявляється у великій кількості матеріалу, інформації, що передбачає багатопрофільну теоретичну та клінічну підготовку. Саме значна завантаженість студентів посилює складність адаптації до освітнього середовища й напругу і розумових та фізичних сил. Дисципліни медичного спрямування потребують особливої концентрації й розуміння, оскільки захворюваність у студентів-медиків вища, ніж у студентів технічних спеціальностей [2], що значною мірою вплинуло на недостатній рівень сформованості професійно-термінологічного компонента професійно-особистісної ідентичності майбутніх фахівців сестринської справи.

1. Борисюк А. С. До проблеми професійної ідентичності майбутнього фахівця / А. С. Борисюк // *Практична психологія та соціальна робота*. – 2007. – №9. – С. 63-68.
2. Севрюкова Г. А., Москвина О. Н. Специфіка медичного навчання / Г. А. Севрюкова, О. Н. Москвина. – *Електронний науковий журнал «APRIORI»*. – Серія *Естественные и технические науки*. – 2014. – №2. – С. 1-7.



УДК 378.147

**ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ МАШИН В  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ  
СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**GEOMETRIC MODELING FOR MACHINE MECHANISMS IN TERMS OF  
PROFESSIONAL TRAINING OF ENGINEERING STUDENTS**Райковская Галина, Головня Вячеслав, Шостачук Андрей***Житомирский государственный технологический университет,  
ул. Чудновская, 103, г. Житомир, 10005*

*It was considered the main types of tasks necessary to solve while studying theory of machines and mechanisms; it was justified the usage of software packages for researching kinematic characteristics of mechanisms and power factors influencing the mechanism; it was offered the stages of studying mechanics of machines involving the methods of geometric modeling.*

В современных социально-экономических условиях хозяйствования повышается необходимость в высококвалифицированных специалистах, что связано со стремительным возрастанием роли техники в нашей жизни, значительным повышением требований к самой технике и к производственным процессам. В первую очередь, это касается безопасности эксплуатации машин и механизмов, повышения скоростей и ускорений при движении звеньев, экологии, точности исполняемых движений, как человеком, так и машиной, качества продукции, увеличения производительности технологического оборудования и т.д. Во-вторых, конкуренция на рынке товаров, технологий и услуг требует постоянного усовершенствования механизмов, причем с как можно наименьшими потерями (временными, финансовыми, материальными, человеческими). Все это влечет за собой перестройку профессиональной подготовки студентов инженерных специальностей в соответствии с информационно-технологическими процессами, которые осуществляются на современных предприятиях. Непосредственно это касается и дисциплины «Теория механизмов и машин» – представляется необходимым усовершенствование методики изучения, внедрение в образовательный процесс специального программного обеспечения САПР/САЕ, формирование креативной личности профессионала. Специалист механической инженерии обязан не только владеть глубокими знаниями по профессионально ориентируемым дисциплинам (высшая математика, теоретическая механика, инженерная и компьютерная графика, сопротивление материалов), но и уметь решать исследовательские задачи, связанные с синтезом и анализом механизмов машин.

В мировой образовательной практике и системе профессиональной подготовки специалистов в высших технических учебных заведениях умение использовать в образовательном процессе и в дальнейшей профессиональной деятельности специальное программное обеспечение САПР является неотъемлемой частью. Методы САЕ основаны на использовании специальных программных продуктов для решения разнообразных инженерных задач. Такими задачами являются (рисунок 1) исследование кинематических и силовых характеристик механизмов в процессе выполнения рабочими и транспортными машинами своих функций. В основе методов САЕ лежит использование численных методов (метод конечных разностей, метод конечных элементов) для решения дифференциальных уравнений (или систем дифференциальных уравнений). Методами САЕ осуществляют проектирование (синтез) механизмов, их структурный, кинематический и силовой анализ, моделирование колебательных процессов, уравновешивание механизмов. Использование

методов САЕ требует понимания студентами процесса обоснования входных данных и анализа полученных результатов. Особенностью математического аппарата теории механизмов и машин является необходимость для решения тех или иных задач применять различные разделы современной математики. Например, при синтезе плоских рычажных механизмов используется планиметрия и теория оптимизации, при кинематическом анализе – математический анализ и линейная алгебра, при исследовании колебательных процессов – теория дифференциальных уравнений и т.д.

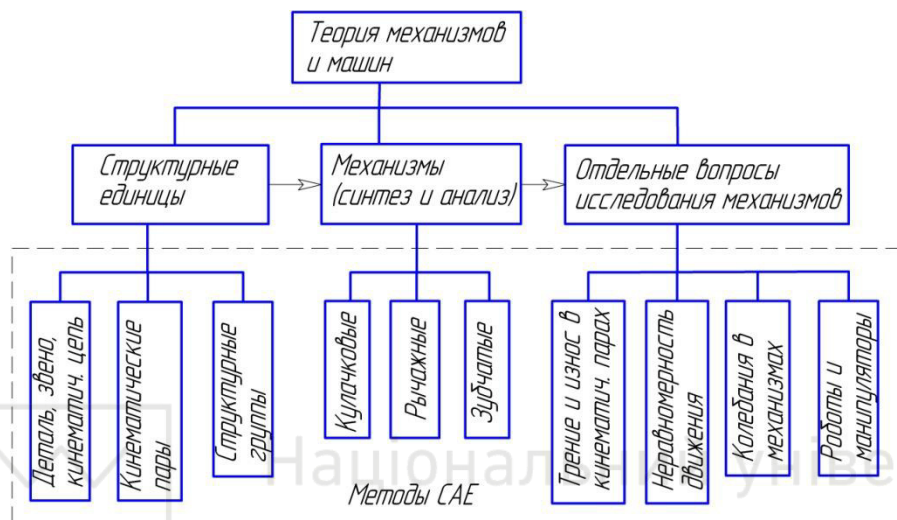


Рис. 1. Структура учебной дисциплины «Теория механизмов и машин»

Применение методов САЕ при изучении студентами механизмов машин на сегодняшний день практически отсутствует. Главным источником информации являются учебники и учебные пособия, где объемные механизмы представлены плоскими рисунками, движение звеньев во времени и пространстве заменено статической схемой, а практические расчеты механизмов предлагается производить в процессе выполнения курсового проекта по алгоритму, который используется в учебном процессе на протяжении многих десятилетий. Конечно, основным источником информации для студента остаются учебники. Однако, учитывая, с одной стороны, сложность учебного материала, который изучается в курсе «Теория механизмов и машин», с другой стороны, появление прикладных программ, которые позволяют моделировать процессы в трехмерном пространстве, сегодня является не только актуальным, но и необходимым применением методов САЕ для решения практических задач анализа и синтеза механизмов. При этом содержание и порядок изучения тем предлагается в основном, оставить традиционным (рисунок 1): сначала рассматриваются структурные единицы, затем решение задач синтеза и анализа для каждого из основных типов механизмов, далее следуют отдельные вопросы исследования механизмов: трение и износ, неравномерность движения, колебательные процессы в механизмах, основные сведения о роботах и манипуляторах.

Можно выделить следующие особенности использования методов САЕ: трехмерные представления как отдельных звеньев, так и механизмов, что является более наглядным и легким для понимания, возможность свободно задавать корректные входные данные и получать выходные результаты в виде числовых и графических данных, возможность представлять функционирование механизмов в виде смены относительного положения звеньев во времени и пространстве, простые для понимания алгоритмы построения механизмов заданных размеров, получение ожидаемых кинематических и силовых характеристик, непрерывное развитие самих методов САЕ с целью повышения, как качества получаемых результатов, так и скорости проведения расчетов, приспособленность методов



САЕ для исследования большинства механизмов, которые применяются в современных технологических и транспортных машинах.

Таким образом, проблема геометрического моделирования механизмов машин в профессиональной подготовке студентов инженерных специальностей является актуальной и своевременной. С нашей точки зрения, особое внимание необходимо обращать на разработку методики освоения теории механизмов методами геометрического моделирования. В ходе разработки данной методики необходимо будет решить следующие задачи: анализ современного состояния и проблем изучения механизмов машин в профессиональной подготовке специалистов технических специальностей; обоснование необходимости применения методов САЕ для изучения механизмов машин и решения прикладных задач; разработка методики решения задач теории механизмов и машин с применением методов САЕ; разработка методических подходов овладения студентами инженерных специальностей теории механизмов и машин методами САЕ.

На сегодняшний день известно достаточно много самых разнообразных программных продуктов, которые позволяют создавать объемные модели механизмов машин, и исследовать их кинематические и динамические свойства. Как правило, при компьютерном моделировании ответственных объектов (высотные сооружения, мосты, плотины, туннели) результаты проектирования проверяют на нескольких разных программных продуктах, что дает возможность практически исключить наличие ошибок, которые могут проявиться после изготовления данного объекта и привести к выходу его из строя или разрушению. Очевидно, такую практику необходимо применять и при геометрическом моделировании механизмов машин, поскольку современные производства, состоят из множества, как правило, достаточно сложных в своем изготовлении и эксплуатации механизмов, и ошибки проектирования, обнаруженные на стадии изготовления, сборки или функционирования оборудования может привести к значительной потере времени, финансов, темпа проведения конструкторских и технологических работ.

Целью изучения теории механизмов и машин методами геометрического моделирования есть научить студентов не только использовать определенный программный продукт, а и понимать функционирование других подобных программ. Основными этапами учебного процесса будут, по нашему мнению, следующие:

- 1) во время изучения базовых профессионально-ориентированных дисциплин ознакомление с основными теоретическими сведениями и приобретение навыков решения задач;
- 2) ознакомление с теоретическими сведениями из теории механизмов и машин во время лекций;
- 3) овладение основными методами САЕ решения задач во время практических занятий;
- 4) создание трехмерных моделей механизмов во время лабораторных занятий (задача синтеза);
- 5) исследование кинематических и силовых характеристик механизмов во время выполнения рабочей машиной технологических операций (задача анализа);
- 6) решение задач оптимизации параметров механизмов с целью повышения производительности труда технологического оборудования (уменьшения безвозвратных потерь энергии на трение в кинематических парах, уменьшение себестоимости изготовления продукции и т.д.).

1. Райковська Г.О. *Інженерно-технічна освіта: реалі і перспективи. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова (Серія № 5. Педагогічні науки)*. – К. : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2012. – Вип. 31. – С. 195 – 200 (конференція 22-23 березня 2012) р.).

2. Шостачук Андрій. *Геометричні моделі кінематичних пар в навчальній дисципліні «Теорія механізмів і машин»*. // *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. Збірник наукових праць, 2017. – Випуск 2 (41). С. 273-276.

УДК 378.147:004

## ПЕРЕТВОРЕННЯ 2D-КРЕСЛЕНИКІВ У 3D-ОБ'ЄКТИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМИ AUTOCAD

### TRANSFORMATION OF 2D DRAWINGS TO 3D OBJECTS IN THE AUTOCAD PROGRAM

Сасюк Зоя, Похильчук Ігор

Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028

*The practical aspects of graphic preparation of a future specialist with the help of the Autocad system are considered. A 2D-drawing of an object is transformed into its 3D model.*

Важливим інструментом для забезпечення якості та оптимізації графічної освіти є впровадження в навчальний процес САПР-технологій. Система Autocad володіє високотехнологічними продуктами та засобами створення, реалізації та експлуатації графічної інформації.

Багатофункціональний інструментарій системи Autocad дозволяє виконувати конвертацію 2D-креслеників у 3D-об'єкти, а також легко і швидко створювати 2D-кресленики на базі 3D-моделей.

Розглянемо приклад перетворення 2D-кресленика предмета у його 3D-модель. На рисунку 1 виконаний скріншот екрану Autocad 2018, на якому зображений 2D-кресленик: три головні вигляди предмета (спереду, зверху, зліва) та додатково винесений контур перерізу ручки.

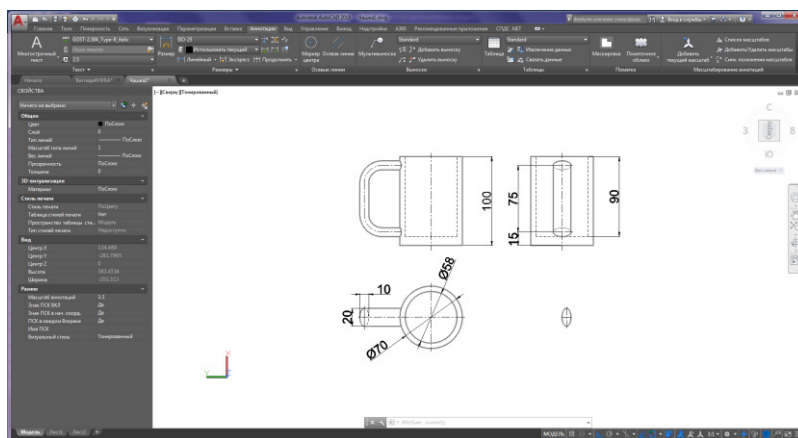




Рис. 1

1. Для створення 3D-моделі предмета на базі кресленика здійсимо поворот кресленика у 3D-просторі використовуючи режим «3D-Орбіта», який знаходиться на панелі навігації з правого боку робочої зони. При цьому автоматично активується режим «3D-моделювання».

2. На панелі «Управління візуальними стилями» активуємо «Тонований» режим відображення моделі.



3. У закладці «Головна» на панелі інструментів «Моделювання» обираємо команду  «Видавити» і обираємо курсором на вигляді зверху коло діаметром 70 мм, яке видавлюємо на висоту 100 мм. Отримаємо циліндр діаметром 70мм та висотою 100 мм (рис. 2).

4. Для створення внутрішнього отвору предмета на верхній основі циліндра будуємо коло діаметром 58 мм. Обираємо команду  «Видавигрань» для витягування замкнених областей і створюємо циліндричний отвір глибиною 90 мм (рис. 2).

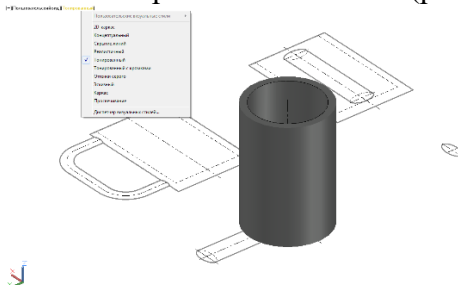



Рис. 2

5. Вигнуту ручку створимо використовуючи її наявну вісь, яка показує вигини ручки і відображена у дійсну величину на вигляді спереду. Щоб змінити положення осі, скористаємось командою  «3DВирівняти» (панель «Редагування»), яка дозволяє вирівнювати об'єкти відносно інших об'єктів у 2D- і 3D-просторах. Вибрана вісь буде переміщена і повернена так, щоб базова точка 1, а також осі X і Y вихідного об'єкта збіглися в 3D-просторі з цільовим об'єктом (циліндром). Команда «3DВирівняти» працює в динамічній ПСК (ДПСК), завдяки чому можна динамічно перетягувати вибрані об'єкти і вирівнювати їх з межею твердотільного об'єкта.

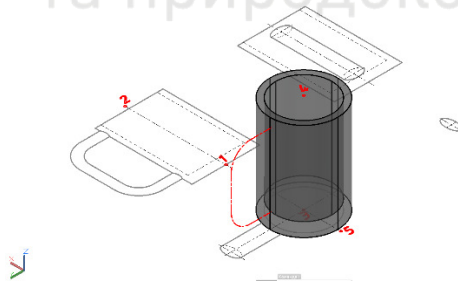


Рис. 3


Спочатку обираємо курсором миші базову точку 1 (рис. 3) на вихідному об'єкті, який потрібно перемістити для суміщення з базовою точкою 3 цільового об'єкта. Другу точку 2 задаємо на осі X вихідного об'єкта (обираємо кінець осьової лінії, яка паралельна до осі X). Друга точка задає новий напрям осі X на площині, паралельній площині XY поточної ПСК. Третю точку 3 задаємо на позитивній площині XY об'єкта. Третя точка 3 визначає орієнтацію осей X і Y вихідного об'єкта.


Далі переходимо до запитів, що визначають цільову точку. Використовуємо цей параметр, якщо осі X і Y вихідного об'єкта повинні бути паралельні осям X і Y поточної ПСК. Обираємо першу цільову точку – точка 3 – визначає місце призначення базової точки вихідного об'єкта. Якщо місце призначення є площиною на існуючому твердому об'єкті, користувач може визначити площину місця призначення однією точкою на динамічній ПСК.

Друга цільова точка – точка 4 – задає новий напрямок осі X для місця призначення на площині, паралельній площині XY поточної ПСК. Третя цільова точка – точка 5 – задає орієнтацію осей X і Y цільової площині. На виході задаємо паралельність осей X і Y цільового об'єкта осям X і Y поточної ПСК.



Таким чином ми перемістили і повернули вісь ручки із горизонтального у вертикальне положення. Саме таке положення лінії нам потрібне як траєкторія для видавлювання.

6. Команда «Зсув»  на панелі «Моделювання» призначена для створення 3D-тіла або 3D-поверхні шляхом зсуву 2D-об'єкта уздовж розімкнутої або замкнутої траєкторії. Зауважимо, що підоб'єкти-грані і кромки вибираються, утримуючи клавішу Ctrl. Щоб автоматично видалити вихідну геометрію, використану при створенні об'єкта, використовується системна змінна Delobj. У разі асоціативних поверхонь системна змінна Delobj ігнорується і вихідна геометрія не видаляється. Поверхні зсуваються як NURBS-поверхні або як процедурні поверхні в залежності від значення системної змінної Surfacemodelingmode.

 СДВИГ Выберите траекторию сдвига или [выравнивание Базовая точка Масштаб Закручивание]:

Команда «Зсув» пропонує кілька можливих опцій при її використанні.

Опція «Вирівнювання» дозволяє вирівнювати профіль по нормалі до дотичної до траєкторії зсуву. Якщо профіль не перпендикулярний (не розташований по нормалі) до дотичної в початковій точці траєкторії, то профіль вирівнюється автоматично.

Опція «Базова точка» використовується для об'єктів, що підлягають зсуву.

Опція «Масштаб» задає масштабний коефіцієнт для операції зсуву. Зрушувані з початкової до кінцевої точки траєкторії об'єкти масштабуються як єдиний об'єкт. Можна масштабувати вибрані об'єкти на основі довжини опорного відрізка, заданої зазначенням точок або введенням значень.

Опція «Закручування» задає кут закручування для об'єктів, що підлягають зсуву. Кут закручування визначає обертання уздовж всієї довжини траєкторії зсуву.

При активній команді «Зсув» спочатку обираємо курсором миші об'єкт (зображення А), який будемо зсувати по заданій траєкторії. Обираємо траєкторію зсуву – виділяємо курсором миші переміщену вісь ручки. Результат зсуву по траєкторії наведено на рис. 4.

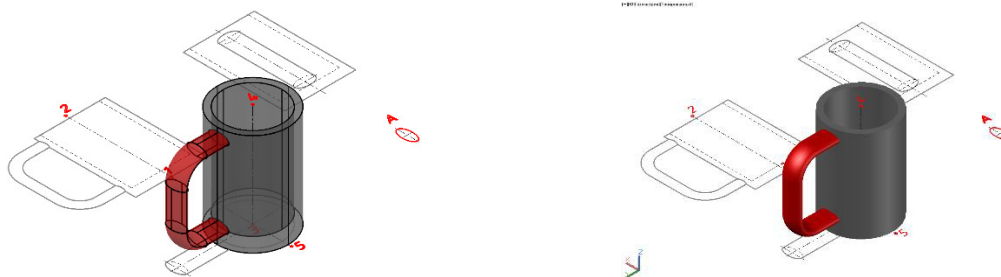


Рис. 4

Таким чином, маючи готовий 2D-кресленник предмета легко можна перетворити у 3D-об'єкт, використовуючи наявні на кресленику лінії та точки.

Впровадження у навчальний процес методичних підходів програмних продуктів AutoCAD сприяє формуванню підвалин знань, адекватних цілям професійної графічної підготовки майбутнього фахівця технічного спрямування.

1. <https://www.autodesk.ru/products/autocad/features>



УДК 378.1

**ЯКІСТЬ УКРАЇНСЬКОЇ ОСВІТИ В КОНТЕКСТІ  
ЄВРОПЕЙСЬКОГО ПРОСТОРУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**QUALITY OF UKRAINIAN EDUCATION IN THE CONTEXT OF  
EUROPEAN HIGHER EDUCATION AREA

Скуйбіда Олена

*Запорізький національний технічний університет,  
вул. Жуковського, 64, м. Запоріжжя, 69063*

*Issues of higher education quality today are extremely relevant. It is connected with globalization, an innovative type of progress and the mass character of higher education. The existence of an internal quality assurance system in higher education institutions is a requirement of the Ukrainian legislation within the framework of Bologna process.*

Питання якості освіти на сьогодні є вкрай актуальними. По-перше, це пов'язано з глобалізацією: українським закладам вищої освіти (ЗВО) доводиться конкурувати не лише між собою, але і на світовому ринку освітніх послуг. Саме завдяки якості освіти українські університети можуть бути привабливими для іноземних студентів. Довіра українського суспільства до якості освіти, здобутої в Україні – необхідний елемент того, щоб абітурієнти навчалися у вітчизняних ЗВО. Такі складові внутрішньої системи забезпечення якості як інформаційний менеджмент та публічна інформація є очікуванням абітурієнтів та їх батьків, оскільки окрім репутації університету, на сьогоднішній день важливою є інформація на сайті закладу стосовно програм, критеріїв відбору на навчання, кваліфікації викладачів, процедур оцінювання, інфраструктури ЗВО та навчальних можливостей, працевлаштування випускників тощо. Іншим важливим аспектом є інноваційний тип прогресу зі швидкою зміною технологій, ідей, знань. Відповідно, якісна освіта повинна враховувати трансформаційні процеси в суспільстві. В контексті освітнього середовища це і інформаційно-комунікативні технології, і тісний зв'язок між освітою та дослідженнями, і інновації у методах викладання. Формування поряд з професійними наскрізних навичок (здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу; навички міжособистісної взаємодії; уміння працювати в команді) є очікуванням роботодавців, ринку праці від якісної освіти в університеті та очікуванням студентів. Компетенції, які отримують чи примножать здобувачі вищої освіти в процесі навчання мають допомогти в працевлаштуванні та успішній кар'єрі. Масовий характер вищої освіти в Україні (близько 80% випускників шкіл здобуває вищу освіту) вимагає студентоцентрованого навчання з урахуванням різноманітності студентів та їх потреб шляхом використання різних способів надання освітніх послуг, розмаїття педагогічних методів, підтримки студентів з боку викладача в процесі навчання і т.п..

Внутрішнє забезпечення якості освіти та освітньої діяльності в університеті повинно включати не лише ефективні управлінські рішення, але і формувати культуру якості. Адже для досягнення найкращого результату потрібна не лише виконавча мотивація персоналу і орієнтація на певні показники, але і усвідомлення власної відповідальності кожного науково-педагогічного співробітника за якість освіти, прагнення професійно розвиватися, підтримувати внутрішню політику ЗВО та формувати позитивний імідж свого університету.

Наявність системи забезпечення закладом вищої освіти якості освітньої діяльності та якості вищої освіти (системи внутрішнього забезпечення якості) є вимогою законодавства України, зокрема законів «Про вищу освіту» та «Про освіту», стандартів вищої освіти тощо. Так, у ст.431 гл.23 Угоди про асоціацію між Україною та Європейським союзом визначаються

зобов'язання сторін активізувати співробітництво у вищій освіті шляхом сприяння зближенню у цій сфері, яке відбувається в рамках Болонського процесу, поглиблення співробітництва між ЗВО, підвищення якості та посилення значущості вищої освіти. Планом заходів із виконання Угоди про асоціацію передбачено: дотримання загальних принципів забезпечення якісної освіти та підвищення кваліфікації у контексті Рамки кваліфікацій Європейського простору вищої освіти; розбудову системи забезпечення якості вищої освіти на основі Європейських стандартів і рекомендацій; забезпечення функціонування внутрішньої системи забезпечення якості відповідно до Європейських стандартів і рекомендацій щодо забезпечення якості вищої освіти.

За п.23, ст.1 закону України «Про освіту» якість освіти є відповідністю результатів навчання вимогам, встановленим законодавством, відповідним стандартом вищої освіти та (або) договором про надання освітніх послуг. Якість освітньої діяльності (у вищій освіті) – це рівень організації освітнього процесу у ЗВО, що відповідає стандартам вищої освіти, забезпечує здобуття особами якісної вищої освіти та сприяє створенню нових знань. Метою функціонування системи забезпечення якості освіти в Україні визначено гарантування якості освіти, формування довіри суспільства до системи та закладів освіти, постійне та послідовне підвищення якості освіти, допомогу закладам освіти та іншим суб'єктам освітньої діяльності у підвищенні якості освіти. Розділ 5 закону України «Про вищу освіту» урахує положення Болонського процесу та унормовує систему забезпечення якості вищої освіти, що складається із системи внутрішнього забезпечення якості, системи зовнішнього забезпечення якості та системи забезпечення якості діяльності Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти.

Відповідно до законодавства України внутрішня система забезпечення якості освіти може включати:

- 1.) визначені принципи, процедури та політику забезпечення якості вищої освіти;
- 2.) здійснення моніторингу та періодичного перегляду програм;
- 3.) щорічне оцінювання здобувачів вищої освіти, науково-педагогічних і педагогічних працівників ЗВО та регулярне оприлюднення результатів таких оцінювань на офіційному веб-сайті ЗВО, на інформаційних стендах тощо;
- 4.) оприлюднені критерії, правила і процедури оцінювання педагогічної (науково-педагогічної) діяльності педагогічних та науково-педагогічних працівників;
- 5.) оприлюднені критерії, правила і процедури оцінювання управлінської діяльності керівних працівників ЗВО;
- 6.) забезпечення підвищення кваліфікації педагогічних, наукових і науково-педагогічних працівників;
- 7.) забезпечення наявності необхідних ресурсів для організації освітнього процесу, у т.ч. самостійної роботи студентів за кожною освітньою програмою;
- 8.) забезпечення наявності інформаційних систем для ефективного управління освітнім процесом;
- 9.) забезпечення інформації про освітні програми, ступені вищої освіти та кваліфікації;
- 10.) створення у закладі освіти інклюзивного освітнього середовища;
- 11.) забезпечення дотримання принципів академічної доброчесності працівниками ЗВО та здобувачами вищої освіти, у т.ч. створення і забезпечення функціонування ефективної системи запобігання та виявлення академічного плагіату.

Реформа вищої освіти в Україні є за своєю сутністю відображенням процесів та тенденцій Європейського простору вищої освіти. Українські ЗВО поступово адаптуються до нових вимог законодавства щодо реформування вищої освіти, стикаючись зі складнощами відсутності традиційних для української системи вищої освіти чітких механізмів реалізації.

УДК 378.147:744

**ВИКОРИСТАННЯ «ХМАРНИХ» МОЖЛИВОСТЕЙ МЕСЕНДЖЕРА  
TELEGRAM У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ НАСКРІЗНОГО МОДЕЛЮВАННЯ****USE OF CLOUD FEATURES OF THE TELEGRAM MESSENGER DURING PLM  
MODELING PREPARATION****Соловійов Андрій, Райковська Галина***Житомирський державний технологічний університет,  
вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, Україна, 10005*

*The analysis of the cloud features of the Telegram messenger, which significantly expands and optimizes the work with the PLM modlling, it helps the future specialist to get more freedom of action in engineering*

Сучасне машинобудування у світі, в першу чергу, характеризується постійним розширенням можливостей систем автоматизованого проектування (САПР), велика кількість програмних продуктів дозволяє будь-яким підприємствам обрати саме ту систему, яка відповідає усім необхідним вимогам виробничого процесу. Враховуючи, що на сьогодні є усі умови для використання вузькоспеціалізованих САПР, не менш важливо також звертати увагу і на допоміжні інструменти у процесі роботи із системами. На нашу думку, для найбільш оптимальної роботи з даними, як під час підготовки майбутніх фахівців з механічної інженерії, так і при безпосередньо практичній діяльності, необхідно звернути увагу на месенджер Telegram, важливою особливістю якого є необмежене хмарне сховище. Мова йде про зберігання будь-яких масивів інформації та її зручної передачі іншим користувачам, використовуючи стандартні можливості платформи.

Ми вважаємо, що у навчальному процесі бакалаврів з механічної інженерії, при вивченні САПР, можна активно використовувати месенджер Telegram. У цих межах можна задіяти месенджер для різних призначень, починаючи звичайними консультаціями з викладачем і закінчуючи збереженням виконаних завдань, а також їх каталогізацією.

Зі сторони викладача головне завдання – це зручне представлення інформації студентам.

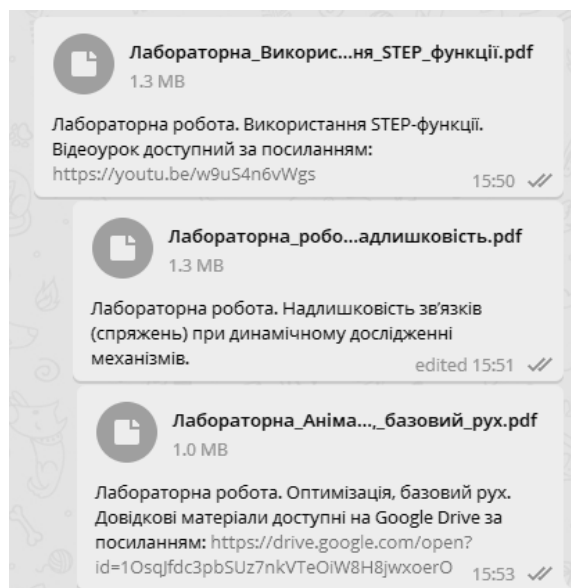


Рис. 1. Розділ збережених повідомлень із завданнями для студентів

На рис. 1 наведений приклад оформлення завдань. Безпосередньо завдання заздалегідь зберігаються у особистому розділі користувача, студентам інформація пересилається. Відповідні бесіди зі студентами також повинні створюватися заздалегідь та адмініструватися викладачами.

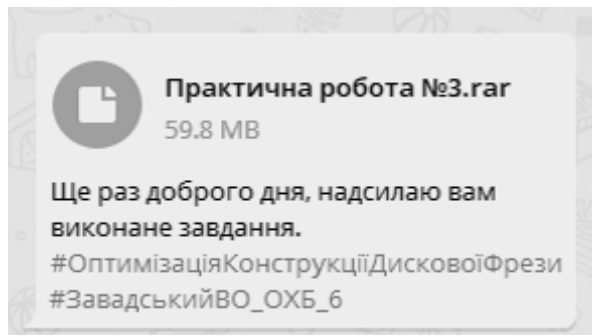


Рис. 2. Інформаційне повідомлення, надіслане студентом викладачу

Коли студент завершив роботу над тим чи іншим практичним завданням, він має надіслати результати викладачу, для цього використовуються вже особисті повідомлення, але з використанням хештегів – ключове слово або декілька слів, що полегшує пошук по необхідному змісту. У випадку з виконанням завдань необхідною умовою є зазначення у повідомленні назви роботи, прізвища студента та його групи. На основі цієї інформації можна знаходити окремо усі роботи студента, а також усі роботи за назвою. Саме так відбувається зручна каталогізація практичних завдань за допомогою хештегів, також можна використовувати звичайний пошук.

Таким чином можна задіяти і так звані Telegram-ботів, за допомогою офіційного конструктора можна завантажити необхідні завдання та необхідний опис, це суттєво спрощує роботу студентам, що навчаються за індивідуальним графіком та не мають змоги постійно відвідувати заняття.

На нашу думку, такий підхід до роботи з даними під час вивчення наскрізного моделювання засобами САПР дозволяє відмовитися від мережевого сховища університету, яке є локальним та незручним. Використання Telegram у вищезазначених цілях суттєво спрощує роботу з інформацією, що актуально у межах роботи з великою кількістю даних у наскрізному моделюванні. Також месенджер дозволяє отримати доступ до необхідної інформації у будь-якому місці, крім того, це спрощує взаємодію між студентом та викладачем.

1. Маркова О. М. Хмарні технології навчання: витоки / О. М. Маркова, С. О. Семеріков, А. М. Стрюк // Інформаційні технології і засоби навчання. - 2015. - Т. 46, вип. 2. - С. 29-44. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN\\_2015\\_46\\_2\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2015_46_2_6)

2. Райковська Г.О. Парадигма підготовки бакалаврів з механічної інженерії при наскрізному моделюванні у сучасних машинобудівних САПР / Г.О. Райковська, А.В. Соловійов // Науковий журнал ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА СумДПУ ім. А.С.Макаренка. – 2018. – С. 78-81.

3. Michael Miller. Cloud Computing: Web-Based Applications That Change the Way You Work and Collaborate Online / Miller Michael. – Que Publishing, 2008. – 312 p.

УДК 378.1

**КОМПЕТЕНТІСНИЙ ПІДХІД ДО ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ У ЗАКЛАДАХ  
ВИЩОЇ ОСВІТИ****COMPETENCY-BASED APPROACH TO TRAINING SPECIALISTS IN HIGHER  
EDUCATION INSTITUTIONS****Чижик Віталій***Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
61002, Україна, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25*

*Abstract. The author analyzes the procedural and substantive aspects of the competence approach as a methodological benchmark for the modernization of education; argues that the competence approach is directed at the educational results not as the sum of the acquired information, but as the ability of a person to act in different situations.*

Ринок праці дедалі більше потребує висококваліфікованих фахівців, які прагнуть до вдосконалення свого професійного досвіду та подолання комунікативних бар'єрів, які здатні вирішувати конкретні практичні завдання, налагоджувати взаємовигідні стосунки та співпрацю. Модель сучасного фахівця вказує на необхідність пошуку нових підходів до його професійної підготовки для забезпечення конкурентноспроможності на ринку праці та ефективного виконання своїх професійних функцій. Аналіз багатьох освітніх систем свідчить, що одним зі шляхів оновлення змісту освіти й навчальних технологій, узгодження їх із сучасними потребами, інтеграції до світового освітнього простору є орієнтація навчальних програм на компетентнісний підхід і створення ефективних механізмів його запровадження.

Значною проблемою абсолютно для усіх випускників, незалежно від рівня їхньої теоретичної підготовки, провідні українські компанії вважають розрив між теоретичними знаннями, які дає заклад вищої освіти, і їх практичним застосуванням у реальних умовах. За даними Київського міжнародного інституту соціології, близько чверті випускників відчують брак практичних професійних навичок. Компетентнісний підхід покликаний подолати цей розрив, розширити кордони і можливості, що відкриваються перед молодими спеціалістами, тому одним із основних завдань сучасної вищої освіти є питання впровадження компетентнісного підходу у професійну підготовку студентів.

Зазначимо, що поняття «компетентнісна освіта» (Competency-Based Education) виникло у США наприкінці ХХ століття, підґрунтям якого стали вимоги бізнесу і підприємництва щодо випускників вищих навчальних закладів стосовно їх невпевненості і браку досвіду при інтеграції та застосуванні знань у процесі прийняття рішень у конкретних ситуаціях.

Дослідники виділяють три етапи становлення компетентнісного підходу в освіті. Перший етап припадає на 60–70-ті роки ХХ ст. і пов'язаний з введенням у науковий апарат категорії «компетенція», а також зі створенням передумов для виокремлення понять «компетенція» та «компетентність».

У 1970–1990-х роках, на другому етапі, категорії «компетенція» та «компетентність» починають використовувати у теорії та практиці вивчення мови, зокрема іноземної. Значна увага приділяється розробці змісту понять «соціальні компетенції» та «соціальна компетентність». Для цього етапу характерним є не лише дослідження самих компетенцій (дослідники виділяють від 3 до 37 її різновидів), а й намагання організувати навчання таким чином, щоб формування компетенцій стало кінцевим результатом процесу навчання.

Третій етап становлення компетентнісного підходу в освіті характеризується процесом його інституціоналізації, інтеграції в національні освітні системи, а також впровадженням

цього підходу у рамках Болонського процесу. У цей час провідні міжнародні організації, зокрема ЮНЕСКО, ЮНІСЕФ, ПРООН, Рада Європи, ОЕСР виявили значний інтерес до запровадження компетентнісного підходу в освіту. Деякі з них проводили дослідження цієї проблематики і намагалися спрямовувати свою діяльність на запровадження компетентностей у зміст освіти. Йдеться, зокрема, про діяльність Організації економічного співробітництва та розвитку, Ради Європи та ін.

Розглядаючи ключові поняття: «компетентність» та «компетенція», на яких базується реалізація компетентнісного підходу в освіті, варто зазначити, що на сьогодні в науковій літературі немає єдиного підходу до трактування зазначених понять, дослідники пропонують багато визначень. Чимало з них є тотожними або навіть суперечать одне одному. У Рекомендаціях Європейського Парламенту та Ради Європи (2006 р.) міститься таке визначення: компетенція – це доведена можливість застосовувати знання та уміння, а також здібності (методологічні, соціальні, особисті) під час навчання та практики, а також для фахового й особистісного розвитку. Переважна більшість науковців погоджуються з таким трактуванням і схиляються до того, що обидва поняття (компетенція/-її та компетентність/-ості) частіше використовуються як синоніми і є взаємозамінюваними.

Компетентнісний підхід до професійної підготовки фахівця відкриває нові можливості для засвоєння різних видів діяльності у закладах вищої освіти передбачає: інструментальне, чітке управління навчально-виховним процесом, яке гарантує одержання ефективного результату; засвоєння соціального простору з метою розуміння різноманітних проблем, освітньої, соціальної дійсності, соціальних явищ, ситуацій соціально-педагогічного процесу та одержання нових способів їхнього розв'язання.

Цей підхід надає можливості: аналізувати і систематизувати на науковій основі практичний досвід соціально-педагогічної діяльності та його використання; прогнозувати, планувати очікувані результати діяльності та успішно управляти соціально-педагогічними процесами; комплексно вирішувати проблеми соціалізації і соціального виховання особистості; мінімізувати вплив несприятливих обставин на соціалізацію особистості; оптимально використовувати ресурси з метою практичного розв'язання проблем; створювати сприятливі умови для розвитку, саморозвитку особистості; розробляти, впроваджувати нові технології; вибирати найоптимальніші технології, сукупність методів, прийомів, операцій, з метою досягнення успіху запланованої професійної діяльності.

Вектор освіти на формування компетентностей студентів у навчальному процесі лежить у площині загальноєвропейських процесів реформування та розвитку освіти. Пріоритетність компетентнісного підходу в організації навчально-виховного процесу визначена у прийнятих урядом України нормативних документах (Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти, Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 р.). Однак, якщо для західної європейської поняттєвої системи категорія компетентнісного підходу є природною, що виникла еволюційно в останні чотири десятиліття, то для вітчизняної освітньої традиції, що використовує для опису освіченості професіоналізму іншу систему понять, в тому числі знамениту категоріальну тріаду «знання, уміння, навички», використання компетентнісного підходу, поставило проблему своєрідного перегляду всієї категоріальної системи в педагогіці, визначення місця нових категорій і їх взаємодії з тими категоріями, які вже стали традиційними. Діючі стандарти вищої освіти побудовані на основі кваліфікаційної моделі фахівця. Наслідком цього є домінування у стандартах знанневої складової, в них відсутня можливість оцінки якості освіти на основі таких показників як готовність випускників до майбутньої професійної діяльності, рівень професійної мотивації. Компетентнісний підхід не заперечує ані ролі, ані значення знань, утім, акцентує увагу на здатності використовувати здобуті знання.

Запровадження компетентнісного підходу в освітній процес є важливим завданням сучасної освіти. Він передбачає спрямованість освітнього процесу на формування і розвиток ключових компетенцій особистості, сприяє формуванню здатності самостійно вирішувати



професійні проблеми різної складності на основі отриманих знань та власного досвіду, розглядати перешкоди як стимул до подальшого розвитку.

1. Рекомендація 2006/962/ЄС Європейського Парламенту та Ради (ЄС) "Про основні компетенції для навчання протягом усього життя" від 18 груд. 2006 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/994\\_975](http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/994_975).
2. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/344/2013>
3. Антонюк Л.Л. Компетентнісний підхід у вищій освіті: світовий досвід / Л.Л. Антонюк, Н.В. Василькова, Д.О. Ільницький та ін.. – К.: КНЕУ, 2016. – 61с.
4. Компетентнісний підхід у вищій школі в Україні: розробка та впровадження ідей при підготовці фахівців соціономічної сфери / С. Б. Фурдуй // Молодий вчений. - 2017. - № 3. - С. 485-489.
5. Красільнікова О. Компетентнісний підхід як основа філософії освіти / О. Красільнікова // Вісник КНТЕУ. Філософія освіти. – 2018. – №1. – С. 147-156.
6. Хоружий Г. Компетентнісні моделі у вищій освіті та бізнесі: зарубіжний досвід / Г.Хоружий // Вісник КНТЕУ. Філософія освіти. – 2018. – №1. – С. 131-147.



Національний університет  
водного господарства  
та природокористування





Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

НАУКОВЕ ЕЛЕКТРОННЕ ВИДАННЯ

## ЗБІРНИК ТЕЗ

I Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції  
«Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного  
функціонування транспортних систем»



матеріали I Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції,  
21-23 травня 2019 р.  
Рівне : НУВГП

Національний університет  
водного господарства  
та природокористування

*Відповідальний за випуск*

Кристопчук М.Є.

*Комп'ютерне верстання*

Хітров І.О.