

Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«Зменшення собівартості перевезень вантажів транспортними засобами 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України»**

Виконав: студент 2-го курсу, групи  
1ТТ-20м спеціальності 275 –  
Транспортні технології (за видами),  
спеціалізація 275.03 – Транспортні  
технології (на автомобільному  
транспорті)

\_\_\_\_\_ Затірко А.В.

Керівник: д.т.н., професор каф. АТМ

\_\_\_\_\_ Поляков А.П.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

Опонент: к.т.н., доцент каф. ГМ

\_\_\_\_\_ Слабкий А.В.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

\_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Цимбал С.В.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

Вінниця ВНТУ– 2021 рік

## АНОТАЦІЯ

УДК 65.012.2 (075)

Затірко А.В. Зменшення собівартості перевезень вантажів транспортними засобами 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України зі спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами), освітня програма - Транспортні технології на автомобільному транспорті. Вінниця: ВНТУ, 2021. 117 с. На укр. мові. Бібліогр.: 36 назв; рис.: 22; табл. 32.

У магістерській кваліфікаційній роботі удосконалено методику визначення витрати палива військовими автомобілями в залежності від умов руху під час виконання транспортної роботи. Використання методики визначення витрати палива військовими автомобілями дозволяє визначати лінійну витрату палива військових автомобілів при різних умовах руху та корегувати витрату палива.

У загальній частині роботи проведено аналіз шляхів зменшенні собівартості перевезень вантажів військовими автомобілями. У розрахунково-конструкторській частині удосконалена методика визначення витрати палива військовими автомобілями в залежності від умов руху, запропонована математична модель визначення витрати палива військовими автомобілями в залежності від умов руху та проведено розрахункове дослідження впливу умов руху військового автомобіля на зміну потужності двигуна. У технологічній частині розроблено рекомендації щодо застосування методики визначення витрати палива військовими автомобілями для зменшення собівартості перевезень вантажів та проведено техніко-економічне обґрунтування доцільності застосування удосконаленої методики визначення витрати палива військовими автомобілями для зменшення собівартості перевезень вантажів.

Графічна частина складається з 26 плакатів із результатами дослідження.

У розділі охорони праці опрацьовано такі питання, як причини виникнення, дія на організм людини та нормування шкідливих та небезпечних виробничих факторів у виробничому приміщенні; рекомендації щодо поліпшення умов праці, а також розглянуто норми пожежної безпеки.

Ключові слова: собівартість перевезень, витрата палива, умови руху, корегування витрати палива.

## ABSTRACT

Zatirko AV Reduction of the cost of transportation of goods by vehicles of 131 battalions of trucks of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine in the specialty 275 - Transport Technologies (by type), educational program - Transport Technologies in road transport. Vinnytsia: VNTU, 2021. 117 p. In Ukrainian language. Bibliogr .: 36 titles; fig .: 22; table. 32.

The master's qualification work has improved the method of determining the fuel consumption of military vehicles depending on traffic conditions during transport work. The use of the method of determining the fuel consumption of military vehicles allows you to determine the linear fuel consumption of military vehicles under different traffic conditions and adjust fuel consumption.

In the general part of the work the analysis of ways to reduce the cost of transportation of goods by military vehicles is carried out. In the calculation and design part, the method of determining the fuel consumption of military vehicles depending on traffic conditions was improved, a mathematical model for determining the fuel consumption of military vehicles depending on traffic conditions was proposed and a calculated study of the impact of military vehicle traffic conditions on engine power change. In the technological part, recommendations for the application of methods for determining fuel consumption by military vehicles to reduce the cost of transportation of goods and feasibility study of the feasibility of using improved methods for determining fuel consumption by military vehicles to reduce the cost of transportation.

The graphic part consists of 26 posters with the results of the study.

The section of labor protection deals with such issues as the causes, effects on the human body and the rationing of harmful and dangerous production factors in the production premises; recommendations for improving working conditions, as well as fire safety standards.

Keywords: transportation costs, fuel consumption, traffic conditions, fuel consumption adjustment.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	3
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ЗМЕНШЕННЯ СОБІВАРТОСТІ	

ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ВІЙСЬКОВИМИ АВТОМОБІЛЯМИ. . . . .	6
1.1 Вимоги керівних документів щодо планування експлуатації та ремонту військової автомобільної техніки. . . . .	6
1.2 Види ремонту військової автомобільної техніки та їх складові. . . . .	14
1.3 Підходи щодо визначення витрат палива в залежності від пробігу військової автомобільної техніки. . . . .	18
Висновки по першому розділу. . . . .	30
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА ВИТРАТУ ПАЛИВА УМОВ РУХУ ВІЙСЬКОВИХ АВТОМОБІЛІВ. . . . .	32
2.1 Аналіз методів дослідження зміни витрати палива військових автомобілів в залежності від пробігу. . . . .	32
2.2 Методика визначення витрати палива військовими автомобілями в залежності від умов руху . . . . .	41
Висновки по другому розділу . . . . .	48
РОЗДІЛ 3. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТИ ПАЛИВА ВАНТАЖНИМИ ВІЙСЬКОВИМИ АВТОМОБІЛЯМИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ РОБОТИ . . . . .	49
3.1 Математична модель визначення витрати палива військовими автомобілями в залежності від умов руху . . . . .	49
3.2 Розрахункове дослідження впливу умов руху військового автомобіля на зміну потужності двигуна . . . . .	61
3.3 Рекомендації щодо застосування методики визначення витрати палива військовими автомобілями для зменшення собівартості перевезень вантажів . . . . .	72
Висновки по третьому розділу. . . . .	75
РОЗДІЛ 4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТИ ПАЛИВА ВІЙСЬКОВИМИ АВТОМОБІЛЯМИ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ СОБІВАРТОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ . . . . .	77
Висновки по четвертому розділу . . . . .	93
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ . . . . .	95
ВИСНОВКИ . . . . .	111
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ . . . . .	114
ДОДАТКИ. . . . .	117

## ВСТУП

**Актуальність теми.** В Збройних Силах України автомобільна техніка є основним засобом, який забезпечує оперативну і тактичну рухомість військ, є базою під монтаж комплексів озброєння і військової техніки та їх складовим елементом, визначає бойову готовність військових частин та з'єднань. Військова автомобільна техніка широко застосовується при виконанні завдань повсякденної діяльності у всіх локальних війнах і збройних конфліктах, у тому числі в зоні операції об'єднаних сил.

В сучасних умовах бойова діяльність усіх видів Збройних Сил неможлива без використання величезної кількості транспортних засобів, а також масового використання автомобіля не тільки як транспортного засобу, а й як бойової машини, яка несе на собі бойову техніку та озброєння і діє як на дорогах, так і на місцевості. Основною базою автомобільного парку стали багатоцільові повнопривідні автомобілі високої прохідності. Збільшилась кількість спеціальних і транспортних автомобілів в тилowych частинах і установах, внаслідок чого мобільність тилу зросла до рівня мобільності бойових частин.

Для зменшення собівартості перевезень вантажів транспортними засобами у військовій частині, коштів на експлуатаційні витрати військових вантажних автомобілів виникла необхідність проведення дослідження щодо удосконалення методики визначення витрати палива в залежності від режимів експлуатації транспортних засобів.

**Мета і задачі дослідження.** Мета роботи полягає у зменшенні собівартості перевезень вантажів транспортними засобами 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України застосуванням удосконаленої методики визначення витрати палива в залежності від режимів експлуатації транспортних засобів.

Наукове завдання полягає в удосконаленні методики визначення витрати палива військовими автомобілями в залежності від умов руху.

### **Задачі дослідження:**

- проаналізувати вплив на витрати палива військових автомобілів основних факторів, що пов'язані з пробігом транспортних засобів;
- удосконалити методику визначення витрати палива в залежності від режимів експлуатації військових автомобілів;
- провести техніко–економічне обґрунтування доцільності використання удосконаленої методики визначення витрати палива в залежності від режимів експлуатації військових автомобілів автомобільною службою військової частини.

*Предмет* дослідження – економічні показники діяльності 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України.

*Об'єкт* дослідження – військові вантажні автомобілі.

**Методи дослідження.** Для досягнення визначеної в роботі мети використані такі методи дослідження:

системного аналізу – при проведенні оцінки функціонування 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України;

найменших квадратів – для отримання аналітичних залежностей математичної моделі визначення витрати палива військовими автомобілями 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України в залежності від умов руху;

статистики і теорії імовірностей при плануванні розрахункового дослідження впливу умов руху військового автомобіля на зміну потужності двигуна;

моделювання – при розробці математичної моделі визначення витрати палива військовими автомобілями 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України в залежності від умов руху;

порівняння – для перевірки адекватності розробленої математичної моделі та достовірності результатів, які отримані під час досліджень.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Новизна удосконаленої методики визначення витрати палива вантажними військовими автомобілями, в порівнянні з існуючими, полягає у врахуванні режимів

експлуатації військових автомобілів автомобільною службою військової частини.

**Практичне значення одержаних результатів.** Впровадження удосконаленої методики визначення витрати палива в залежності від режимів експлуатації військових автомобілів автомобільною службою військової частини дозволяє зменшити витрати на закупівлю палива для виконання транспортної роботи вантажними військовими автомобілями і тим самим зменшити собівартість перевезень вантажів транспортними засобами 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України.

**Особистий внесок здобувача.** Особисто здобувачем було проведено аналіз шляхів зменшення собівартості перевезень вантажів транспортними засобами 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України, розроблено алгоритм реалізації удосконаленої методики визначення витрати палива в залежності від режимів експлуатації транспортних засобів

**Публікації.** Основні наукові результати обговорено на XIV Міжнародній науково-практичній конференції Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту, опубліковано тези доповіді у збірнику наукових праць «Матеріали XIV міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 25-27 жовтня 2021 року».

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ЗМЕНШЕННЯ СОБІВАРТОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ВІЙСЬКОВИМИ АВТОМОБІЛЯМИ

1.1 Вимоги керівних документів щодо планування експлуатації та ремонту військової автомобільної техніки

Основна мета, яку повинен ставити перед собою командир під час організації використання автомобільної техніки – це утримання машин підрозділу у технічно справному стані із встановленим запасом моторесурсу до наступного ремонту. Запас моторесурсу військової автомобільної техніки є важливою складовою боєготовності підрозділу. Моторесурс автомобільної техніки витрачається головним чином на аеродромно-технічне забезпечення польотів, підвезення матеріальних засобів, забезпечення тактичної і оперативної рухомості авіаційно-технічних підрозділів, відновлення та утримання аеродромів, забезпечення господарської діяльності частин.

Загальні положення щодо організації використання військової автомобільної техніки визначені Інструкцією про порядок використання автомобільної техніки у Збройних Силах України, яка введена Наказом Міністра оборони України від 12.12.2016 р. № 678.

Використання автомобільної техніки є одним із етапів її експлуатації, протягом якого вона використовується відповідно до її функціонального призначення.

Командирами, начальниками служб військових частин систематично повинна проводитись робота з особовим складом автотехнічних підрозділів щодо необхідності ефективного використання машин, їх безаварійної експлуатації, економії та збереження пального.

Заходи щодо ефективного використання машин і економного витрачання моторесурсів та пального розробляються та здійснюються при плануванні і проведенні бойової підготовки, виробничої, господарської



діяльності та виконанні інших заходів, пов'язаних з використанням машин у військових частинах.

Основними заходами щодо ефективного використання військової автомобільної техніки є:

- укомплектування машинами відповідно до штатів і табелів військових частин;

- раціональне планування заходів бойової підготовки, бойового чергування, забезпечення польотів, господарських та інших робіт із залученням мінімально необхідної кількості машин;

- широке застосування причепів, поєднання перевезення дрібних партій вантажів;

- організація централізованого перевезення вантажів, упровадження раціональних маршрутів та схем вантажопотоків, виключення зустрічних перевезень;

- найбільш повне використання вантажопідйомності і вантажомісткості автомобільного транспорту (з урахуванням тактико-технічних характеристик);

- виконання технічних заходів, що підвищують надійність та економічність роботи машин, особливо у складних умовах експлуатації;

- здійснення контролю за законністю використання машин, списанням моторесурсів та пального, правильністю та своєчасністю ведення обліку виконаної роботи, систематичне підведення підсумків роботи машини;

- проведення профілактичних заходів щодо попередження ДТП.

Основними заходами щодо економії моторесурсів та пального є:

- дотримання норм і правил експлуатації автомобільної техніки, визначених у інструкціях з експлуатації зразків техніки;

- створення необхідних умов для зберігання, ТО та ремонту машин;

- підвищення якості ТО та ремонту машин, упровадження технічного діагностування їх стану, недопущення випадків використання несправних машин та тих, на яких не проведено технічне обслуговування;

- застосування всесезонних сортів пального, забезпечення своєчасного переходу на зимові і літні сорти пального;
- дотримання порядку заправки машин після повернення у парк, забезпечення механізованої заправки паливом;
- забезпечення систематичного контролю за справністю, опломбовуванням і правильністю показів спідометрів;
- правильна організація внутрішньої служби у парках, обладнання стоянок машин засобами підігріву двигунів у зимовий час;
- знання та здійснення особовим складом, пов'язаним з експлуатацією машин, заходів, що забезпечують економне витрачання моторесурсів та пального;
- підвищення рівня практичних навичок водіїв та інших фахівців автомобільної служби щодо економного витрачання пального при ТО та водінні машин;
- удосконалення навчально-матеріальної бази, використання навчальних автомобілів, тренажерів, експонатів під час навчання, поєднання практичного водіння машин з виконанням заходів господарської діяльності;
- пропаганда та широке розповсюдження практичного досвіду кращих водіїв, підрозділів та військових частин щодо економії пального.

Планування та облік використання військової автомобільної техніки. Планування та облік використання машин здійснюється у військових частинах у межах Річних норм витрат моторесурсів автомобільної техніки на мирний час та виділених лімітів пального, визначених Інструкцією, яка затверджена наказом МО України від 09 грудня 2011 року № 760.

Планування використання машин має забезпечити бойову готовність, бойове чергування, виконання планів бойової підготовки та господарської діяльності військових частин, раціональне та безаварійне використання машин і економне використання пального.

У військовій частині обов'язково повинні плануватися до використання чергові транспортні засоби для забезпечення бойового чергування (черговий

автомобіль), протипожежної безпеки (пожежний автомобіль), евакуації техніки (черговий тягач), перевезення хворих (санітарний автомобіль).

Експлуатація автомобільної техніки військової частини здійснюється на підставі річного плану експлуатації та ремонту автомобільної техніки та місячних планів експлуатації та ремонту автомобільної техніки військової частини.

Планування експлуатації і ремонту військової автомобільної техніки має забезпечити:

- утримання машин в технічно справному стані, зі встановленим запасом ходу до ремонту;

- раціональне використання машин за призначенням у межах встановлених норм витрати моторесурсів для виконання планів бойової підготовки, господарської діяльності, інших завдань;

- своєчасне проведення ТО, регламентного ремонту, рівномірний вихід машин у ремонт;

- ефективно використання паркового обладнання, засобів ТО і ремонту;

- якісну підготовку фахівців автомобільної служби.

Планування роботи військової автомобільної техніки полягає у розробці заходів по організації управління, визначенні основних завдань, строків їх виконання. Приблизний перелік документів по плануванню роботи військової автомобільної техніки наведений у табл. 1.1.

Порядок використання вантажних і спеціальних автомобілів. Вантажні і спеціальні автомобілі бойової, стройової та навчальної груп експлуатації використовуються для забезпечення планів бойової підготовки на навчальний рік (період навчання).

Автомобілі транспортної групи військових частин використовуються у відповідності до річних та місячних планів централізованих перевезень матеріальних засобів, що розробляються у з'єднаннях, гарнізонах, а також місячних та добових планів перевезень військових вантажів автомобільним транспортом військових частин.

Таблиця 1.1 – Перелік документів по плануванню роботи військової автомобільної техніки

№ п/п	Робота служби	Термін виконання
1.	План роботи військової автомобільної техніки на рік	до 01.12 поточного року
2.	Місячний план роботи військової автомобільної техніки	за 5 днів до початку місяця
3.	План заходів щодо поліпшення експлуатації військової автомобільної техніки, попередження ДТП	до початку нового року
4.	План проведення парко-господарського дня	щотижня
5.	План технічної підготовки водіїв і інших фахівців військової автомобільної техніки	до 10.11 і 10.05
	Експлуатація військової автомобільної техніки	
6.	Річний план експлуатації і ремонту військової автомобільної техніки	до 01.12 поточного року
7.	Місячний план експлуатації і ремонту військової автомобільної техніки	за 5 днів до початку місяця
8.	Наряд на використання військової автомобільної техніки	напередодні дня виходу
9.	План-графік ТО, регламентного ремонту, поточного ремонту машин	за 5 днів до початку місяця
10.	План-завдання автомобільної ТЕС, майстерні, пункту ТО	за 5 днів до початку місяця
11.	План-графік ТО і випробування машин на тривалому зберіганні	на 6 років
12.	План освіження шин і акумуляторних батареї (на рік)	до 20.12 поточного року
13.	План-графік проведення контрольних-тренувальних циклів АКБ	до 20.12 поточного року

Порядок використання вантажних і спеціальних автомобілів. Вантажні і спеціальні автомобілі бойової, стройової та навчальної груп експлуатації використовуються для забезпечення планів бойової підготовки на навчальний рік (період навчання).

Автомобілі транспортної групи військових частин використовуються у відповідності до річних та місячних планів централізованих перевезень матеріальних засобів, що розробляються у з'єднаннях, гарнізонах, а також

місячних та добових планів перевезень військових вантажів автомобільним транспортом військових частин.

Машини “НЗ” утримуються на тривалому зберіганні, їх використання для забезпечення повсякденної діяльності забороняється.

Допускається тимчасово знімати машини із зберігання для:

- випробування і переконсервації згідно з Планом-графіком ТО та випробування;

- проведення навчань з особовим складом запасу – за рішенням Головнокомандувача ЗС України;

- забезпечення виконання завдань – на підставі рішень Уряду і МО;

- проведення перевірок та інспектування військ.

Про зняття машин із зберігання видається наказ командира частини.

Використання позаштатних машин забороняється. Позаштатні машини мають бути обслужені, законсервовані і поставлені на тривале зберігання.

Спеціальні автомобілі (сміттєвози, пожежні, поливальні, снігозбиральні, асенізаційні та інші, що забезпечують обслуговування комунальних об'єктів та інженерних мереж) використовуються у відповідності до річних планів роботи відповідних командирів.

Перевезення військовослужбовців здійснюється, як правило, на вантажних автомобілях, обладнаних для перевезення особового складу.

Забороняється використовувати:

- пасажирські автобуси для перевезення менше 8 осіб (крім мікроавтобусів);

- санітарні автомобілі з іншою метою, крім надання медичної допомоги особовому складу, перевезення хворих і медичного забезпечення;

- чергову машину для виконання завдань, не пов'язаних із забезпеченням бойового чергування та несенням чергової служби.

Особливості використання автомобільних базових шасі озброєння і військової техніки (АБШ ОВТ). АБШ ОВТ, а також автотягачі, що призначені для буксирування ОВТ, використовуються у військових частинах

згідно з планами бойової підготовки у межах встановлених річних норм витрат моторесурсів та лімітів пального.

Засоби авто-технічного забезпечення (АТЗ) для забезпечення польотів викликаються з парків на аеродром поетапно і в гранично мінімальний час до початку польоту, а у нельотну погоду – їх виклик своєчасно скасовується.

На кожному аеродромі час подачі засобів АТЗ до початку польотів визначається штабом авіаційної частини разом з командиром авіаційно-технічної частини після оцінки метеообстановки напередодні польотів, з урахуванням типу повітряних засобів та їх кількості, віддалення автопарку та кліматичної зони аеродрому.

Вихід (повернення) машин з парку (в парк) здійснюється у складі колони під командуванням чергового з АТЗ польотів.

Особливості використання військової автомобільної техніки на далекі відстані. Право дозволу на використання легкових, вантажних і спеціальних автомобілів для разового перевезення особового складу, матеріальних засобів, для виконання службових завдань за різними видами забезпечення підлеглих підрозділів і військових частин на відстані до 200 км надається:

- командиру військової частини – у межах дислокації підрозділів військової частини;
- командиру з'єднання – у межах дислокації військових частин з'єднання.

Для виконання завдань на відстані понад 200 км підбираються найбільш досвідчені водії та старші машин, які призначаються наказом по частині.

Використання автомобільної техніки в мирний час планується та здійснюється в межах, які встановлені для різних типів машин та груп їх експлуатації, річних норм витрат моторесурсів, тільки за призначенням.

Особливості бойового застосування військової автомобільної техніки:

- інтенсивне використання військової автомобільної техніки як вдень, так і вночі для забезпечення польотів;

- переміщення військової автомобільної техніки своїм ходом на великі відстані в стиснуті строки;
- великий об'єм підвозу матеріальних засобів, у тому числі небезпечних (боєприпасів, пального, стиснених та зріджених газів);
- використання великої кількості машин з причепами та напівпричепами;
- висока інтенсивність руху машин на окремих ділянках аеродромних шляхів, перетин потоків автомобілів, літаків, пішоходів;
- робота водіїв по іншій спеціальності, часто більш складній і яка немає у ряді випадків нічого загального з автомобільною.

З урахуванням цих особливостей основна проблема, що виникає при організації використання військової автомобільної техніки в авіаційно-технічних підрозділах, може бути сформульована таким чином: як кількістю військової автомобільної техніки, що є в наявності, забезпечити виконання основних задач з мінімально можливими витратами моторесурсів, при цьому не допустити ДТП, що виникають з вини водіїв військової автомобільної техніки.

Рішення цієї задачі пов'язано з підвищенням ефективності експлуатації військової автомобільної техніки і в першу чергу її використання та технічного обслуговування.

Досвід експлуатації військової автомобільної техніки показує, що організація раціональної витрати моторесурсів дає можливість підвищити якість технічного обслуговування, покращити умови для технічної підготовки, побуту та відпочинку особового складу, зменшити знос техніки та витрати експлуатаційних матеріалів. Все це звичайно позначається на підвищенні безпеки використання військової автомобільної техніки.

Таким чином, рішення основної проблеми в організації використання машин реалізується шляхом правильної організації експлуатації військової автомобільної техніки, тобто підтримання високої бойової готовності техніки в умовах як мирного, так і воєнного часу.

Існуючий парк ЗС України:

- на 95% складається з тепер уже імпортованих автомобілів явно застарілих моделей, розроблених понад 40-50 років тому (з 1956-1959 рр. – ГАЗ, ЗІЛ, УАЗ; з 1968-1970 рр.–КаМАЗ);

- є разуніфікованим за тактико-технічними характеристиками і параметрами прохідності – різні ширини колії – від 1780 мм у ГАЗ-66, 1453 мм в УАЗ-469 до 1820 мм для ЗІЛ-131, 2010 мм – КаМАЗ-4310 і зрештою до 2160 мм в КрАЗ-260. Аналогічно різний кліренс від 315 мм у ГАЗ-66 до 400 мм в Урал-375;

- різні допустимі осьові навантаження (від 3,9 т у ГАЗ-66 до 5 т у КаМАЗ і 6,6 т у КрАЗ) ускладнюють рух в одній колоні по бездоріжжю;

- повністю разуніфікована агрегатна база в плані транспортних машин – 4 базові моделі (ЗІЛ, УАЗ, КаМАЗ, КрАЗ) замість типового для сучасних армій уніфікованого за агрегатами і вузлами єдиного сімейства з трьох моделей (4x4 – 4,-5 тон; 6x6 – 7-8 тон; 8x8 – 10-11 тон).

В більшості провідних у військовому відношенні країн світу впродовж останнього десятиліття відбуваються кардинальні зміни в формуванні типу та переход на нове покоління військових автомобілів. Цей перехід відбувається шляхом створення утилітарних спеціальних автомобілів, максимально уніфікованих по параметрах прохідності (рух в єдиній колоні) та агрегатах і вузлах (типорозмірні ряди, мінімізація номенклатури запасних частин) з організацією спеціалізованих відокремлених виробництв.

## 1.2 Види ремонту військової автомобільної техніки та їх складові

Під ремонтом військової автомобільної техніки розуміється комплекс технічних заходів по відновленню їх справності або працездатності і ресурсу машин (агрегатів).

Об'єктами ремонту є машини і їх агрегати, які прийшли в несправний чи непрацездатний стан, втратили надійність, готовність до використання.



Машини і агрегати, які потребують ремонту, прийнято називати ремонтним фондом.

В залежності від ступені зносу, характеру несправностей і пошкоджень, складності і об'єму робіт поділяють види ремонтів:

- поточний ремонт (ПР);
- середній ремонт (СР);
- капітальний ремонт (КР);
- регламентований ремонт (РР).

Поточний ремонт – здійснюється в процесі експлуатації, для гарантованого забезпечення працездатності виробу; полягає в заміні і відновленні його окремих частин і їх регулюванні. Повинен забезпечувати відновлення працездатності в межах 15÷18% від пробігу до КР.

Середній ремонт машин здійснюється за необхідністю з метою забезпечення надійності їх роботи до чергового капітального ремонту чи списання, але, як правило, не більше одного разу за пробіг до КР, а також між капітальними ремонтами до списання. Полягає у відновленні експлуатаційних характеристик ремонтом або заміною тільки зношених або пошкоджених складових частин. Крім того, перевіряється технічний стан решти складових частин з усуненням несправностей. Допускається заміна не менше 2-х та не більше половини основних агрегатів (мости, КПП, РК).

Середній ремонт виконується з пробігом не менше 60% від норми напрацювання до КР для нових машин, та не менше 50% для машин, які пройшли КР. Норми напрацювання машин до КР та списання не змінюються, якщо середній ремонт здійснено до встановленого пробігу. Повинен забезпечувати відновлення працездатності в межах 50÷60% від пробігу до КР: 60% - для нових машин; 50% - для тих, що пройшли КР.

Поточний і середній ремонт машин проводяться в ремонтних підрозділах частини і ремонтних частинах.

Капітальний ремонт – здійснюється з метою відновлення справності і повного або близько до повного відновлення ресурсів виробу із заміною або

відновленням будь-яких його частин, включаючи базові та їх регулювання. Повинен забезпечувати відновлення працездатності машини в межах 80% від пробігу нової до КР. Дозволяється заміна 50÷70% основних агрегатів.

Регламентований ремонт – плановий, виконується з періодичністю 12÷15 років і в об'ємі, встановленому експлуатаційною документацією, незалежно від технічного стану машин на момент початку ремонту. Такому ремонту підлягають колісні та гусеничні бойові машини, а іноді стройові машини, які знаходяться на зберіганні чи використовуються з невеликою інтенсивністю, коли по напрацюванню вони не потребують ремонту, але через старіння гумовотехнічних і деяких інших деталей вимагають робіт по підвищенню надійності.

Капітальний, регламентований ремонт машин військових частин всіх видів Збройних Сил здійснюється на ремонтних підприємствах МО України.

Система ремонту автомобільної техніки у ЗС України.

За ознакою збереження частин, що ремонтуються, ремонт машин і агрегатів може вироблятися наступними методами ремонту:

- агрегатним методом, при якому несправні агрегати змінюються новими або відремонтованими (зі зворотного фонду), при цьому несправні агрегати відправляються для ремонту в спеціалізовані ремонтні частини або підприємства;

- індивідуальним – несправні агрегати і деталі знімаються з машин, ремонтуються і ставляться на ту саму машину.

Агрегатний метод є основним методом ремонту машин в ЗС України, він дозволяє скорочувати тривалість ремонту, в короткі строки відновлювати значну кількість машин. Він потребує наявності оборотного фонду агрегатів. Норми оборотного фонду агрегатів встановлюються Центральним автомобільним управлінням Озброєння МО України.

При індивідуальному методі ремонту тривалість ремонту машин більше, чим при агрегатному методі. Цій метод ремонту застосовується для тих марок машин, для яких відсутній оборотний фонд.

Три основних метода організації процесу ремонту:

- поточний метод;
- метод спеціалізованих постів (бригад);
- метод універсальних бригад (тупиковий).

Поточний метод характеризується розташуванням засобів технологічного оснащення в послідовності виконання операцій технологічного процесу та спеціалізацією робочих місць. Машини, агрегати, механізми, деталі (наприклад, блок циліндрів, колінчатий вал двигуна), передаються від одного спеціалізованого місця до іншого одразу після виконання чергової технологічної операції. Поточний метод забезпечує високу продуктивність праці, ефективне використання високопродуктивного спеціалізованого обладнання. Він застосовується на всіх авторемонтних підприємствах, які здійснюють капітальний ремонт машин і агрегатів.

Метод спеціалізованих постів (бригад) – розбірка/збірка агрегатів і вузлів, роботи по відновленню деталей і ремонту збірних одиниць здійснюється бригадами (виконавцями), спеціалізованими по збірних одиницях (двигун, коробка, міст).

Спеціалізація постів (бригад, виконавців) може бути технологічною (ремонт електрообладнання, гідроприводів, гідропідсилювачів, ремонт кабін і кузовів, ремонт машин і агрегатів обумовлених марок) і подетальною (відновлення деталей визначеної номенклатури). Метод спеціалізованих постів застосовується в ремонтних підрозділах, які здійснюють середній ремонт машини на готових агрегатах.

Метод універсальних постів характеризується тим, що всі роботи по ремонту машини виконується на одному робочому місці, однією бригадою. При цьому продуктивність праці та коефіцієнт використання обладнання невисокі. Кваліфікація працюючих повинна бути високою, так як членам бригади приходится виконувати різні види робіт.

Ремонт може бути плановим у відповідності з вимогами нормативно-технічної документації, і позаплановим. Середній та капітальний ремонт

плануються по напрацюванню. Постановка машин на поточний ремонт не планується.

### 1.3 Підходи щодо визначення витрат палива в залежності від пробігу військової автомобільної техніки

Норми витрат палива і мастильних матеріалів військової автомобільної техніки призначені для планування потреби військових частин у паливно-мастильних матеріалах і контролю за їх витратами, ведення звітності, запровадження режиму економії і раціонального розроблення питомих норм витрат палива.

Нормування витрат палива - це встановлення допустимої міри його споживання в певних умовах експлуатації військової автомобільної техніки, для чого застосовуються базові лінійні норми, встановлені по моделях (модифікаціях) автомобілів, та система нормативів і коригуючі коефіцієнтів, які дозволяють враховувати виконану транспортну роботу, кліматичні, дорожні та інші умови експлуатації.

Для військової автомобільної техніки встановлюються такі види норм витрат палива [29]:

- базова лінійна норма на пробіг автомобіля - на 100 км;
- норма на виконання транспортної роботи (враховує додаткові витрати палива при русі військового автомобіля з вантажем) - на 100 тонно-кілометрів;
- норма на одну тону спорядженої маси (враховує додаткові витрати палива при зміні спорядженої маси військового автомобіля, причепа або напівпричепа);
- норма на їздку з вантажем (враховує збільшення витрат палива, пов'язане з маневруванням та виконанням операцій завантаження і розвантаження) - на одну їздку;
- норма на пробіг при виконанні спеціальної роботи - на 100 км;

- норма на роботу спеціального обладнання, встановленого на військових автомобілях, - на годину або на виконану операцію;

- норма на роботу незалежного обігрівача - на одну годину роботи.

Найбільш детально в загальному виді формування норми витрати палива (в л/100 км) визначається як:

$$Q = Q_H \pm \Delta Q_T \pm \Delta Q_a \pm \Delta Q_B \pm \Delta Q_{\ddot{a}\ddot{o}}, \quad (1.1)$$

де  $Q_H$  - витрата палива за нормою для даної моделі військової автомобільної техніки;

$\Delta Q_T$  - збільшення лінійної витрати, пов'язаного з технічним станом військового автомобіля та його систем;

$\Delta Q_a$  - збільшення (зниження)  $Q_H$ , обумовлене дорожньо-кліматичними умовами;

$\Delta Q_B$  - збільшення (зниження)  $Q_H$ , обумовлене досвідом та майстерністю водія військового автомобіля;

$\Delta Q_{\ddot{a}\ddot{o}}$  - вплив інших факторів (обкатка, учбова їзда, використання причепів і т.д.).

При цьому з практики формування індивідуальних лінійних норм витрати палива Міністерством оборони України було визначено наступні можливі збільшення базових лінійних норм військових автомобілів:

- до 5% в південних районах і до 10% в зонах помірного клімату на зимовий період експлуатації;

- до 10% при їзді військового автомобіля в гірській місцевості (вище 1500 м над рівнем моря);

- до 10% на звивистих дорогах (наявність на 1 км дороги більше 5 поворотів з радіусом менше 40 м);

- до 10% для міських умов руху з частими зупинками;

- до 10% при перевезенні військових вантажів, що вимагають понижених швидкостей руху;
- до 20% при їзді військових автомобілів в умовах бездоріжжя;
- до 5% при обкатці (до 1 тис. км) нового або капітально відремонтованого військового автомобіля;
- до 25% при учбовій їзді.

Аналіз показав, що конкретні значення нормативних витрат палива встановлюються автомобільною службою військової частини залежно від фактичних потреб (але не вище гранично допустимих значень) відповідно до певних умов експлуатації військових автомобілів та за умови, що:

- виконуються рекомендації заводу-виробника (обладнання) щодо його експлуатації (включаючи режими використання, належне технічне обслуговування тощо);
- військовий автомобіль (обладнання) перебуває у задовільному технічному стані;
- дотримуються вимоги щодо раціонального використання військових автомобілів (обладнання) відповідно до їх експлуатаційної документації, а також безпечної та прийнятної економної манери його експлуатації.

У військовій частині на підставі аналізу причин відхилень фактичних витрат палива військових автомобілів, що можуть змінюватися у часі або за певних умов, від встановлених нормативних витрат може змінюватись встановлені нормативні витрати відповідно до зміни умов експлуатації або, у разі потреби, вживати заходів щодо усунення причин збільшення фактичної витрати палива понад нормативну витрату палива.

Таким чином, можливо завчасно виявити й усунути технічні несправності військових автомобілів або вжити заходів щодо впровадження (дотримання) водіями безпечних та прийнятних економних методів їх керування, забезпечення раціонального використання техніки тощо.

Підхід до використання коефіцієнтів, що коригують, при розрахунку нормативної витрати палива військових автомобілів не змінився. Ці

коефіцієнти як і раніше або підвищують нормативну витрату палива, або знижують, а обчислюються вони у відсотках.

Відповідно до норм в разі вживання одночасно декількох коефіцієнтів, що коригують, так само розраховується сумарний коефіцієнт коригування, який дорівнює сумі окремих коефіцієнтів.

Розглянемо порядок встановлення нормативних витрат палива військовими автомобілями з урахуванням експлуатаційних чинників, який визначає, що:

- для коригування лінійних норм можуть використовуватися всі коефіцієнти, що коригують, а ось круг коефіцієнтів, вживаних для коригування норм на транспортну роботу і на роботу спеціального устаткування військовими автомобілями, обмежений;

- всі цифрові значення коригуючих коефіцієнтів приведені з приводом «до», можуть застосовуватися включно;

- при розрахунках достатнім є вживання трьох значущих цифр, тобто округлення значень пропонується проводити до трьох значущих цифр.

При цьому підкреслюється, що максимальні значення коефіцієнтів, що збільшують норми витрати палива військовими автомобілями, і значення самі цих норм «відповідають гранично допустимим нормативам за найскладніших умов експлуатації рухомого складу і не можуть бути встановлені одночасно на всі військові автомобілі (устаткування) військової частини і на весь період їх експлуатації».

Визначено, що рекомендується встановлення (по можливості) - індивідуальних значень коефіцієнтів коригування норм (у регламентованих кордонах) для кожного військового автомобіля залежно від особливостей його конструкції, технічного стану, умов експлуатації відповідно до фактичних потреб. При цьому доцільно встановлення мінімально можливих значень коефіцієнтів, що підвищують, і максимально можливих норм знижуючих коефіцієнтів «з врахуванням дотримання водіями військових

автомобілів встановлених швидкісних обмежень, дотримання безпечної і прийнятної економної манери водіння».

Належне обґрунтування системи коригуючих коефіцієнтів нормативів і норм здійснюється у військовій частині «залежно від наявних технічних і інших можливостей ведення поточного обліку і управління експлуатаційними витратами». Відповідно, конкретні величини коригуючих коефіцієнтів в регламентованих кордонах і терміни їх дії встановлюються безпосередньо начальником автомобільної служби військової частини і затверджуються наказом (розпорядженням) командира частини.

Також на рівень витрати палива військових автомобілів впливають основні конструктивні та експлуатаційні фактори [9].

Аналіз впливу індикаторного і механічного ККД двигуна на витрату палива. Найбільший вплив на витрату палива надає індикаторний ККД, який характеризує економічність дійсного циклу і визначається відношенням індикаторної роботи до теплоти, витраченої на отримання цієї роботи. На відміну від термічного ККД індикаторний враховує не тільки відвід тепла холодного джерела, а й інші втрати, пов'язані з неповнотою згоряння і дисоціації; витоком робочого тіла через нещільності і відведенням тепла з відпрацьованими газами. Цей коефіцієнт залежить від ступеня стиснення двигуна, коефіцієнта надлишку повітря, зростаючої потужності і швидкохідності двигуна.

Досконалість роботи двигунів внутрішнього згорання і індикаторного ККД залежать головним чином від якості протікання процесів згоряння (повноти згоряння). Для карбюраторних двигунів  $\eta_i$  змінюється в межах 0,25...0,35, для швидкохідних дизельних - 0,42...0,52.

У дизельних двигунах з ростом навантаження збільшується циклова подача палива і коефіцієнт надлишку повітря знижується. При максимальних навантаженнях ( $\alpha \approx 1,5$ )  $\eta_i$  коливається в межах 0,42...0,43. У міру зниження навантаження індикаторний ККД збільшується і приблизно при



35...45% використуванні потужності досягає максимального значення (0,50...0,51). При малих навантаженнях і великих значеннях  $\alpha$  (більше 4)  $\eta_i$  помітно зменшується у зв'язку із зростанням втрат при згорянні палива [16].

На індикаторний ККД впливають багато конструктивних і регулюючих параметрів. При збільшенні ступеня стиснення  $\eta_i$  зростає, хоча при дуже великих ступенях стиснення за рахунок збільшення відводу теплоти в стінки він дещо знижується (рис. 1.1).

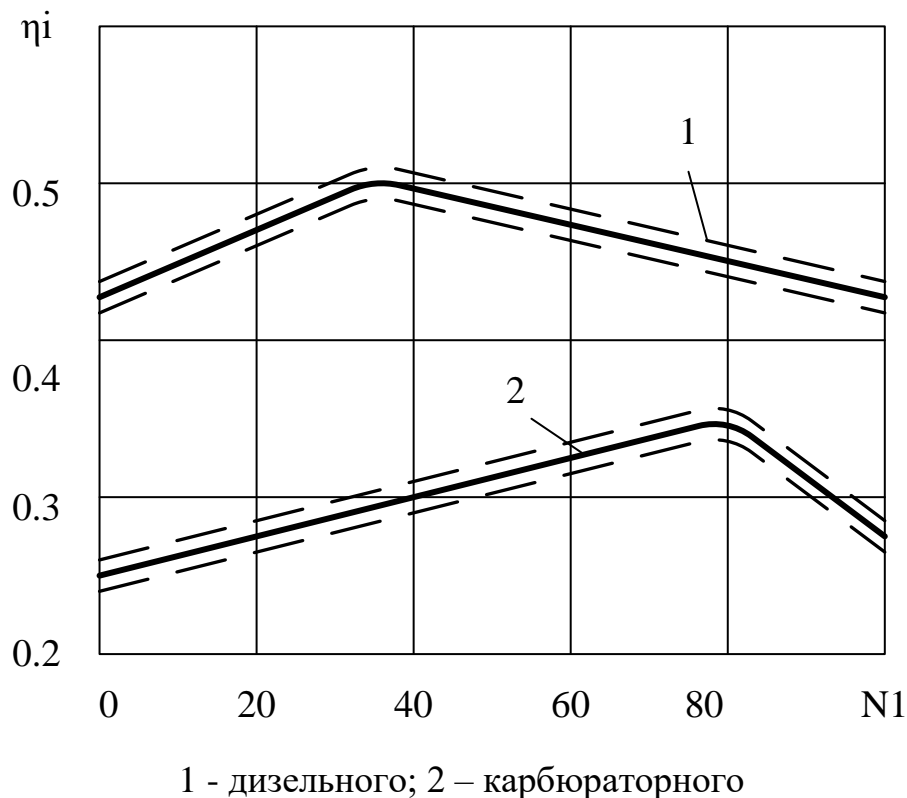


Рисунок 1.1 - Графік для визначення індикаторних ККД двигуна [9]

При збільшенні діаметра циліндрів в дизелях при оптимальному відношенні  $S_n / D_c$  за рахунок зменшення відносної поверхні індикаторний ККД підвищується.

При визначенні індикаторних ККД карбюраторних і дизельних двигунів можна користуватися графіками зміни  $\eta_i$  в залежності від  $N_1$ . Пунктирні лінії показують межі зміни індикаторних ККД в залежності від

конструкції та технічного стану карбюраторних і дизельних двигунів. З метою економії палива необхідно прагнути до зниження передавальних чисел.

Найбільш економічним режимом руху військових автомобілів є такий, коли  $i_n \leq 1$ , а швидкість постійна і не перевищує  $(0,6...0,7)V_{\max}$ . З метою підвищення економічності, надійності і довговічності двигунів треба прагнути до розумного обмеження верхньої межі обертів.

Так як індикаторний ККД і механічні втрати змінюються із збільшенням навантаження і частоти обертання колінчастого валу, то існують такі режими, при яких ефективний ККД буде максимальний, а витрата палива мінімальна.

Оцінка впливу якості палива на економічність двигуна [9]. Автомобільне паливо повинне мати достатню випаровуваність, володіти хорошими пусковими властивостями, високою теплотою згорання, якомога менше впливати на знос циліндро-поршневої групи, давати малі відкладення в двигуні, забезпечувати плавне наростання тиску в циліндрах на всіх режимах роботи двигуна, виділяти по можливості менше токсичних і канцерогенних речовин.

Важливими експлуатаційними властивостями бензинів являються карбюраційні властивості (фракційний склад), які надають безпосередній вплив на процес утворення горючої суміші. Ці властивості впливають на запуск двигуна, утворення парових пробок і обмерзання, склад відпрацьованих газів, знос двигуна, економічність роботи на часткових навантаженнях і т. д.

Щільність палива ( $\text{г/см}^3$ ) залежно від температури навколишнього повітря може змінюватися в межах  $\pm 5\%$  і обчислюється за формулою:

$$\rho_T = \rho_{T0} + 0.83 \cdot 10^{-3} (20 - t), \quad (1.2)$$

де  $\rho_{T0}$  - густина палива при  $20^\circ \text{C}$ ;

$t$  - температура навколишнього середовища.

Щільність дизельного палива коливається в межі  $0,82\dots 0,86 \text{ кг/м}^3$ , а кінематична в'язкість - у межі  $(1,5\dots 6,0) 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ .

Масова витрата палива залежить від щільності палива коефіцієнта витрати жиклера. Питома витрата залежить лише від в'язкості палива. Чим більша щільність бензину, тим більша його витрата через жиклери за певний період часу укладання. Від щільності палива залежить також рівень бензину в поплавковій камері. Чим вища в'язкість, тим менша швидкість проходження через жиклери і менша витрата. При зменшенні температури палива витрата його збільшується за рахунок збільшення щільності, а з іншого боку, зменшується за рахунок збільшення в'язкості.

Загалом при низьких температурах відбувається зниження масової витрати бензину через жиклер, так як зміна в'язкості робить більший вплив, ніж зміна щільності.

Обґрунтування впливу передаточних чисел головної передачі і коробки передач на витрату палива. На витрату палива значний вплив мають передаточні числа головної передачі  $i_0$  і коробки передач  $i_k$ . З їх збільшенням зростає частота обертання колінчастого валу і підвищуються втрати на тертя всередині двигуна.

Передавальне число головної передачі постійне для даного автомобіля. Тому основну увагу слід приділяти аналізу впливу передавальних чисел коробок передач на витрату палива.

Правильний вибір і включення передач дозволять знизити витрату палива, зменшити знос двигунів збільшити їх довговічність. Так як показують спостереження, що у разі тривалого руху на проміжних передачах витрата палива в цілому зростає на  $20\dots 25\%$ .

Вплив радіуса коліс на витрату палива [9]. У пневматичних колесах розрізняють п'ять видів радіусів: номінальний, вільний, статичний,

динамічний і кочення ( $r_k$ ). Номінальний радіус обчислюється по номінальних розмірах шини. Вільний радіус визначається відстанню від бігової доріжки нерухомого і ненавантаженого колеса до осі колеса. Цей радіус збільшується при збільшенні тиску повітря. Статичний радіус - відстань від центру нерухомого і навантаженого радіальною силою колеса до опорної поверхні. Це відстань при русі колеса, навантаженого тяговою, гальмівною або бічною силою, називається динамічним радіусом.

Радіус кочення (радіус фіктивного жорсткого колеса) характеризується шляхом, пройденим військовим автомобілем за один оборот.

Розхід палива істотно залежить від радіуса кочення колеса.

Для практичних розрахунків можна користуватися такими формулами:

- для діагональних шин:

$$r_k = 0,51d_{ш} + 0,91B_{ш} ; \quad (1.3)$$

- для радіальних шин:

$$r_k = 0,52d_{ш} + 0,93B_{ш} , \quad (1.4)$$

де  $d_{ш}$  - діаметр обіду;

$B_{ш}$  - ширина (висота) профілю.

Радіуси кочення шин залежать від нормального навантаження внутрішнього тиску повітря, величини навколишнього середовища, поступальної швидкості руху, температури і тиску повітря. Найбільший вплив чинять тиск повітря і нормальне навантаження. Тому регулярна перевірка тиску повітря в шинах і доведення його до норми - важливий захід щодо економії палива у військовій частині.

Вплив коефіцієнта корисної дії трансмісії на витрату палива [9]. ККД трансмісії враховує втрати енергії в усіх механізмах - від двигуна до шин ведучих коліс (тертя в шестернях, підшипниках, манжетах). Ці втрати становлять від 8% до 16% ефективної потужності.

Можна вважати, що при русі військового автомобіля на різних передачах ККД трансмісії майже не змінюється, так як зміна крутних моментів і швидкості надають протилежний вплив.

У процесі експлуатації військових автомобілів  $\eta_{TP}$  поступово змінюється. На початку обкатки нового військового автомобіля він дещо підвищується, при нормальній експлуатації продовжує рости, а потім починає знижуватися. При великих пробігах відбувається інтенсивний знос шестерень і ККД досягає мінімальної величини.

Після капітального ремонту трансмісії ККД підвищується, проте не досягає рівня нового військового автомобіля, залежно від його технічного стану ККД трансмісії знижується приблизно на 8... 10%.

Таким чином, підтримка зчеплення, коробки передач, карданної передачі і заднього моста в технічно справному стані, а також застосування рекомендованих сортів мастильних матеріалів будуть сприяти економії палива в середньому на 5... 8%.

Вплив власної маси військового автомобіля на витрату палива [9].

Зниження власної маси військового автомобіля може здійснюватися за рахунок зміни конструкції агрегатів, досконалість технологічних процесів і заміни матеріалів.

При зменшенні власної маси військового автомобіля можна істотно знизити витрату палива. У середньому можна вважати, що на кожному додаткову тону спорядженої маси витрачається на 100 км шляху 2,5 л бензину або 1,6 л дизельного палива. За міжремонтний пробіг (250...300 тис. км) такий військовий автомобіль може додатково спалити 6...7 тис. л бензину або 4...5 тис. л дизельного палива.

Із загального рівняння витрати слідує, що витрата палива на переміщення порожнього військового автомобіля визначається за формулою:

$$Q_n = 100G_0\psi / (\eta_i H_H \rho_T \eta_{TP}), \quad (1.5)$$

де  $G_0$  - власна вага військового автомобіля.

Ця витрата залежить не тільки від ваги військового автомобіля, але також від дорожніх умов, індикаторного ККД, якості палива і ККД трансмісії.

Витвір ( $\eta_i H_H \rho_T \eta_{TP}$ ) - для дизельних військових автомобілів приблизно в 1,75 рази більше, ніж для карбюраторних. Тому найбільший ефект від зниження ваги спостерігається в бензинових двигунах.

Вплив фактору обтічності військового автомобіля на витрату палива [10].

Витрату палива можна значно знизити за рахунок покращення аеродинаміки військового автомобіля. При русі військового автомобіля з високою швидкістю, значна частина енергії (палива) затрачається на подолання опору повітряного середовища.

У рівнянні витрати палива, л/100 км, ці витрати визначаються за формулою:

$$Q_s = \frac{CkFV_a^2}{13\eta_i}. \quad (1.6)$$

Фактор обтічності  $kF$  визначається множенням коефіцієнта опору повітря  $k$ ,  $H \cdot c^2 m^{-4}$ , на лобову площу військового автомобіля  $F$ ,  $m^2$ .

Лобова площа для легкових і вантажних автомобілів приблизно визначається за формулою:

$$F = 0.8B_a H_a, \quad (1.7)$$

де  $B_a$  і  $H_a$  - відповідно ширина колії і габаритна висота автомобіля, м.

Отже витрата палива, що витрачаються на подолання опору повітря, залежить від лобової площі військового автомобіля і швидкості та руху в квадраті.

Маса перевезеного вантажу [9].

Між витратою палива і масою перевезеного вантажу  $G_a$  існують досить складні аналітичні залежності.

Практично між витратою палива і масою перевезеного вантажу спостерігається лінійна залежність. Це пояснюється тим, що при середніх і великих навантаженнях індикаторні ККД змінюється порівняно в великих межах.

При нормуванні витрати палива необхідно ретельно враховувати всі фактори, що впливають на збільшення витрати палива при перевезенні вантажів різної маси. Додаткові надбавки на витрати палива на кожну тону перевезеного вантажу на 100 км не є постійними величинами, як це прийнято в чинних нормах, а змінюються в широких межах.

Вплив сумарного опору руху на витрату палива [9].

Сумарний опір руху  $\psi$  надає значний вплив на витрату палива. При зміні  $\psi$  від 0,015 до 1,05 витрата палива навантаженого військового автомобіля збільшується майже в 2 рази. Між витратою палива і сумарним опором руху існують такі ж аналітичні залежності, як і між витратою палива і масою військового автомобіля.

Сумарний опір руху складається з опорів, що залежать від конструкції і стану військового автомобіля (колеса, підвіска, трансмісії), конструкції і стану дороги, від ухилів шляху і поворотів.

Опір, що залежать від шини, військового автомобіля в цілому і типу і стану покриття дороги умовно прийнято оцінювати коефіцієнтом опору кочення коліс.

Вплив швидкості руху військового автомобіля на витрату палива. Швидкість руху військового автомобіля є тим експлуатаційним параметром, який сильно змінюється в залежності від умов експлуатації та надає особливий вплив на розхід палива.

Оптимізуючи і змінюючи в певних межах швидкість, можна вибирати найвигідніші режими руху і досягати значної економії палива.

Таким чином, на витрату палива впливає значна кількість параметрів, найбільш впливовими є швидкість руху військового автомобіля та сумарний опір руху.

### Висновки по першому розділу

В даному розділі розглянуто вимоги керівних документів щодо планування експлуатації та ремонту військової автомобільної техніки. Визначено основні заходи щодо ефективного використання військової автомобільної техніки та економії моторесурсів та пального.

Обґрунтовано основи планування експлуатації і ремонту військової автомобільної техніки та порядок використання вантажних і спеціальних автомобілів. Наведено особливості бойового застосування військової автомобільної техніки, а саме інтенсивне використання військової автомобільної техніки як вдень, так і вночі для забезпечення польотів; переміщення військової автомобільної техніки своїм ходом на великі відстані в стиснуті строки; великий об'єм підвозу матеріальних засобів, у тому числі небезпечних (боєприпасів, пального, стиснених та зріджених газів); використання великої кількості машин з причепами та напівпричепами; висока інтенсивність руху машин на окремих ділянках аеродромних шляхів, перетин потоків автомобілів, літаків, пішоходів; робота водіїв по іншій спеціальності, часто більш складній і яка немає у ряді випадків нічого загального з автомобільною.

Наведено види ремонту військової автомобільної техніки та розглянуто їх складові. Проаналізована система ремонту автомобільної техніки у Збройних Силах України та проведено порівняння методів організації процесу ремонту.

Визначено різні види норм по витраті палива які встановлюються для військових автомобілів, які показали, що нормативні витрати встановлюють по звітних документах, форми яких розробляються автомобільної службою військової частини. У цих документах мають бути приведені умови



експлуатації, до яких можуть бути застосовані відповідні коригуючі коефіцієнти базової норми, які враховують вплив на вжиток палива тих або інших умов.

Мета роботи полягає у зменшенні собівартості перевезень вантажів транспортними засобами 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України застосуванням удосконаленої методики визначення витрати палива в залежності від режимів експлуатації транспортних засобів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні часткові завдання магістерської кваліфікаційної роботи:

- проаналізувати вплив на витрати палива військових автомобілів основних факторів, що пов'язані з пробігом транспортних засобів;
- удосконалити методику визначення витрати палива в залежності від режимів експлуатації військових автомобілів;
- провести техніко–економічне обґрунтування доцільності використання удосконаленої методики визначення витрати палива в залежності від режимів експлуатації військових автомобілів автомобільною службою військової частини.

## РОЗДІЛ 2

### ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА ВИТРАТУ ПАЛИВА УМОВ РУХУ ВІЙСЬКОВИХ АВТОМОБІЛІВ

2.1 Аналіз методів дослідження зміни витрати палива військових автомобілів в залежності від пробігу

Розрахунково–аналітичний метод визначення лінійної норми витрати палива [22] базується на спрощеному виразі (2.1) і з опосередкованими значеннями конструктивних параметрів згідно табл. 2.1:

$$Q_s = \frac{g_e (\Psi G_a + k F V_a / 13)}{2700 \eta_T \rho} \times V_a, \quad (2.1)$$

де  $g_e$  - мінімальна питома витрата палива;

$\Psi$  - сумарний коефіцієнт опору руху;

$G_a$  - вага автомобіля;

$k$  - коефіцієнт опору повітря;

$F$  - лобова площа автомобіля, м<sup>2</sup>;

$V_a$  - швидкість руху автомобіля, км/год;

$\eta_T$  - коефіцієнт корисної дії трансмісії.

Таблиця 2.1 - Узагальнені дані для розрахунку лінійної витрати палива

Тип автомобіля	$V_a$ , км/год	$\Psi$	$k$	$F$ , м <sup>2</sup>
легкові автомобілі	100	0,015	0,03	2,0
вантажні автомобілі	40/70	0,020	0,06	4,0

Розрахункове значення ваги для вантажних автомобілів – лінійна норма розраховується як середньостатистичне значення витрат при русі без вантажу з швидкістю 70 км/год і повністю завантаженого з швидкістю 40 км/год [22].

Отримані значення  $Q_s$  для бензинових вантажних автомобілів з класичним приводом перемножують на 1,1; для повнопривідних бензинових вантажні автомобілів на 1,2.

Більш наближеною до реальної експлуатації є врахування в лінійних нормах додаткових витрат палива в залежності від завантаження військового автомобіля.

Визначення базового значення норми витрати палива  $Q_s$  здійснюється введенням коригуючого коефіцієнта, що враховував обсяг транспортної роботи (завантаження):

- для бензинових військових автомобілів:

$$\Delta Q_s = 2,0 \text{ л/100 ткм}; \quad (2.2)$$

- для дизельних вантажних автомобілів:

$$\Delta Q_s = 1,3 \text{ л/100 ткм}. \quad (2.3)$$

Безперечно, це є суттєвим кроком уточнення лінійних норм, що раніше використовувались як універсальна базова цифра на всі випадки умов експлуатації [2].

Але з іншого боку викликає сумніви універсальність єдиних поправок для всіх моделей вантажних автомобілів, незалежно від конкретних технічних характеристик двигунів і самих військових автомобілів, що об'єктивно суттєво відрізняються.

Ідеологія досліджень по покращенню нормування паливної економічності в експлуатації базується на методології коректування базових лінійних форм в залежності від використання вантажності, умов руху (питомого співвідношення окремих фаз руху, статистики швидкісних режимів), типу і стану доріг, пори року і т.д. [2]

Безперечно, оцінка впливу дорожніх умов, режимів руху на паливну економічність транспортного засобу є складною, не тільки із-за явного взаємозв'язку даних факторів, але і складнощів квантифікації ряду факторів,

що відносяться до організації руху (перешкодо-насиченість, інтенсивність транспортного потоку і т.д.) [2].

Взаємозв'язок лінійної витрати палива  $Q_s$  з інтенсивністю і організацією транспортного потоку є значно складнішим з точки зору квантифікації і відтворення або оцінки відповідних “чистих” досліджень, суттєво пов'язаних з уже суб'єктивними факторами (досвідом водія і т.д.).

Зокрема в базових на сучасний момент дослідженнях, що формують діючу теорію технічної експлуатації військових автомобілів в Україні визначена наступна класифікаційна структура факторів що визначають експлуатаційну витрату палива [2].

Якщо ступінь впливу швидкості руху чи коефіцієнту використання вантажності військових автомобілів на показники паливної економічності достатньо однозначно розрахунково чи аналітично фіксуються, то графічна залежність взаємозв'язку лінійної витрати палива та коефіцієнту використання пробігу, рівно як і системи обліку і нормування витрати палива, чи якості ТО і поточного ремонту представляються доволі невизначено.

Загалом систематизована кількісна оцінка впливу і послідовне розміщення значимості експлуатаційних факторів на витрату палива практично відсутня [2].

У даних аналітичних дослідженнях можна виділити окремі оцінки взаємозв'язків, на базі яких і проведено аналіз значимості і виділення визначальних факторів.

Таблиця 2.2 - Структура і ступінь впливу експлуатаційних факторів на витрату палива [14]

№ з/п	Групи факторів	Питомий вплив, збільшення $Q_s$ %
1	2	3
1	Технічний стан транспортних засобів на прикладі ЗІЛ-131	
1.1	Знос двигуна	до 4-6

## Продовження таблиці 2.2

1	2	3
1.2	Підвищення опору випускної системи до 50%	2-3
1.3	Несправності карбюратора	5-7/10-15
1.4	Несправності системи запалювання	3-25
1.5	Октанове число і фракційний склад бензину	5-8
1.6	понижена робоча температура двигуна (до 40-45°C)	8-10
1.7	Регулювання підшипників і геометрії підвіски керованої осі	до 14
1.8	Відхилення від номінального тиску повітря в шинах на 13 – 15% на 40%	1,6-2 6,8-17
2	Умови експлуатації транспортних засобів	
2.1	Тип і стан дороги	10-100
2.2	Навантаження (від 0 до номінального 2,5т)	20-25
2.3	Частота зупинок на 1 км шляху (від 0 до 1)	15-25
2.4	Привід допоміжних агрегатів (самоскид)	до 2,2
2.5	Швидкість руху (від 20 до 70 км/год)	до 50
2.6	Досвід водія	до 25
2.7	Макропрофіль дороги (спуски, підйоми) з використанням накату	від -9% до +10%

Нелінійний характер впливу певних експлуатаційних факторів на фактичні витрати палива що підтверджується узагальненням результатів роботи рис. 2.1, 2.2, додатково ускладнює як дослідження і чітку квантифікацію впливу так і врахування основних визначальних факторів умов і режимів руху на нормування фактичної витрати палива.

Проведений аналіз і узагальнення відомих досліджень по нормуванню експлуатаційної паливної економічності військових автомобілів та аналіз розвитку методології нормування лінійних витрат дозволяє констатувати наступне:

- при плануванні експлуатаційних норм витрат палива військових автомобілів недопустимо враховувати і закладати в норми збільшення витрат, пов'язаних з порушеннями і відхиленнями від номінальних значень заводу–виробника параметрів технічного стану військових автомобілів;

- необхідно мінімізувати або виключити вплив суб'єктивних факторів, які складно представити однозначним чисельним параметром (досвід, вміння та майстерність водія, дорожня ситуація, організація ТО і поточного ремонту в ремонтному підрозділі частини і т.д.);

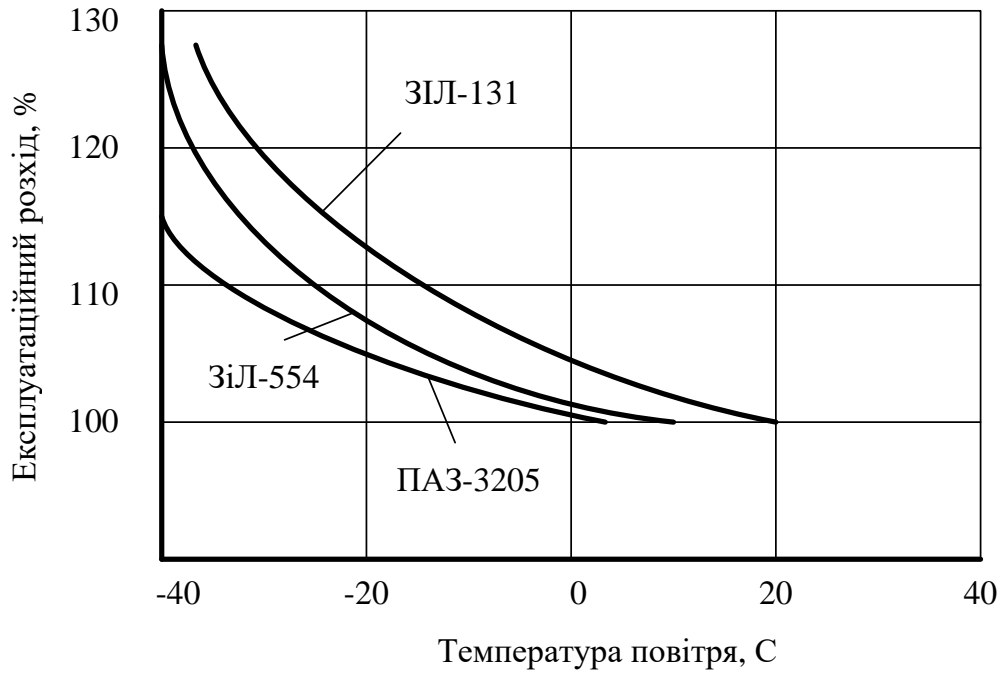
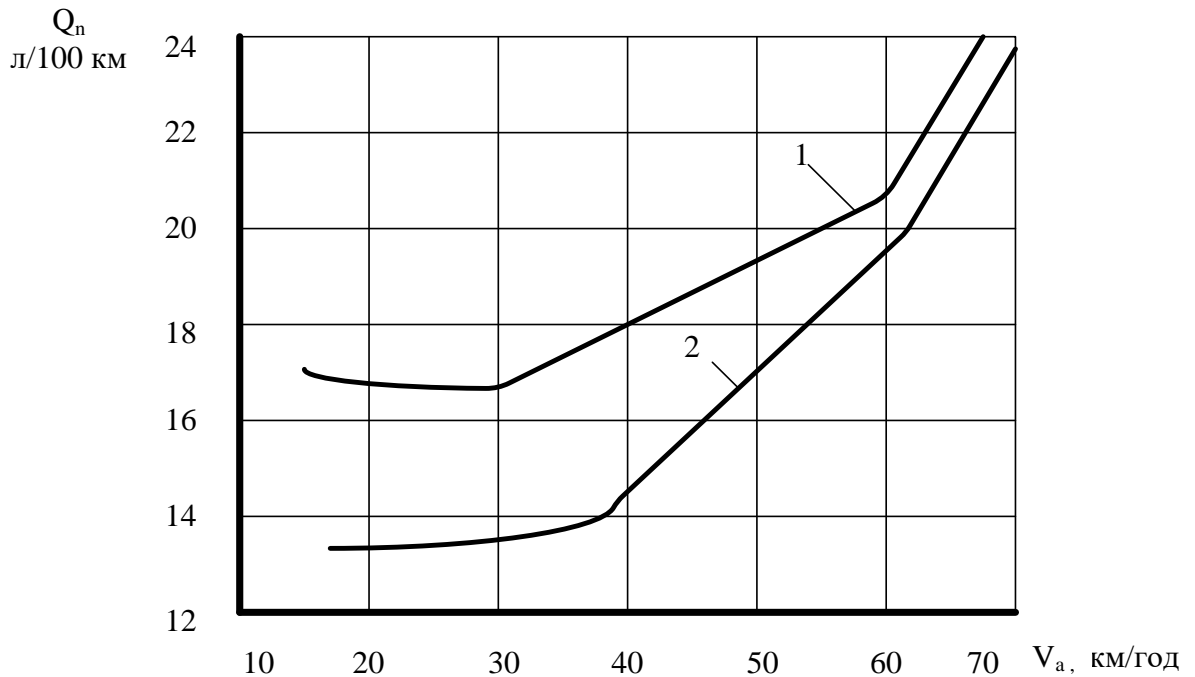


Рисунок 2.1 - Вплив температури повітря на паливну економічність автомобільних транспортних засобів при швидкості 50 км/год



1 - дійсна; 2 - теоретична

Рисунок 2.2 - Економічна характеристика автомобіля ЗІЛ-131 при русі на прямій передачі по дорозі з асфальтобетонним покриттям

- домінуючий вплив умов руху, насамперед чотирьох визначальних факторів, що обумовлюють відхилення від фактичних витрат палива військових автомобілів у 1,5–3 рази від визначених автовиробниками контрольних витрат палива, а саме швидкості руху; типу і стану дороги; завантаження військових автомобілів; температури довкілля.

В принципі теоретично можливий розрахунок норми витрати палива для конкретних умов руху військових автомобілів на базі відомих з теорії автомобіля залежностей, що пов'язують рівняння руху і режими роботи двигуна.

Враховуючи нелінійний характер характеристик двигунів та основних залежностей, що визначають затрати потужності на переборення опору руху військових автомобілів використання аналітичного рівняння розрахунку витрати палива, представлені проф. М. Говорущенком [8].

$$Q = \frac{1}{\eta_o} [AU_k + BU_k^2 V_a + C(G_a \Psi + 0,077kFV_a^2 \pm 0,1\beta G_a V_a)], \quad (2.4)$$

$$A = \frac{7,95aV_h U_o}{H_H \rho_T \Gamma_k}; \quad B = \frac{0,69bV_h S_i U_o}{H_H \rho_T \tilde{A}_k^2}; \quad C = \frac{100}{H_H \rho_T \eta_{TP}}, \quad (2.5)$$

де  $V_h$  - робочий об'єм двигуна;

$U_o, U_k$  - передатні числа відповідно головної передачі та виключеної передачі в трансмісії;

$g_e$  - питома витрата палива двигуном;

$V_a$  - швидкість руху військового автомобіля;

$G_a$  - вага військового автомобіля;

$\Psi$  - коефіцієнт дорожнього опору;

$k, F$  - коефіцієнт опору повітря і лобова площа військового автомобіля;

$\eta_{TP}$  - к.к.д. трансмісії.

$\rho_T$  - густина моторного палива;

$H_H$  - нижня теплота згоряння палива;

$\beta$  - коефіцієнт інерції обертових мас;

$\eta_i$  - індикаторний к.к.д. двигуна;

$S_n$  - хід поршня;

$A, B, C$  - емпіричні коефіцієнти для кожного типу двигуна.

В принципі для практичного використання даний варіант теоретичного розрахунку експлуатаційних (лінійних) витрат палива конкретного військового автомобіля занадто складний, і, враховуючи здебільшого емпіричний характер і певний діапазон коливань конкретних значень вищезазначених коефіцієнтів, не дасть достатньої точності результатів.

Цих недоліків позбавлені методи багатofакторного планування дослідження, що знаходять дедалі зростаюче застосування і в дослідженнях експлуатаційних властивостей військових автомобілів, в практиці параметричної оптимізації систем і агрегатів автомобільних конструкцій. Дана методологія дозволяє отримати і аналітичне рівняння кількісного взаємозв'язку вихідного параметра  $U (Q_s)$  з зміною вхідних, досліджуваних факторів  $x_1, x_2, x_3$  ( $\Psi, V_a, G_a$ ) у вигляді рівняння регресії - полінома:

- для лінійних взаємозв'язків (з урахуванням ефекту взаємодії факторів):

$$U = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3; \quad (2.6)$$

- для нелінійних процесів:

$$U = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2, \quad (2.7)$$

де  $b_0$  - так зване базове значення функції (вихідного параметра);

$b_1 \dots b_3$  - коефіцієнти регресії що кількісно характеризують лінійний взаємозв'язок вихідного параметра  $U$  і відповідних досліджуваних факторів  $x_1, x_2, x_3$ ;

$b_{12} \dots b_{23}$  - коефіцієнти, що характеризують вплив взаємодії суміщення досліджуваних факторів;

$b_{11} \dots b_{33}$  - коефіцієнти нелінійного взаємозв'язку досліджуваних факторів і вихідного параметра.



Важливим чинником у постановці задачі дослідження і її коректній реалізації є визначення діапазону зміни досліджуваних вхідних параметрів  $x_1 \dots x_3$  що з одного боку визначається умовами максимального відтворення реальних умов експлуатації, з іншого боку коректність—суміщення насамперед граничних значень факторів  $x_1 \dots x_3$ .

Зокрема діапазон допустимих швидкостей руху військових автомобілів на різних типах доріг обмежується як з умов фіксованої максимальної потужності двигуна (що, як правило, формується для забезпечення заданої максимальної швидкості  $V_{a \max}$  на асфальтованій дорозі, але недостатньо для руху з близькими швидкостями на ґрунтових, піщаних дорогах із значно більшим опором руху  $\Psi$ ), так і з умов допустимої швидкості їх руху за умови допустимої комфортності руху (рис. 2.3).

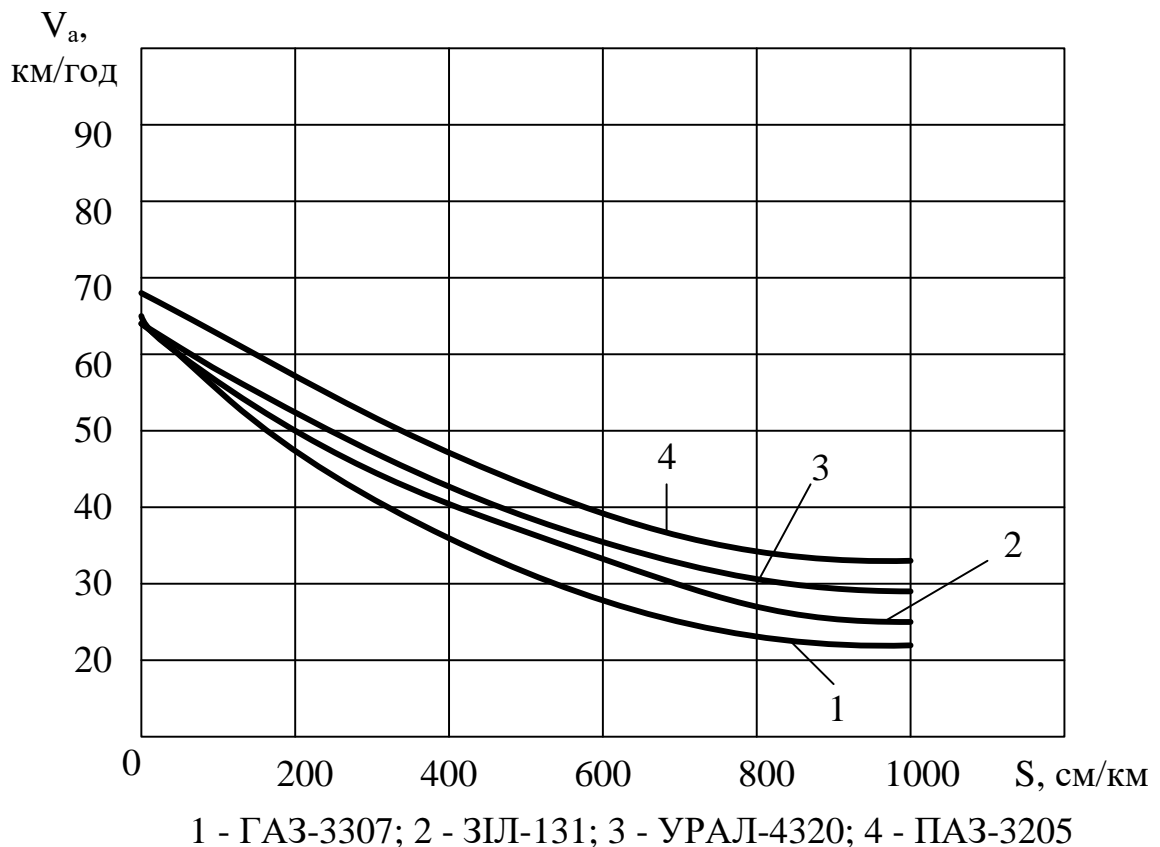


Рисунок 2.3 - Залежність допустимої швидкості руху автомобільних транспортних засобів від нерівностей дороги

Математична обробка результатів за певною процедурою дозволяє отримати і аналітичний опис кількісного взаємозв'язку  $Y(Q_s) = f(x_1 \dots x_i)$  згідно вищенаведених типу (2.6) і (2.7).

Для спрощення обробки результатів (реалізації матриці планування) використовуються так звані кодовані значення вхідних факторів  $x_1 \dots x_i$ , що зв'язані з натуральними значеннями ( $V_a, G_a, \Psi$ ) формулами переходу:

$$x_i = \frac{A_i - A_c}{\Delta A_i}, \quad (2.8)$$

де  $A$  – натуральне значення вхідного фактору  $x_i$ ;

$A_c = \frac{A_{\max} + A_{\min}}{2}$  – середньоарифметичне значення вхідного фактору  $x_i$ ;

$\Delta A_i = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{2}$  – інтервал зміни (варіювання) вхідного фактору  $x_i$ .

Таблиця 2.3 - Співвідношення дійсної середньої швидкості руху до максимального значення по військовій частині на різних типах доріг [20]

Типи доріг	Вантажні військові автомобілі	Легкові військові автомобілі
Асфальтобетон, I категорії	0,75 ÷ 0,83	0,60 ÷ 0,70
Гравій	0,75 ÷ 0,77	0,55 ÷ 0,60
Ґрунтова дорога в задовільному стані	0,60 ÷ 0,62	0,40 ÷ 0,43
Бруківка в середньому стані	0,38 ÷ 0,40	0,30 ÷ 0,40

Другою суттєвою перевагою отримуваних поліноміальних моделей типу (2.6, 2.7) при представленій методиці багатфакторного дослідження  $Q_s = f(V_a, G_a, \Psi)$  є можливість розрахунку вихідної величини  $Q_s$  для любых проміжних значень і комбінацій факторів – умов руху:  $V_a, G_a, \Psi$ .

Власне це дозволяє використовувати залежності (2.6, 2.7) в реальній практиці експлуатації з заданим через формули переходу (2.8) умов руху  $V_a, G_a, \Psi$  для оцінки  $Q_s$  в конкретному випадку.

Вибір діапазону варіювання вхідних факторів – умов руху для дослідження є вкрай важливим – з одного боку природне бажання охопити якомога ширший діапазон можливих умов експлуатації військових автомобілів, з іншого – чим ширший діапазон, тим, враховуючи нелінійні ефекти і ефекти взаємодії факторів, менша ймовірність отримання достатньо точної поліноміальної моделі, що описує досліджувані процеси.

Для класичних вантажних військових автомобілів в діапазоні  $V_a \leq 60$  км/год і шин з централізованої системою регулювання тиску повітря загальноприйнятні опосередковані значення  $\Psi$  з нехтуванням коливань зміни  $\Psi(V_a)$ , що стають суттєвими при  $V_a > 60$  км/год.

Практично однозначно квантифікуються рівні завантаження військового автомобіля - від визначеної технічними умовами спорядженої маси (нижній рівень) до відповідно максимального завантаження (повної допустимої маси військового автомобіля за даними заводу-виробника).

## 2.2 Методика визначення витрати палива військовими автомобілями в залежності від умов руху

На основі проведеного аналізу факторів та методики визначення впливу на техніко-економічні показники військових автомобілів зовнішніх та внутрішніх факторів було встановлено, що для підвищення ефективності використання військових автомобілів доцільно удосконалити методику визначення витрати палива військовими автомобілями в залежності від умов руху, призначення військового автомобіля, його завантаженості, яка повинна враховувати комплексний вплив напрацювання і терміну експлуатації військових автомобілів на витрату палива.

Передумовою розробки методики є обґрунтований вибір критерію оцінки лінійної витрати палива військовими автомобілями. На даний час норма витрати палива встановлюється нормативними документами та корегується в залежності від умов експлуатації та природно-кліматичними умовами. Як показали результати досліджень на витрату палива здійснює

значний вплив призначення військового автомобіля (вантажний, вантажо-пасажирський, спеціальний), рівень завантаження (повне завантаження, часткове завантаження, не завантажений), напрацювання і термін експлуатації військових автомобілів. Однак, ці фактори не враховуються при визначенні лінійної витрати палива військовими автомобілями.

Процес визначення лінійної витрати палива військовим автомобілем полягає у визначенні залежності витрати палива від умов його руху, таких як: сталості руху, сил сумарного опору, завантаження військових автомобілів, типу і стану дороги та від швидкості руху військових автомобілів на різних типах доріг, від терміну експлуатації та напрацювання військових автомобілів, від рівня його завантаженості.

Сутність методики визначення витрати палива військовими автомобілями військової частини в залежності від умов руху полягає у виконанні наступних кроків.

Військові автомобілі розподіляються на групи: за типом двигуна і терміном експлуатації; на основі зібраних статистичних даних по витраті палива військовими автомобілями розраховується параметри витрати палива, будуються його графічні залежності від умов експлуатації військових автомобілів та одержуються відповідні аналітичні залежності.

Для розрахунку параметра витрати палива військових автомобілів та побудови, на основі розрахованих значень його залежності від умов руху, необхідно мати дані: про протяжність маршу, загальний пробіг, кількість днів експлуатації військового автомобіля на рік, час перебування в наряді. Діапазон транспортної роботи і часу перебування військових автомобілів в експлуатації, протягом яких збираються дані по витраті палива, встановлюється залежно від мети дослідження. Після чого здійснюється розподіл умов руху по групам в залежності від виду транспортної роботи.

Формування таких експлуатаційних груп військових автомобілів повинно здійснюватися за наступними правилами математичної статистики: число інтервалів вибирається в залежності від числа спостережень, – від 8 до

10 при числі спостережень від 40 до 100; інтервали, як правило вибирають однакові.

На основі розрахованих значень параметрів умов руху військових автомобілів для кожної експлуатаційної групи будуються графічні залежності параметра витрати палива від напрацювання і терміну перебування автомобілів в експлуатації. Значення параметрів витрати палива проставляються на середині проміжків напрацювання кожної групи.

Шляхом апроксимації побудованих графічних залежностей одержуються математичні вирази залежностей параметра витрати палива військових автомобілів від напрацювання і терміну експлуатації. Аналітичні формули залежностей параметра витрати палива військових автомобілів від напрацювання і терміну їх експлуатації дадуть змогу розраховувати параметр витрати палива військових автомобілів даної марки в будь-який момент часу – задаючи напрацювання автомобіля з початку експлуатації (тис. км) та термін перебування в експлуатації (роки).

На основі дослідження особливостей будови та функціонування військових автомобілів встановлюється закон розподілу імовірності витрати палива. Отримані аналітичні вирази параметра витрати палива військових автомобілів лягають в основу математичної моделі визначення витрати палива військовими автомобілями в залежності від умов руху, після чого дослідним шляхом перевіряється адекватність розробленої моделі.

Для практичного застосування методики визначення витрати палива військовими автомобілями в залежності від умов руху необхідно розробити алгоритм, програмна реалізація якого дозволить зручно і оперативне визначати лінійну витрату палива військових автомобілів при різних умовах руху.

Коректне планування та проведення дослідження комплексного впливу напрацювання і терміну експлуатації військових автомобілів на зміну витрати палива, на основі статистичних даних про умови руху, дозволить одержати достовірну інформацію про зміну параметра витрати палива.

Розроблена методика визначення витрати палива військовими автомобілями в залежності від умов руху забезпечує зменшення витрат на закупівлю палива за рахунок коригування норм витрати палива, а відтак підвищує ефективність використання військових автомобілів.

Метою автомобільної служби військової частини, яка займається організацією перевезень, а також окремих водіїв є максимізація ефективності використання військових автомобілів. Значним ресурсом збільшення ефективності є зменшення обсягів витрат на експлуатаційні витрати.

Впровадження методики визначення витрати палива військовими частинами в залежності від умов руху, яка відрізняється від існуючих врахуванням комплексного впливу напрацювання і терміну експлуатації військових автомобілів при встановленні режимів руху, дозволить зменшити витрати на закупівлю палива.

Для визначення витрати палива військовою частиною в залежності від умов руху, згідно із розробленою методикою, необхідно розробити спосіб реалізації (або застосування) даної методики. З цією метою пропонується створити програмне забезпечення, яке дозволить зручно і оперативно розраховувати необхідну витрату палива військовими автомобілями. В основі будь-якої програми лежить алгоритм. Алгоритм забезпечує одержання вихідних результатів, шляхом виконання певних розрахунків та логічних умов, на основі вхідних даних, у визначеній послідовності.

Призначення алгоритму визначення витрати палива військовими автомобілями в залежності від умов руху із врахуванням терміну їх експлуатації є практичне застосування отриманих наукових результатів з дослідження впливу напрацювання і терміну експлуатації військових автомобілів на ефективність їх використання.

Для підтримування належного рівня витрати палива алгоритм визначення витрати палива автомобільної служби військової частини в залежності від умов руху повинен вирішувати наступні задачі:

- на основі введення вхідних даних визначити технічний стан військових автомобілів;

- визначити середньодобовий пробіг військового автомобіля;
- визначити середній час перебування військового автомобіля в наряді за добу;
- встановити обсяг транспортної роботи військовими автомобілями.

Пропонований алгоритм математичного розрахунку (рис. 2.4) базується насамперед на визначенні необхідної передачі в трансмісії військового автомобіля з умови попадання заданого значення швидкості  $V_a$  в зону частот обертання колінчастого валу двигуна, наближену до визначальних точок  $Me_{\max}(n_e) - g_{e\min}(n_e)$ .

Попередня фіксація необхідної передачі  $n_i$  вводиться в базу даних циклу послідовного розрахунку необхідної потужності для переборення опору руху, послідовно по  $f_0, f_H, f_M$  та  $f_6$ .

Відповідно приведено до колінчастого валу двигуна необхідне значення крутного моменту  $Me(n_e)$ , враховуючи кінематичну можливість руху з заданою швидкістю  $V_a$  на декількох суміжних передачах трансмісії, перевіряється з умов максимального наближення до найбільш сприятливої з умов тяги  $Me$  і паливної економічності  $g_e/G_T$  зони роботи двигуна і, при необхідності, коректується (замінюється) вибрана передача.

Отримана точка  $Me(n_e)$  найбільш прийняттого режиму роботи двигуна є основою для подальшого розрахунку відповідної витрати палива  $g_e(n_e)/G_T(n_e)$  шляхом двомірного інтерполювання характеристик двигуна у відповідній точці на базі заданого двомірного масиву фіксованих цифрових значень зовнішньої та часткових характеристик двигуна  $Me(n_e, h)$  та  $g_e(n_e, h)$  або  $G_T(n_e, h)$ , де  $h$  – фіксовані значення положення педалі паливоподачі. Як свідчать результати практичних досліджень, для автомобілів на дорогах з твердим покриттям при градації характеристики двигуна по осях  $n_e$  і  $h$  на 5-8 рівнів достатнім є лінійне інтерполювання точки роботи двигуна

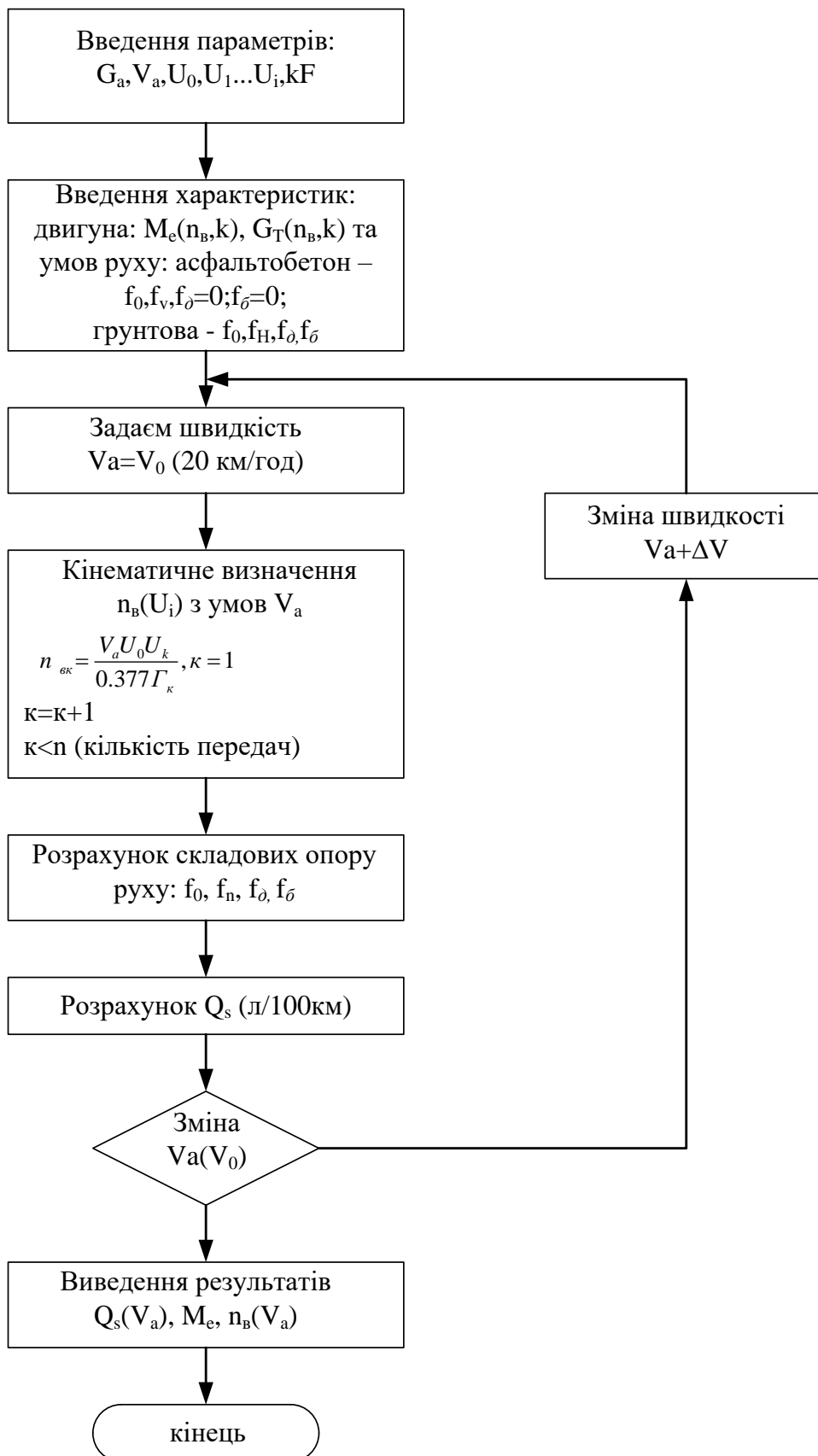


Рисунок 2.4 - Блок-схема алгоритму розрахунку характеристик  
усталеного руху на різних типах доріг



$$M_e = M_{i,j} + \frac{M_{i+1}(n_e - n_i)}{n_{i+1} - n_i} + \frac{M_{i,j+1} - M_{i,j}}{n_{j+1} - n_j} (h - h_j) + \frac{(M_{i+1,j+1} - M_{i,j+1} + M_{i,j} - M_{i+1,j})(n_e - n_i)}{(n_{j+1} - n_j)(n_{i+1} - n_i)} (h - h_j), \quad (2.9)$$

де  $j$  – індекс табульованого масиву  $M_e$ ,  $g_e$  по вертикалі (відповідно фіксованим паливо подачам – положенням педалі  $h$ );

$i$  – індекс табульованого масиву  $M_e$ ,  $g_e$  по горизонталі (для різних фіксованих значень обертів двигуна  $n_e$ ).

Дана програма дозволяє враховувати:

- зміну опору деформації ґрунту  $f_\delta$  для передньої і задніх осей;
- лінійний вплив швидкості руху  $V_a$  на збільшення опору коченню шин внаслідок деформації шин при  $V_a > 40 - 60$  км/год;
- аеродинамічну складову опору руху  $f_w$  за загальноприйнятими залежностями;
- вплив повздовжнього профілю дороги  $\pm \sin \alpha$ ;
- додатковий опір руху  $f_e$  при русі на криволінійних в плані дороги з ефектом бічного відведення шин.

Розрахунок необхідної потужності для заданого умовами опору руху військового автомобіля передбачає також:

- врахування ширини шин при формуванні складової по  $f_\delta$ ;
- лінійні зміни радіуса кочення  $r_k$  коліс в залежності від тиску повітря в шинах (в межах до 10%) та підведеного крутного моменту (в межах до 3–4%).

Граничними умовами фіксації режиму роботи двигуна у важких умовах руху є звичайно збереження точки  $Me(n_e)$  в межах заданої зовнішньої швидкісної характеристики.

Опрацьований алгоритм математичного моделювання дозволяє побудувати універсальну паливно-економічну характеристику військового

автомобіля практично для всіх умов руху (в тому числі з відповідними спрощеннями і для доріг I та II категорій з твердим покриттям) та на етапі проектування здійснити відповідну корекцію передатних чисел трансмісії військового автомобіля, значно зменшити обсяги і затрати на розрахункові дослідження, більш об'єктивно підійти до формування лінійних норм витрат палива  $Q_s$  в різних умовах експлуатації.

Реалізація алгоритму процесу витрати палива військовими автомобілями в залежності від умов руху у вигляді програмного пакету розрахунку витрати палива дозволить зручно, просто і оперативно застосовувати удосконалену методику при зменшенні лінійних витрат пального в автомобільній службі військової частини на реальних підприємствах та в організаціях.

#### Висновки по другому розділу

В даному розділі, проведено огляд та аналіз існуючих методик досліджень паливної економічності вантажних військових автомобілів дозволив виділити 3 характерні групи:

- дослідження взаємозв'язку зміни підбору конструктивних параметрів та технічних характеристик вантажних військових автомобілів з паливною економічністю;

- дослідження впливу умов руху вантажних військових автомобілів на його паливну економічність;

- оцінка впливу технічного стану вантажних військових автомобілів, включаючи регулювання і несправності, на збільшення лінійної витрати палива.

Удосконалена методика визначення витрати палива військовими автомобілями в залежності від умов руху.

## РОЗДІЛ 3.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТИ ПАЛИВА  
ВАНТАЖНИМИ ВІЙСЬКОВИМИ АВТОМОБІЛЯМИ ПІД ЧАС  
ВИКОНАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ РОБОТИ3.1 Математична модель визначення витрати палива військовими  
автомобілями в залежності від умов руху

Теоретичне дослідження за допомогою математичної моделі є найбільш ефективним і швидким засобом дослідження характеристик і параметрів в різних умовах руху військових автомобілів з різними змінами конструктивних параметрів.

Забезпечення достатньої точності і реальних процесів руху військових автомобілів є головною проблемою, яка обумовлює необхідність розрахункових досліджень по оцінці точності математичної моделі і результатів розрахунків.

В більшості випадків при русі військових автомобілів з постійною швидкістю двигун автомобіля працює на режимах часткових навантажень, а загальноприйняте в теорії автомобіля використання зовнішньої швидкісної характеристики двигуна для досліджень є недоцільним, так як не забезпечить відтворення реальних процесів і необхідної точності.

У складності аналітичного опису кривих полягає залежність тягових  $M_e(n_e)$  та паливо питомої  $g_e(n_e)$  чи годинної  $G_t(n_e)$  характеристик конкретного двигуна, особливо на часткових режимах, обумовлюють очевидну доцільність завдання характеристики двигуна для ряду фіксованих значень педалі газу  $h$  у вигляді цифрового двомірного масиву табульованих даних  $M_e(h, n_e)$  і  $G_t(h, n_e)$ , або  $g_e(h, n_e)$  з розробкою окремої програми фіксації конкретної точки роботи двигуна шляхом розрахунку з умов потужного балансу руху військових автомобілів в конкретних умовах необхідного

значення  $M_e(n_e)$  та двомірного інтерполювання масиву фіксованих табульованих значень  $M_e(n_e)$ ,  $g_e(n_e)$  визначеного поточного значення  $M_e(n_e)$ .

Моделювання структури руху військового автомобіля на комп'ютері є достатньо точною фіксацією – розрахунок необхідних затрат потужності (відповідно тягового моменту при визначеній найбільш доцільній передачі  $U_i$  в трансмісії для заданої швидкості руху  $V_a$ ) в різних умовах руху військового автомобіля в тому числі і на дорогах з деформованими поверхнями – на пересічній місцевості.

Суттєве збільшення опору руху військового автомобіля на деформованих поверхнях доріг і відповідно визначальну значимість затрат потужності і формування витрат палива, власне розрахунок опору руху і став основою відповідної математичної моделі.

Отже на деформованих поверхнях доріг слід враховувати різницю в опорі руху  $f_\delta$  осей, обумовлену різною деформацією ґрунту шинами передньої і задньої осей військового автомобіля з-за ефекту ущільненням ґрунту після проїзду передньої осі.

В ряді досліджень показано, що вплив швидкості руху  $V_a$  в діапазоні 0-60 км/год на збільшення опору руху, характерному власне для цих типів доріг, є практично неістотним і ним можна знехтувати. Однак зі швидкістю руху пов'язана практично лінійна залежність росту додаткових втрат від коливань підвіски через профіль дороги  $f_n$ .

Враховуючи завдання дослідження впливу типу і стану дороги на лінійну витрату палива  $Q_s$ , необхідно сформулювати вираз, що є діючим для всіх типів доріг з відповідними спрощеними або додатковими складовими силами опору руху в залежності від типу дороги.

Для всіх типів доріг спільним є те, що додаткові затрати потужності двигуна, обумовлені нерівностями профілю дороги і відповідними втратами (тертя в підвісці і шинах).

Додатковий опір в руху, що обумовлений нерівностями дороги, як правило враховують шляхом відповідного збільшення коефіцієнту опору кочення.

На початку 60-х рр. розповсюдження набула емпірична формула, на основі статистичної обробки результатів дорожніх розрахункових досліджень:

$$f = 0,01 + \lambda_n * S_n * V_a^2 * 10^{-8}, \quad (3.1)$$

де  $\lambda_n$  - коефіцієнт, що залежить від конструкції підвіски автомобіля;

для легкових автомобілів  $\lambda_n = 4.0$ ;

для вантажних автомобілів  $\lambda_n = 5.5$ ;

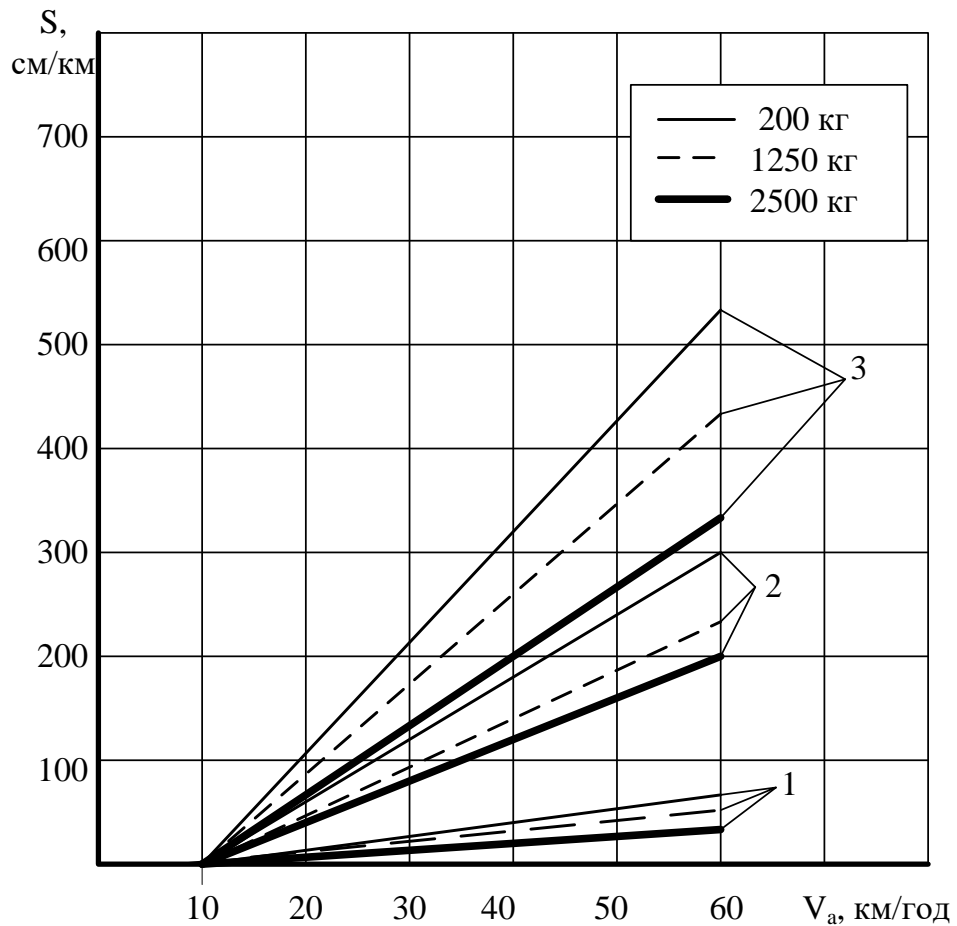
$V_a$  - швидкість руху автомобіля (км год);

$S_n$  - показник рівності поверхні дороги, значення якого були сформовані для різних типів доріг згідно табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Показники рівності доріг [12]

Тип поверхні	Стан поверхні		
	відмінний	середній	незадовільний
Асфальт/бетон	50 - 75	150	300
Гравій/щебінь	200	350 - 400	800 - 900
Бруківка	300	500	1000

Отримувані таким чином результати коригування коефіцієнту опору руху занадто узагальнені, незалежно від конкретних особливостей певних моделей транспортних засобів, типу підвіски, числа осей, шин і т.д. Очевидно, що складова  $f_n$  не може бути однаковою для вантажного автомобіля повною масою 3,5 т. з класичною схемою приводу і повнопривідної тривісної моделі повною масою 12–14 т.



1 і 2 – асфальтобетон; 3 – гравій

Рисунок 3.1 - Зміна сумарної величини амплітуди відносних переміщень кузова і коліс автомобіля в залежності від швидкості руху і навантаження на дорогах з різним типом і станом покриття

Визначення цього параметру  $S_h$  суттєво простіше у порівнянні з варіантом прямого виміру зміни профілю дороги  $q$  і відповідних амплітуд переміщень не підресорених та підресорених мас. Кількісна оцінка ступеня рівності доріг базується на визначенні суми амплітуд відносно переміщення  $S_h$  системи "кузов-шина" (в см) на 1 км дороги.

Очевидна зміна сумарної величини відносних переміщень кузова і коліс військового автомобіля  $S_H$  (см/км) в залежності від швидкості руху транспортного засобу  $V_a$  і завантаження транспортного засобу  $G_a$ , що графічно представлена на рис.3.1.

Дослідження, стосовно вантажних автомобілів ЗІЛ-131, підтвердили суттєвий вплив показника нерівності дороги  $S_h$  на лінійну витрату палива (в межах росту витрати від 16,4 до 22,7 л/100 км ) (рис.3.2).

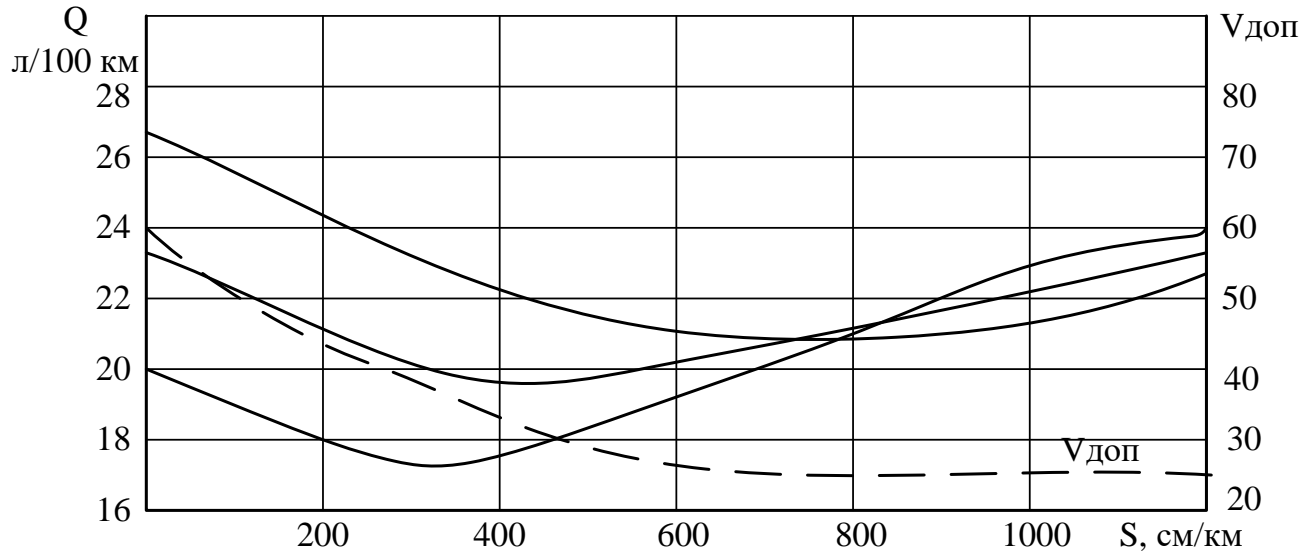


Рисунок 3.2 - Зміна витрати палива автомобіля ЗІЛ-131 в залежності від показника рівності поверхні дороги  $S_h$  з врахуванням зміни допустимої швидкості руху  $V_{доп}$

Деякі розрахункові дослідження оцінки впливу нерівності поверхні дороги на паливну економічність підтверджують необхідність врахування впливу нерівності поверхні дороги  $S_h$  (в функції швидкості руху  $V_a$  і ваги військового автомобіля  $G_a$ ) на витрату палива  $Q_s$ , а відповідно і при розрахунку сумарної сили опору руху.

Для переборення горизонтальних сил при переїзді через нерівності  $N_r$  і втрат енергії в амортизаторах, ресорах і шинах, потрібна сумарна потужність  $N_H$ , що визначається за формулою:

$$N_H = (N_r + N_a + N_{ш} + N_p) = \left( \frac{4,06h_1 m S_0^2 V_a^2}{10^4 L^2} + \frac{2,02c S_0^2 V_a^2}{10^4 L^2} + \frac{2,02c_1 S_{ош}^2 V_a^2}{10^4 L^2} + \frac{1,48R_p S_0 V_a}{10^4 L} \right), \quad (3.2)$$

де  $\sigma$  - частота збурень нерівностей мікропофілю дороги;

$m$  - непідресорені маси;

$c$  - коефіцієнт опору амортизаторів,  $\text{кг} \times \text{см}^{-1} \times \text{с}$ ;

$L$  - довжина нерівностей поверхні дороги, см;  
 $c_1$  - коефіцієнт внутрішнього опору шини (при деформації шини приїзді на нерівній поверхні);  
 $R_p$  - сила опору деформації ресор;  
 $S_{i\phi}$  - відносне переміщення шини в контакт з дорогою;  
 $S_0$  - амплітуда відносних переміщень кузова військового автомобіля і коліс при русі по нерівностях

$$\delta = \frac{2\pi V_a}{3,6L}. \quad (3.3)$$

При русі на дорогах без твердого покриття (грунтових, піщаних, відкритій місцевості), як вже зазначено вище, суттєвий опір руху формують і деформація ґрунту та втрати від часткового пробуксовування ведучих коліс (особливо на мокрих та піщаних дорогах).

З механіки ґрунтів загальноприйнятою є емпірична залежність:

$$f_g = \frac{3}{(\mu + 1)(3 - \mu)} \sqrt{\frac{h}{D_k}}. \quad (3.4)$$

і відповідно додаткова сила опору руху:

$$P_{fd} = c_{\bar{a}} b_k \frac{h^{\mu+1}}{\mu + 1}, \quad (3.5)$$

де  $h$  - глибина створюваної колії;  
 $b_k, D_k$  - ширина і діаметр колеса (шини);  
 $\mu, c_{\bar{a}}$  - емпіричні коефіцієнти, що залежать від складу і стану пластичності ґрунту (відповідно  $\mu$  - відносна вологість ґрунту,  $\tilde{n}_{\bar{a}}$  - коефіцієнт опору ґрунту).

Таким чином коефіцієнт додаткового опору кочення шин при русі по дорогах з асфальтобетонною поверхнею формується наступним чином

$$\begin{aligned}
 f_n &= \left[ (2,2 \times 10^{-7} c + 1,1 \times 10^{-7} c + 2,26 \times 10^{-7} c_1) \frac{S^2 V_a}{G_a} + 0,56 \times 10^{-4} \frac{R_p \times S}{G_a} \right] = \\
 &= \left( \Psi_1 \frac{S^2 V_a}{G_a} + \Psi_2 \frac{S}{G_a} \right) \quad (3.6)
 \end{aligned}$$



де  $\Psi_1 = 3,3 \times 10^{-7} c + 2,26 \times 10^{-7} c_1$ ;  $\Psi_2 = 0,56 \times 10^{-4} R_p$ .

Для спрощення процедури приблизну оцінку  $f_g$  в залежності від домінуючого фактору  $c_{\bar{a}}$ . Великий діапазон розсіювання  $c_{\bar{a}}$  і  $\mu$  (табл. 3.5), що обумовлено особливостями конкретних ґрунтів вкрай ускладнює розрахунок  $f_g$  в аналітичних дослідженнях.

$$f_g = \frac{0,15}{c_2} + 0,05. \quad (3.7)$$

При цьому слід враховувати еластичність шини шляхом коректування визначеного згідно (3.4), (3.6)  $f'_g$ :

$$f_g = (0,75 \div 0,85) f'_g, \quad (3.8)$$

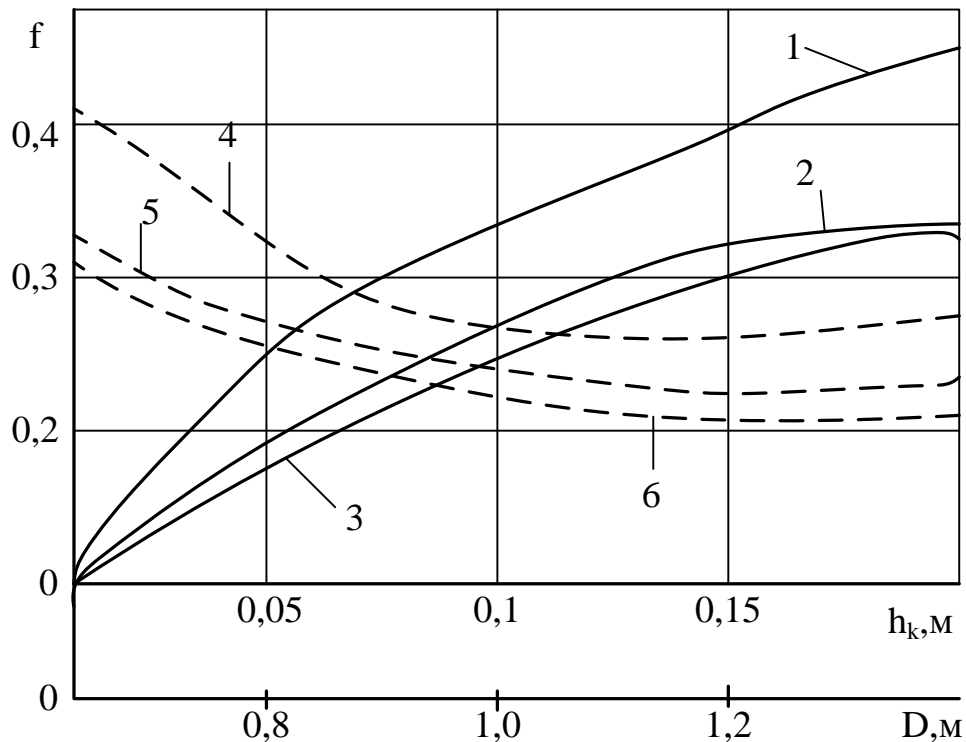
де діапазон коригування  $0,75 \div 0,85$  залежить і від внутрішнього тиску повітря в шині – зменшення тиску дозволяє зменшити глибину колії  $h$ , але при цьому дещо зростає ширина колії та внутрішні втрати в шині (практично певним поверхням повинно відповідати з умов мінімізації втрат і певний тиск повітря).

В табл. 3.2 подано орієнтовні значення  $c_2$  для різних типів поверхні дороги [24].

Таблиця 3.2 - Середні значення  $c_2$  для різних типів доріг

Тип ґрунту	Відносна вологість ґрунту, $\mu$		
	0,5 (сухий)	0,5 – 1,0 (пластичний)	1,0 (текучий)
Піщаний	1,5 – 5,0	-	-
Супіщаний	10 – 15	2 – 6	0,5 – 1
Суглинистий	10 – 20	1 – 5	0,5 – 1
Гравійна суміш	15 – 25	5 – 10	-

Значимість впливу деформації ґрунту на опір коченню колеса – підтверджують і дослідження проф. М.Я.Говоруценка, рис. 3.3.



1 - відповідає  $\mu=0$ ;  $\mu=2$ ; 2 - відповідає  $\mu=0,5$ ;  $\mu=1,5$ ; 3 - відповідає  $\mu=1,0$ ; 4 - відповідає  $\mu=0$ ;  $\mu=2$ ; 5 - відповідає  $\mu=0,5$ ;  $\mu=1,5$ ; 6 - відповідає  $\mu=1,0$

Рисунок 3.3 - Вплив глибини колії  $h_e$ , діаметра колеса  $D$  на коефіцієнт опору кочення  $f$  колеса (суцільні лінії – залежність від глибини колії при фіксованому діаметрі колеса 860 мм; пунктирні лінії – в залежності від діаметра колеса при глибині колії 0,1 м.)

Слід зазначити також вплив вертикального навантаження на колесо і логічне формування різного опору руху для шин передньої осі (як правило з меншим осьовим навантаженням) і для задньої чи задніх наступних осей.

Додаткові затрати потужності на пробуксовування коліс на деформованих поверхнях тісно пов'язані з механікою ґрунтів і відповідно з відповідними втратами на деформацію ґрунту. Доцільно виділяти цю складову опору руху, як суттєву при русі на м'яких ґрунтах при збільшенні коефіцієнту буксування  $S_s \geq 0,03 \div 0,05$ , де:

$$S_s = (V_T - V_a) / V_T, \quad (3.9)$$

де  $V_T$  - теоретична швидкість колеса,  $V_T = \omega_k r_k$ ;

$\omega_k$ ,  $r_k$  - кутова швидкість і радіус кочення колеса.

Проблемність аналітичного розрахунку додаткової сили опору руху військового автомобіля від втрат через пробуксовування ведучих коліс полягає також в тому, що величина пробуксовування  $S_\delta$  залежить не тільки від ґрунту, але і від підведеного крутного моменту, що диктується суб'єктивним фактором досвіду водія. Крім цього визначальний вплив має і співвідношення між коефіцієнтом зчеплення шини  $\varphi_r$  у поздовжньому напрямі та максимальним значенням коефіцієнта зчеплення  $\varphi_{\max}$  (з врахуванням зчеплення шин у поперечному напрямі).

Зміну сили опору кочення при пробуксовуванні  $S_\delta > 0,05$  можна визначити так:

$$P_f(S_\delta) = P_{fo} \left( 1 + n_f S_\delta^{m_f} \right), \quad (3.10)$$

де  $n_f$ ,  $m_f$  - емпіричні коефіцієнти, що залежать від рисунка протектора шини та властивостей опорної поверхні ( $n_f \approx 1 \div 2$ ,  $m_f \approx 1 \div 2$ ).

Згідно з розрахунковими даними в межах характерного типового для експлуатації буксування:

$$S_\delta = m_{\varphi 1} \frac{P_\varphi}{P_{\varphi \max}} + m_{\varphi 2} \left( \frac{P_\varphi}{P_{\varphi \max}} \right)^2 = m_{\varphi 1} k_\varphi \frac{\varphi_r}{\varphi} + m_{\varphi 2} \left( k_\varphi \frac{\varphi_r}{\varphi} \right)^2, \quad (3.11)$$

де  $m_{\varphi 1}$ ,  $m_{\varphi 2}$  - емпіричні коефіцієнти,  $m_{\varphi 1} \approx 0,25$ ;  $m_{\varphi 2} \approx 0,125$ .

Таким чином, узагальнюючи дослідження по впливу втрат на коливання підвіски  $f_n$ , деформацію ґрунту  $f_g$  та часткового пробуксовування шин  $f_\delta$  можна сформулювати наступну узагальнюючу залежність:

$$f = f_0 + f_k + f_g + f_a = f_0 + \Psi_1 \frac{S_H^2 * V_a}{G_A} + \Psi_2 \frac{S_H}{G_a} + \frac{3}{(\mu + 1) * (3 - \mu)} \sqrt{\frac{h}{D_k}} + 3 * [0.25 K_\varphi * \frac{\varphi_i}{\varphi} + 0.125 (K\varphi * \frac{\varphi_i}{\varphi})^2] \quad (3.12)$$

де  $f_0$  - так зване базове значення коефіцієнту опору кочення в початковому діапазоні швидкості, що характерне для конкретного типу дороги;

$\Psi_1, \Psi_2$  - коефіцієнти впливу конструктивних і технічних характеристик підвіски.

$K, K_I$  - жорсткість, відповідно, ресор і шин;

$c, c_I$  - опір в амортизаторах і шинах;

$A$  - коефіцієнт лінійного зв'язку  $\varphi_i$  з  $S_\delta$ ;

$\mu$  - емпіричний коефіцієнт, що характеризує відносну вологість ґрунту (0 – 1,0);

$\varphi$  - коефіцієнт зчеплення шин з дорогою (максимальне значення без пробуксовування);

$\varphi_{II}$  - фактичний коефіцієнт повздовжнього зчеплення;

$K_\varphi$  - коефіцієнт зчіпної маси військового автомобіля, для повнопривідних машин (без причепа)  $K_\varphi=1$ .

З механічного процесу буксування очевидно правильне визначення додаткових затрат потужності опору руху з умов зміни значень коефіцієнту зчеплення в процесі -  $\varphi_{II}$ , що нелінійно взаємозв'язаний з величиною буксування (коефіцієнта буксування  $S_\delta$ ).

Однак емпіричне визначення значень  $\varphi / \varphi_{II}(S_\delta)$  є достатньо складною процедурою, що вкрай ускладнює і формування бази даних для відповідного комп'ютерного моделювання.

В табл. 3.3 наведено типові опосередковані значення умов руху і складових опору руху [17].

Таблиця 3.3 - Формування складових опору руху на різних типах доріг

Типи доріг	$f_0$	$f_H$	$f_\delta$	$f_\delta$
	Базовий опір	Рівність, S	Відносна вологість, $\mu$	Опір деформованого ґрунту, $C_r$
Тверді поверхні				
Типовий асфальтобетон	0,015	50-100	0-0,2	-
Бруківка	0,015	200-500	0	-
Деформовані поверхні сухі				
Ґрунтова профільна суглинок	0,035	250-500	0,5	10-20
Супісок	0,055	400-600	0,5	10-15
Вологі/мокрі				
Суглинок	0,055	500-800	0,75	2-6
Супісок	0,070	550-900	0,75	1-5
Бездоріжжя				
Ґрунт	0,1-0,2	600-1000	1,0	0,5-1

Тому для практичного використання є розрахунок складової  $f_\delta$  через відповідну додаткову затрату потужності двигуна на пробуксовування:

$$N_a = P_k (V_T - V_a) / B, \quad (3.13)$$

де  $B$  – розмірний коефіцієнт.

При цьому розрахунково легко фіксується різниця колової швидкості ведучого колеса  $V_T$  і фактичної швидкості поступального руху автомобіля  $V_a$ .

Однак, комп'ютерний розрахунок додаткових затрат потужності двигуна  $N_\delta$ , спричинених буксуванням, обумовлює певне значення коефіцієнта буксування, або певне питоме перевищення крутного моменту, який необхідного для подолання решти складових опору руху  $f_0, f_H, f_\delta$ , що відповідно і сформує величину пробуксовування та різницю  $V_T / V_a$ .

Залежність зміни коефіцієнта зчеплення при пробуксовуванні  $\phi_H$  від величини коефіцієнта буксування  $S_\delta$  з достатньою для практики точністю

можна показати лінійною або параболічною залежністю (після і до зони  $S_{\delta 0}$ , рис. 3.4).

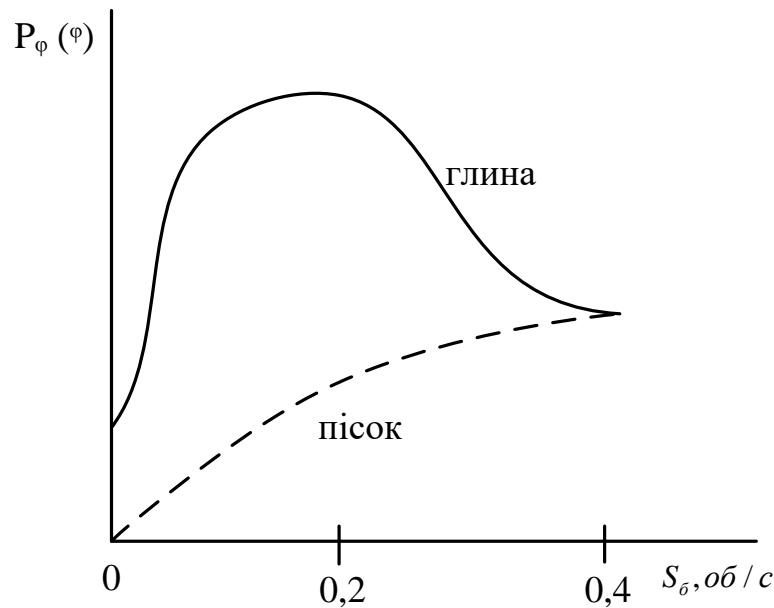


Рисунок 3.4 - Залежність коефіцієнту зчеплення шини  $P_{\varphi}(\varphi)$  від коефіцієнту буксування  $S_{\delta}$

Метою математичного розрахунку руху військових автомобілів є оцінка лінійних витрат палива  $Q_s$  (л/100км) на вищезгаданих типах доріг, основою якого є визначення відповідного режиму роботи двигуна та відповідно, швидкісного режиму, що задається як швидкістю руху, так і відповідною передачею трансмісії з умовами створення необхідного тягового зусилля, що формує навантаження двигуна – необхідне значення крутного моменту  $Me(n_e)$  та відповідні значення питомої  $\rho_e(n_e)$  чи годинної витрати  $G_T(n_e)$  палива.

З механічного процесу буксування очевидно методологічно правильне визначення додаткових затрат потужності опору руху з умов зміни значень коефіцієнту зчеплення в процесі -  $\varphi_{II}$ , що однак нелінійно взаємозв'язаний з величиною буксування (коефіцієнта буксування  $S_{\delta}$ ). Однак емпіричне визначення значень  $\varphi/\varphi_{II}(S_{\delta})$  є достатньо складною процедурою, що вкрай

ускладнює і формування бази даних для відповідного математичного моделювання.

### 3.2 Розрахункове дослідження впливу умов руху військового автомобіля на зміну потужності двигуна

Військові автомобілі використовуються як в міських умовах так і за їхніми межами, характерною є експлуатація, як на асфальтобетонних дорогах, так і на ґрунтових та гравійних з різною питомою часткою пробігу в тих чи інших умовах.

Рух військового автомобіля ґрунтовою дорогою вимагає значної сили тяги, оскільки під час руху ґрунт піддається деформації і опір коченню зростає. Під час такого руху колеса військового автомобіля ущільнюють ґрунт, частина якого розповзається по краях колії, а частина пересувається безпосередньо перед колесами, що призводить до збільшення тертя між шинами коліс і краями колії, а значить, до збільшення опору кочення.

Під час руху по дорогах з твердим покриттям шини, які взаємодіють з дорогою, прогинаються, внаслідок чого всередині них виникає тертя, що перешкоджає руху військового автомобіля і переборюється за рахунок частини сили тяги.

Сила опору повітря головним чином залежить від густини повітря, швидкості переміщення повітряних мас (вітру), швидкості руху військового автомобіля, його обтічності та площі поперечного перетину. Слід пам'ятати, що сила опору повітря може різко збільшитись за рахунок вантажу, яким завантажений автомобіль, а також зі збільшенням його швидкості руху.

До суттєвого збільшення сили опору повітря призводить також буксирування причепа внаслідок завихрення повітряних потоків між військовим автомобілем і причепом, а також збільшення зовнішньої поверхні тертя. Кожен з причепів збільшує опір повітря на чверть порівняно з поодиноким військовим автомобілем.

Враховуючи необхідність володіння достатньо об'ємною технічною базою даних, включно характеристики двигунів на режимах часткових навантажень і послідуєчих розрахункових досліджень в дорожніх умовах.

В ролі об'єктів досліджень було обрано вантажні автомобілі: ЗІЛ-131 та УРАЛ-4320, та була проведена їхня порівняльна технічна характеристика, табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Технічна характеристика військових вантажних автомобілів

	ЗІЛ-131	УРАЛ-4320
Маса автомобіля		
Вантажопідйомність по ґрунту, т	3,5	5
Вага автомобіля без вантажу, т	6,7	8,57
Вага причепу, т	4	7
Двигун		
Об'єм двигуна, л	6,0	10,85
Потужність, кВт	110	155
Вид палива	Бензин	Дизель
Затрати палива на 100 км, л	51	45
Експлуатаційні показники		
Максимальна швидкість, км/год	80	85

Як бачимо з табл. 3.4, технічна характеристика даних військових автомобілів відрізняється. Вантажний автомобіль УРАЛ-4320 має більшу потужність і більші габаритні розміри, що дає йому змогу перевозити більшу кількість вантажу, ці переваги істотно впливають на його експлуатаційні показники.

Беручи до уваги, що дані військові автомобілі призначені для експлуатації в умовах бездоріжжя, на розбитих мокрих піщаних і ґрунтових дорогах, на дорогах з твердою поверхнею для спрощення використовуємо опосередковані значення коефіцієнту сумарного опору руху  $\Psi$ .



В загальному випадку діапазон зміни опору дороги  $\psi$  буде знаходитись в межах від 0,016 – для типового асфальтобетонного покриття, до 0,04 – для ґрунтової профільованої дороги.

Враховуючи вагому частку руху в міських умовах та на ґрунтових дорогах нижній діапазон швидкості усталеного руху військового вантажного автомобіля визначаємо  $V_a$  – 30 км/год, верхній – 60 км/год. Зміна ваги автомобілів задавалась згідно технічного управління по даних моделях – від спорядженої (-) до повної (+), з максимально допустимим завантаженням.

Таблиця 3.5 - Рівні варіювання досліджуваних факторів для вантажного автомобіля ЗІЛ-131

Кодоване значення	$G_a$ , кг	$V_a$ , км/год	$\psi$
+	10200	60	0,04
-	6700	30	0,016

В табл. 3.5 наведено діапазони зміни вхідних факторів та їх кодовані значення, визначені за формулою (3.14) для кожної з цих моделей:

$$X_i = \frac{A_i - A_c}{\Delta A_i}, \quad (3.14)$$

де  $A$  – дійсне значення вхідного фактору  $X_i$ ;

$A_c = \frac{A_{\max} + A_{\min}}{2}$  – середнє арифметичне значення вхідного параметра  $X_i$ ;

$\Delta A_c = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{2}$  – інтервал зміни вхідного параметра  $X_i$ .

Необхідні умови комбінації факторів  $\psi$ ,  $G_a$ ,  $V_a$  для кількісної оцінки рівня зв'язку умов руху і витрати палива транспортним засобом визначені матрицею планування, що подана в табл. 3.6. Перехід між натуральними та кодованими значеннями досліджуваних факторів впливу на лінійну витрату палива  $Q_s$  здійснюється згідно виразів:

$$X_1 = \frac{Va - 45}{15}; X_2 = \frac{Ga - 5525}{2325}; X_3 = \frac{\psi - 0,028}{0,012}. \quad (3.15)$$

Таблиця 3.6 - Матриця планування  $2^3$  і результати її реалізації при застосуванні до вантажного автомобіля ЗІЛ-131

№ п/п	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_1X_2$	$X_1X_3$	$X_2X_3$	$Q_{mod}$
1	-	-	-	+	+	+	33,1
2	+	-	-	-	-	+	37,6
3	-	+	-	-	+	-	36,7
4	+	+	-	+	-	-	44,5
5	-	-	+	+	-	-	37,0
6	+	-	+	-	+	-	44,1
7	-	+	+	-	-	+	43,8
8	+	+	+	+	+	+	49,2

Отримані результати, насамперед для асфальтованих доріг, добре співпадають і з даними інших досліджень лінійної витрати палива ЗІЛ-131.

В результаті обробки отриманих результатів  $Q_s$  (табл.3.6) залежність витрати палива автомобіля ЗІЛ-131ЯМ від умов руху можна представити у вигляді:

$$Q_s = 26,7 + 3,1x_1 + 2,97x_2 + 3,8x_3 + 0,4x_2x_3 + 4,1x_1^2 + 0,7x_2^2. \quad (3.16)$$

Елементарний аналіз рівняння (3.16) свідчить про явний нелінійний взаємозв'язок витрати палива  $Q_s$  і швидкості руху  $V_a$ . Одночасно можна констатувати практично лінійний характер впливу зміни ваги автомобіля  $G_a$  і коефіцієнту опору руху (типу і стану дороги)  $\Psi$  на величину витрати палива  $Q_s$ .

З результатів табл. 3.6 випливає, що перевезення одного і того ж вантажу для автомобіля ЗІЛ-131 на асфальтобетонній дорозі і на ґрунтовій дорозі в середньому становить 34 л/100 км. А при швидкостях  $V_a = 60$  км/год на асфальтобетоні і  $V_a = 30$  км/год на типовій ґрунтовій дорозі витрати палива практично співставні при вдвічі більшій тривалості транспортування і відповідно вдвічі менших обсягах транспортної роботи і ефективності використання військового автомобіля.

На рис. 3.7 представлено зміну лінійної витрати палива в функції швидкості руху для різних можливих значень поєднань ваги військового автомобіля, типу та стану дорожнього покриття. Також на даному рисунку показано діапазон порожнього і повністю завантаженого військового автомобіля.

Якщо врахувати поєднання коефіцієнта опору дороги та завантаження військового автомобіля у формі сумарного опору руху, то графічно взаємозв'язок лінійної витрати палива можна представити у вигляді практично прямих ліній для різних значень швидкості руху (рис.3.5).

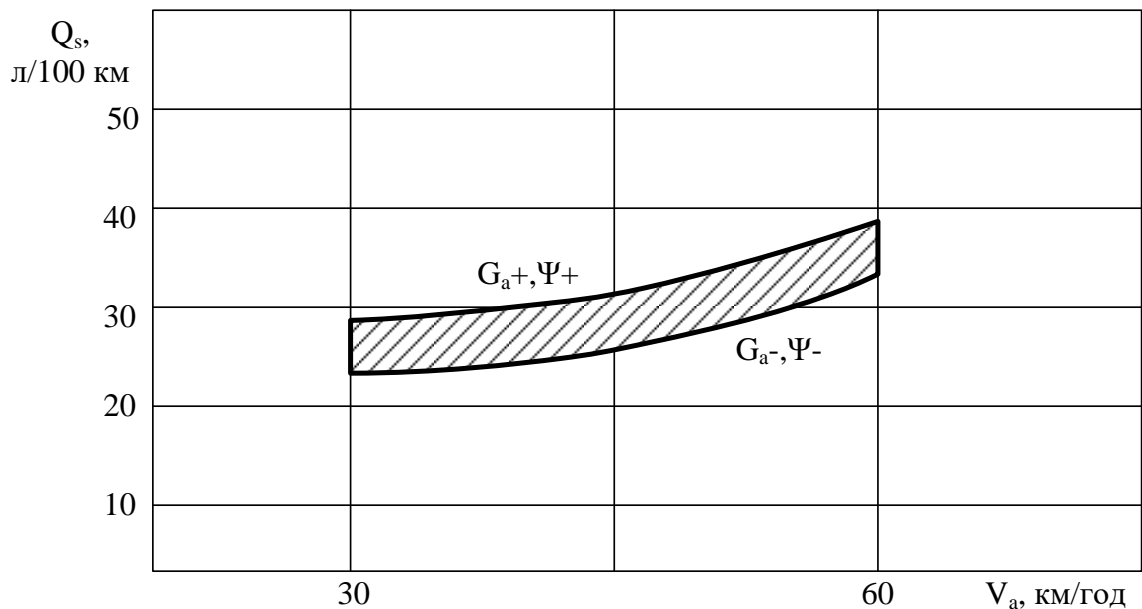


Рисунок 3.5 - Паливно-економічна характеристика сталого руху вантажного військового автомобіля ЗІЛ-131

Аналізуючи вираз (3.16), а також рис. 3.5 і 3.6, можна також зробити висновок про наявність певних еталонних значень швидкості руху в кожних конкретних умовах руху  $\Psi$  та  $G_a$ , що забезпечують найменшу лінійну витрату палива  $Q_s$ .

Порівняльна оцінка залежності діапазону витрати палива  $Q_s$  завантажених вантажних військових автомобілів з мінімальною (30 км/год) та максимальною (60 км/год) швидкістю на різних типах доріг представлена на рис. 3.9.

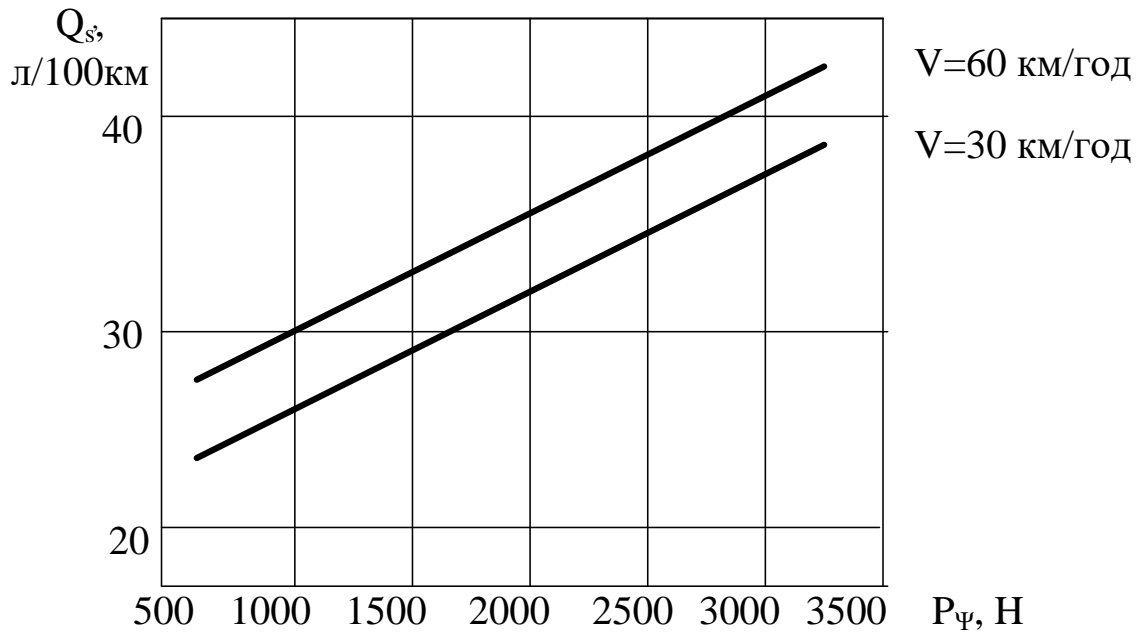


Рисунок 3.6 - Залежність витрат палива вантажного військового автомобіля ЗІЛ-131 від сили сумарного опору руху

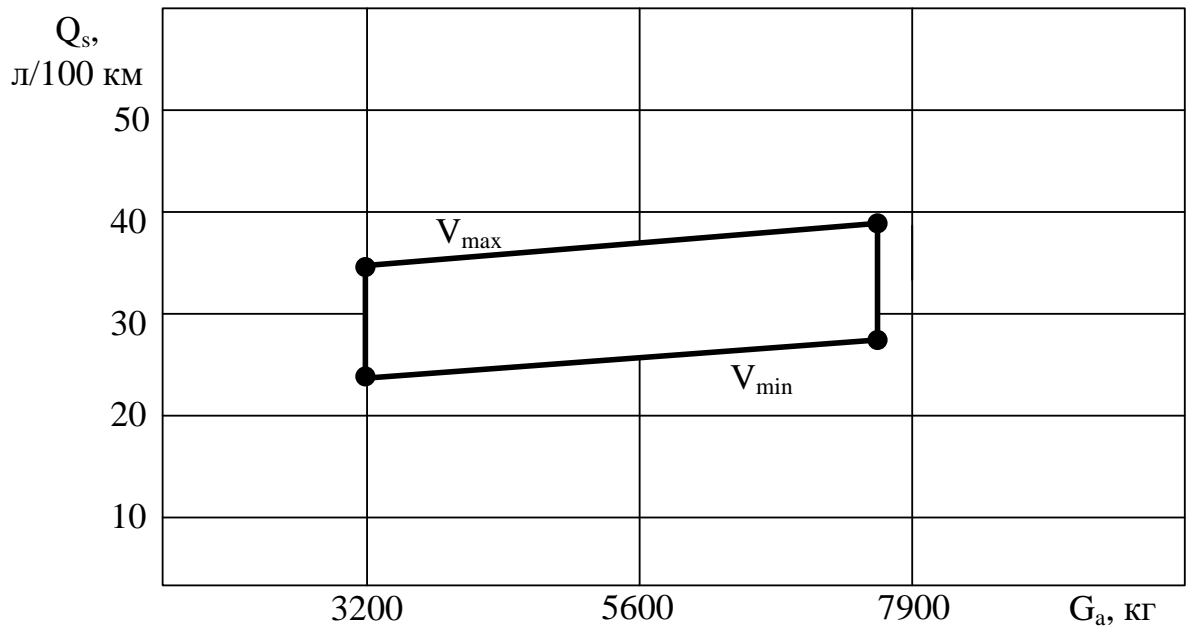


Рисунок 3.7 - Залежність лінійних витрат палива вантажного військового автомобіля ЗІЛ-131 від завантаження  $G_a$

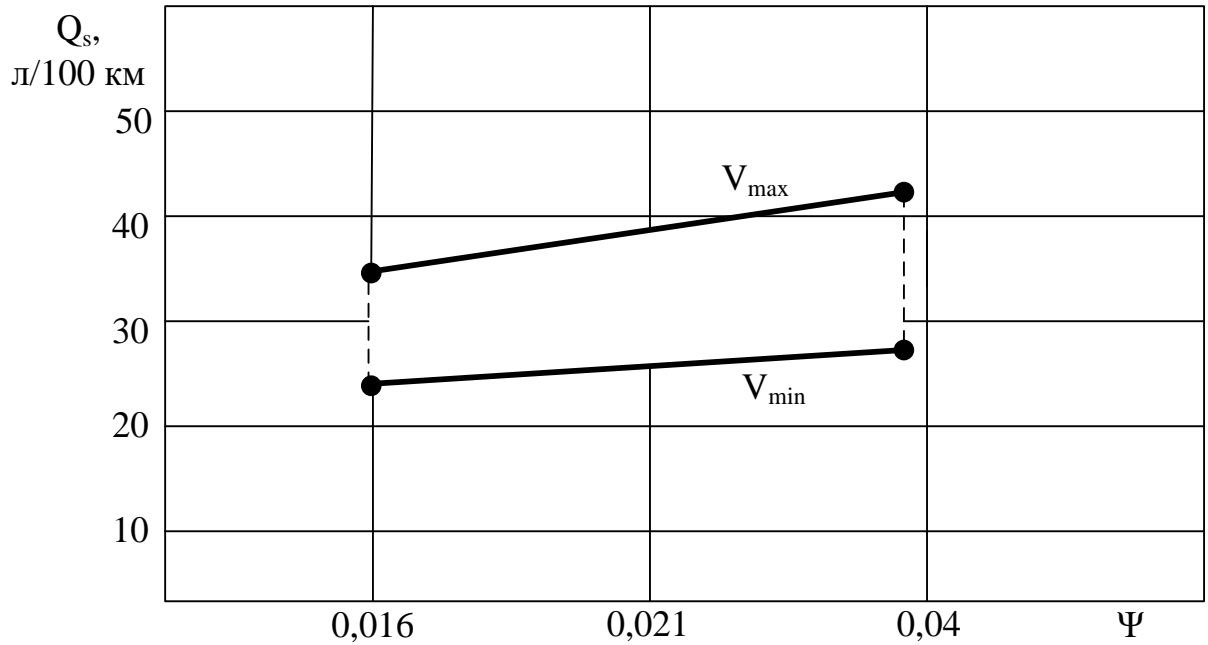


Рисунок 3.8 - Залежність лінійних витрат палива вантажного військового автомобіля ЗІЛ-131 від типу і стану дороги  $\Psi$

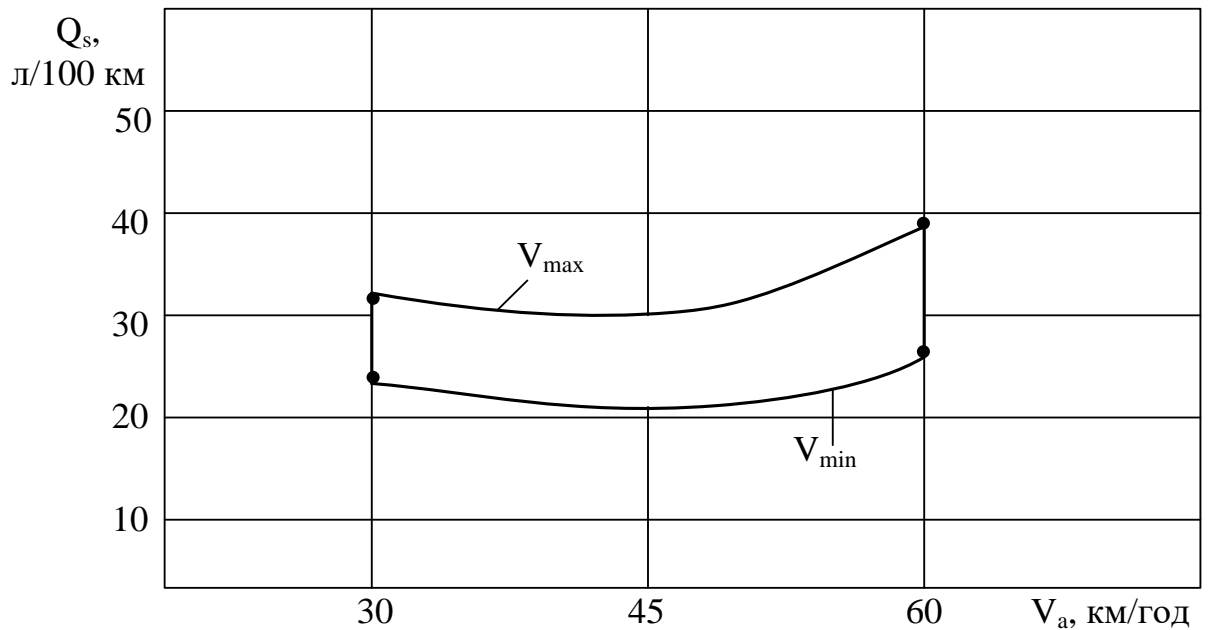


Рисунок 3.9 - Залежність лінійних витрат палива вантажного військового автомобіля ЗІЛ-131 від швидкості руху на різних типах доріг

Аналогічне математичне дослідження було проведено і для вантажного військового автомобіля УРАЛ-4320.

В даному дослідженні було замінено декілька факторів по відповідних даних моделі значеннях спорядженої і повної маси (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 - Рівні варіювання досліджуваних факторів для вантажного військового автомобіля УРАЛ-4320

Кодоване значення	$G_a$ , кг	$V_a$ , км/год	$\Psi$
+	13600	60	0,04
-	8600	30	0,016

Перехід між натуральними та кодованими значеннями досліджуваних факторів впливу на лінійну витрату палива  $Q_s$  для даного вантажного військового автомобіля здійснюється згідно виразів:

$$X_2 = \frac{G_a - 16925}{6075}; \quad X_3 = \frac{\Psi - 0,028}{0,012}. \quad (3.17)$$

Таблиця 3.8 - Матриця планування  $2^3$  і результати її реалізації при застосуванні до вантажного військового автомобіля УРАЛ-4320

№ з/п	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_1X_2$	$X_1X_3$	$X_2X_3$	$Q_{mod}$
1	-	-	-	+	+	+	23,8
2	+	-	-	-	-	+	25,4
3	-	+	-	-	+	-	29,3
4	+	+	-	+	-	-	37,1
5	-	-	+	+	-	-	31,5
6	+	-	+	-	+	-	36,7
7	-	+	+	-	-	+	38,2
8	+	+	+	+	+	+	41,4

Аналогічно попередньому варіанту було проведено нелінійне дослідження на 3 рівнях  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ , статистичне опрацювання результатів якого дозволила отримати нелінійну модель у вигляді:

$$Q_3 = 33,0 + 8,3X_2 + 8,0X_3 + 2,7X_2X_3 + 12,2X_1^2 - 0,6X_2^2 - 1,8X_3^2, \quad (\text{л/100км}). \quad (3.18)$$

Питома вага факторів, що визначають умови руху, практично однакова для обох моделей вантажних автомобілів:

- найбільший вплив на формування  $Q_s$  має швидкість руху  $V_a$ , коливання значення якого на  $\pm 15$  км/год від базового значення  $V_a = 45$  км/год обумовлює відповідні коливання  $\pm 26 \div 28\%$  від базового значення  $Q_s$  (при решті рівних умовах);

- другим за значимістю фактором, що формує  $Q_s$ , є тип та стан дороги  $\Psi$ , рух на асфальтобетоні чи ґрунтовій дорозі обумовлює коливання лінійної витрати  $Q_s$  на 18 – 25% від базового опосередкованого значення;

- вплив завантаження вантажного військового автомобіля  $G_a$  з впливом типу дороги.

Вплив суміщення факторів найбільше відчутний для факторів  $\Psi$  і  $G_a(x_2, x_3)$ , що логічно пояснюється взаємозв'язком у формуванні сумарного опору руху. Діапазон коливань лінійних витрат палива  $Q_s$  для вантажного військового автомобіля УРАЛ-4320 для різних заданих умов руху на рис. 3.10 (паливно – економічна характеристика).

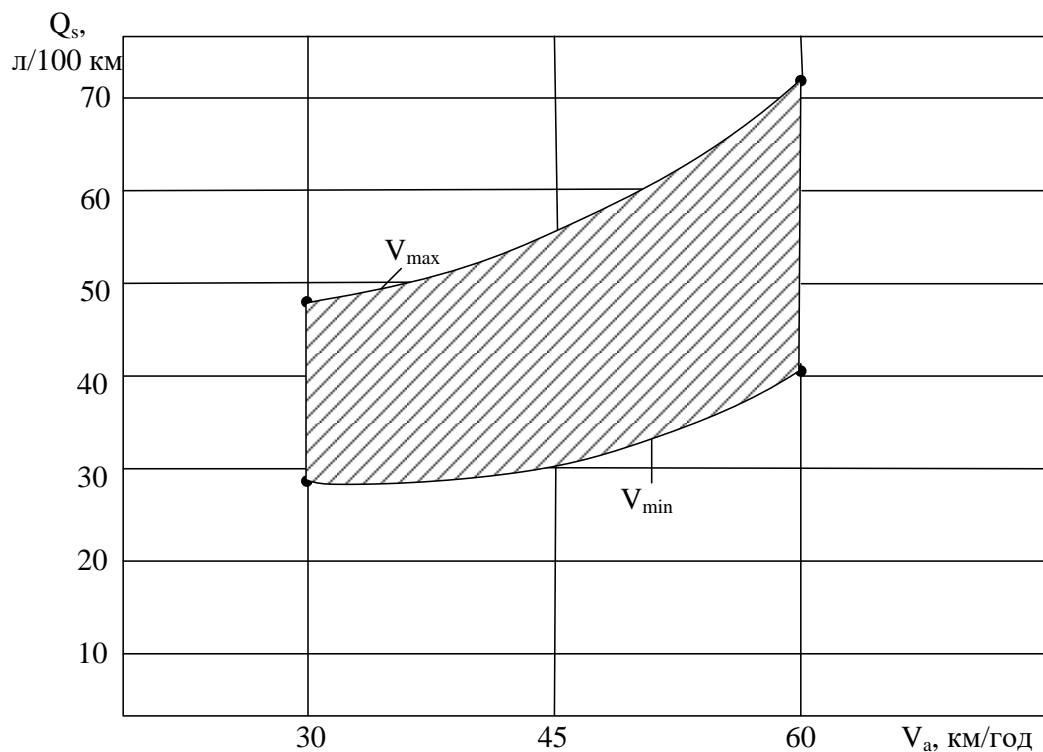


Рисунок 3.10 - Паливно-економічна характеристика усталеного руху вантажного військового автомобіля УРАЛ-4320

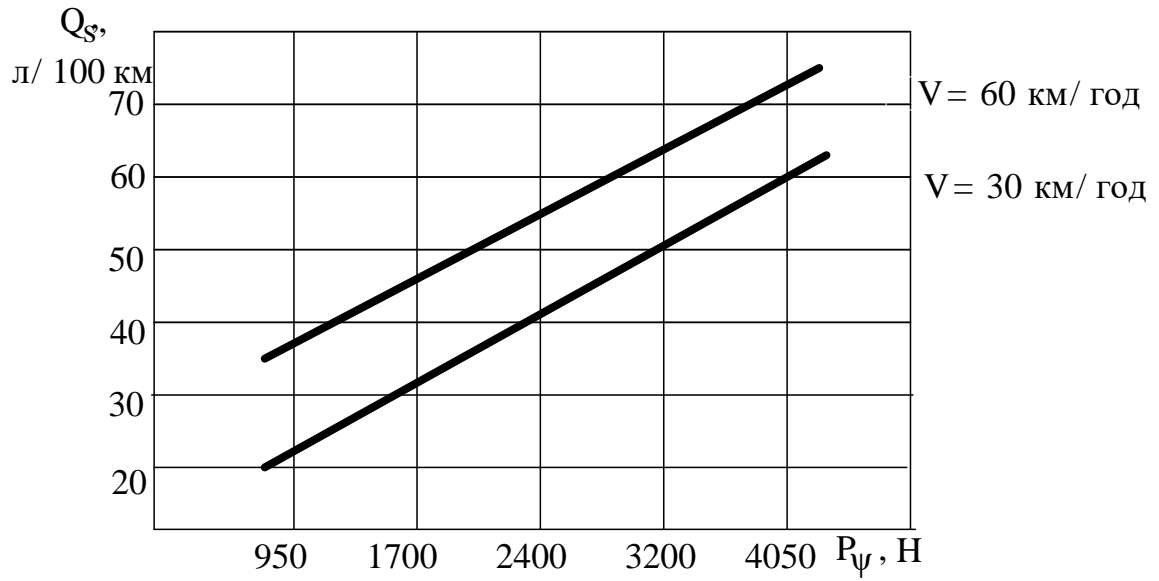


Рисунок 3.11 - Залежність лінійних витрат палива вантажного військового автомобіля УРАЛ-4320 від сили сумарного опору руху  $P_{\psi}$

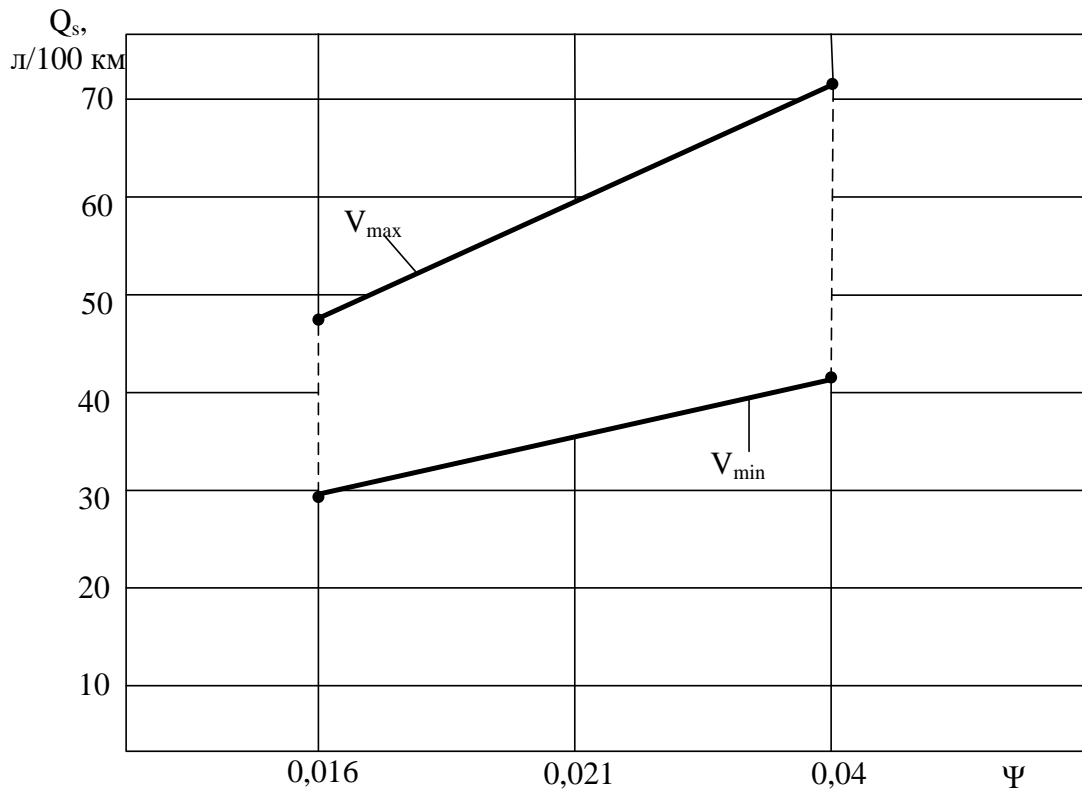


Рисунок 3.12 - Залежність лінійних витрат палива вантажного військового автомобіля УРАЛ-4320 від типу і стану дороги  $\Psi$



Аналогічно, як і для ЗІЛ-131 характерний практично лінійний взаємозв'язок  $Q_s = f(\Psi G_a)$ , рис.3.17. Порівнявши результати досліджень для обох типових моделей можна констатувати загальні закономірності якісного і кількісного взаємозв'язку витрати палива та основних факторів, що визначають умови руху.

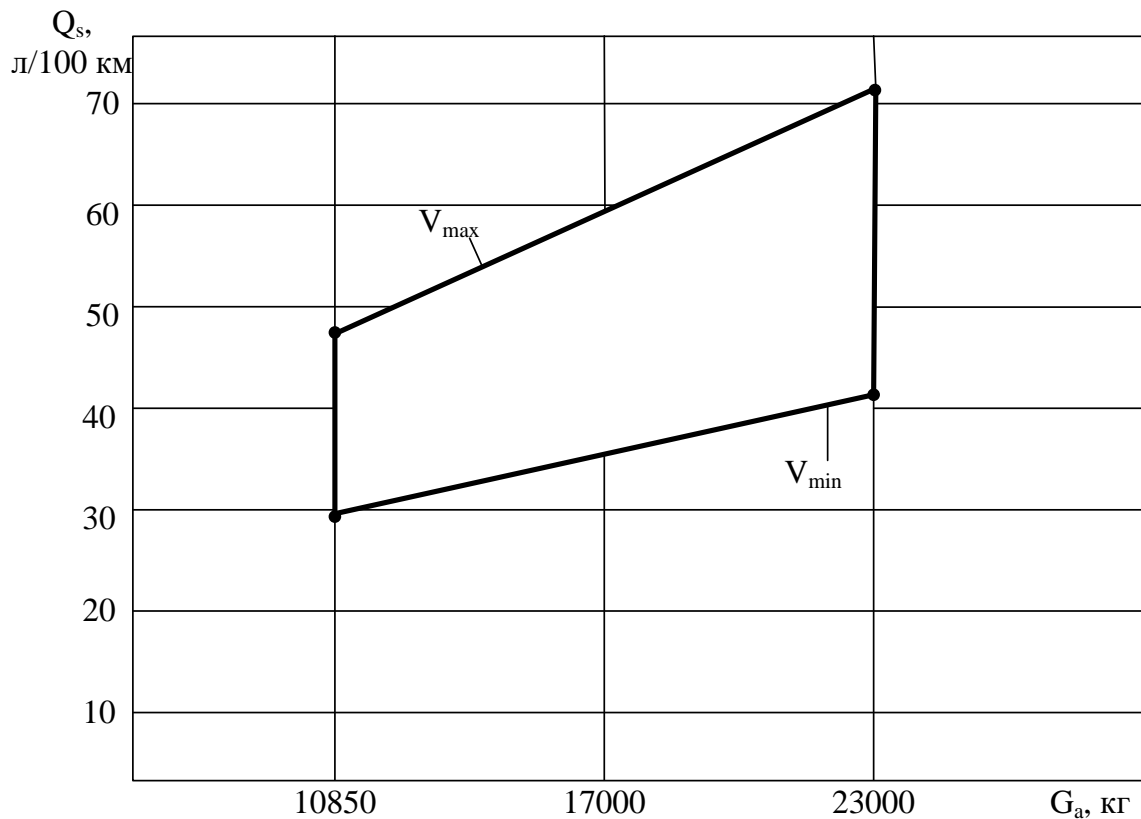


Рисунок 3.13 - Залежність лінійних витрат палива вантажного військового автомобіля УРАЛ-4320 від завантаження  $G_a$

Порівняльна оцінка залежності діапазону витрати палива  $Q_s$  завантажених військових автомобілів з мінімальною (30 км/год) та максимальною (60 км/год) швидкістю на різних типах доріг представлена на рис.3.12.

Очевидно, що існуюче нормування не забезпечує достатньої точності і дозволяє відхилення більш ніж на 30÷50%, як в залежності від швидкості руху (рис. 3.5-3.8), так і в залежності від типу і стану дороги і завантаження автомобіля (рис. 3.10-3.14).

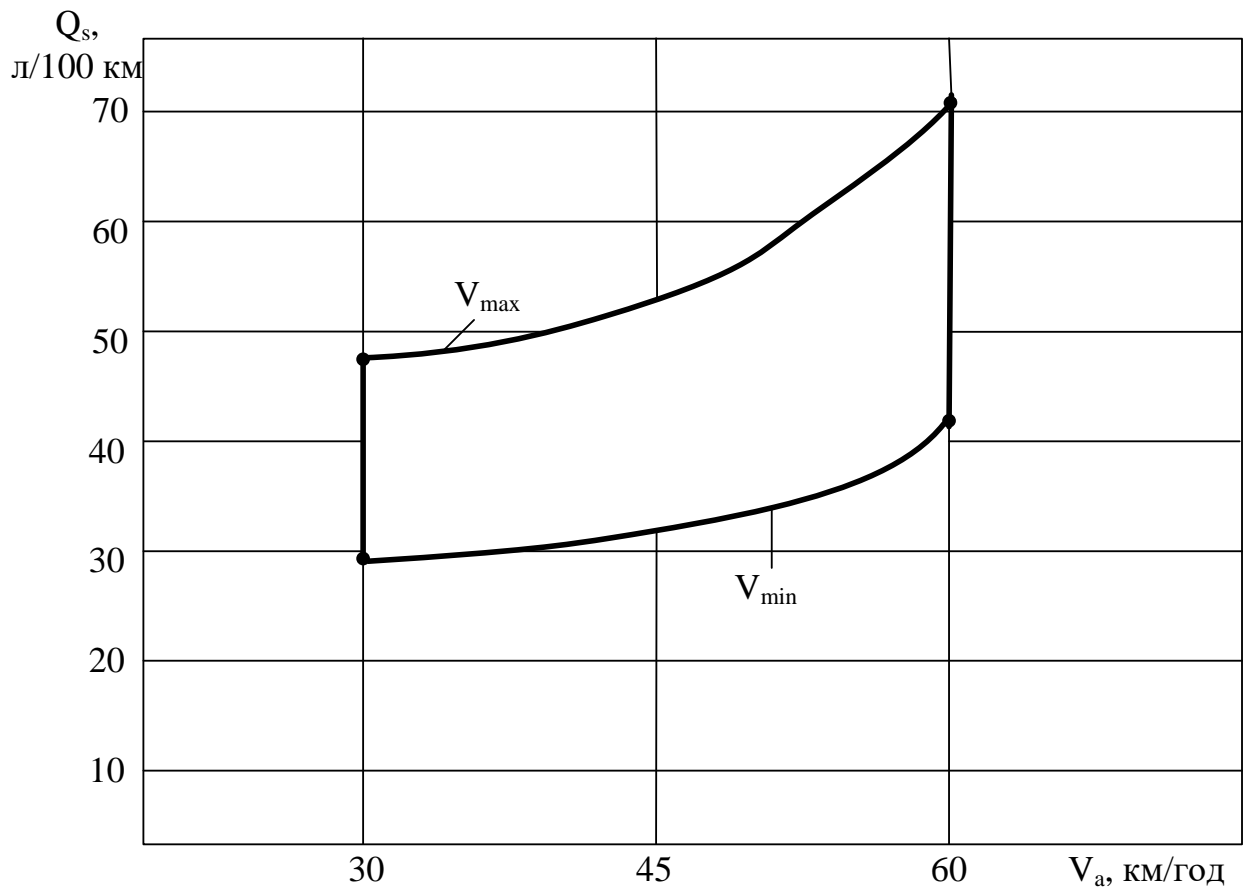


Рисунок 3.14 - Залежність лінійних витрат палива вантажного військового автомобіля УРАЛ-4320 від швидкості руху на різних типах доріг

3.3 Рекомендації щодо застосування методики визначення витрати палива військовими автомобілями для зменшення собівартості перевезень вантажів

Спрощення коригування нормативної витрати палива в залежності від умов руху військових автомобілів на лінійних пропорціях, хоча і не забезпечує з точки зору математичної статистики достатньої точності, але дозволяє певним чином змінити нормування – прогностичну оцінку витрати палива для конкретних умов і в декілька разів зменшити відповідну похибку у порівнянні з існуючою практикою лінійного нормування палива базовою опосередкованою цифрою майже на всі випадки умов руху.

Безперечно, що для військових частин, які використовують вантажні військові автомобілі і в експлуатації змушені користуватись практикою

нормування на базі лінійних норм, де дані базові значення для обліку і планування витрат на паливо, для реалізації нормування палива необхідно відповідне формування методики на рівні відповідних центральних державних військового управління.

З іншого боку отримання та схвалення такої методики може бути підставою для належних ініціатив у відповідних ланках військового управління та інформаційних базах, для практичного використання у військових частинах, що можуть самостійно нормувати питання бойової та повсякденної діяльності за умов підвищення точності і ефективності планування собівартості військових перевезень.

Для умов реальної експлуатації, де задане достатньо точне визначення значень коефіцієнта сумарного опору руху  $\Psi$  на конкретних дорогах (тим паче складових  $f_a$ ,  $f_g$  і  $f_H$  на ґрунтових дорогах) реально застосування наближеної оцінки з лінійною спроможністю коригування базового значення  $Q_s$  в графічному або табличному виді.

Оцінка ця може базуватись на середньостатистичних значеннях коефіцієнта сумарного опору руху  $\Psi$  для певного роду конкретних типів доріг і відповідної поправки по базовому значенню  $Q_s$ .

З цієї точки зору можна виділити 3 характерні типи доріг для вантажних військових автомобілів (табл. 3.9).

Таблиця 3.9 - Характерні типи доріг з умов нормування лінійної витрати палива

№ з/п	Тип і стан дороги	Діапазон $\Psi$
1	Асфальтобетон в середньому стані	0,014 – 0,017
2	Суха ґрунтова профільована дорога в доброму стані	0,035
3	Мокра ґрунтова дорога (суглинок)	0,055

Коригування  $Q_s$  по конкретних значеннях швидкості руху  $V_a$ , чи завантаження  $G_a$  визначаються значно точніше шляхом фіксації водієм військового автомобіля відповідних числових значень  $G_a$  і  $V_a$ .

З врахуванням нелінійних взаємозв'язків (по швидкості руху  $V_a$ ) та основного ефекту взаємодії (в основному по  $\Psi$  і  $G_a$ ) наближена схема розрахунку лінійної витрати палива для типових умов може бути представлена, в табличному виді (табл. 3.10 для ЗІЛ-131 і табл. 3.9 для УРАЛ-4320).

Таблиця 3.10 - Коригування норм витрати палива вантажним військовим автомобілем ЗІЛ-131 залежно від умов руху

Базове $Q_s$ для середніх умов, л/100 км	Коригування по $V_a$		Коригування по $G_a$		Коригування по типу дороги $\Delta Q$ , л/100 км	
	$\Delta Q$ , л/100 км	$V_a$ , км/ГОД	$\Delta Q$ , л/100 км	$G_a$ , т		
26,7	+1,1	30	-2,3	0	-4,0	Асфальтобетон
	+7,2	60	+3,7	4,0	0	Суха ґрунтова
					4,0	Мокра ґрунтова

Таблиця 3.11 - Коригування норм витрати палива вантажним військовим автомобілем урал-4320 залежно від умов руху

Базове $Q_s$ для середніх умов, л/100 км	Коригування по $V_a$		Коригування по $G_a$		Коригування по типу дороги $\Delta Q$ , л/100 км	
	$\Delta Q$ , л/100 км	$V_a$ , км/ГОД	$\Delta Q$ , л/100 км	$G_a$ , т		
39,3	+10,1	30	-8,5	0	-10,5	Асфальтобетон
	+7,1	60	+11,7	12,0	0	Суха ґрунтова
					13,3	Мокра ґрунтова

Визначення норми витрати палива конкретної моделі вантажного автомобіля базується на коригуванні базової норми, що відповідає певним умовам руху і відповідним збільшенням або зменшенням лінійної витрати

палива в залежності від конкретної заданої швидкості руху  $V_a(\pm\Delta Q_v)$ , завантаження  $G_a(t) - (\pm\Delta Q_a)$  і типу дороги (асфальтобетон – мокра ґрунтова) –  $(\pm\Delta Q_a)$ . Таким чином отримуємо відкориговане значення лінійної витрати палива для конкретних умов руху.

Наприклад для вантажного військового автомобіля ЗІЛ-131 при русі з швидкістю  $V_a = 60$  км/год і завантаженням 2 тони на асфальтобетонній дорозі:

$$Q_s = \text{базове } Q_s + \Delta Q + G_a - Q_a;$$

$$Q_s = 26,7 + 7,2 + 4,0 - 4,0 = 33,9 \text{ л/100 км.}$$

Безперечно, що отримані на основі моделей взаємозв'язку лінійної витрати палива і умов руху  $Q_s = f(V_a, G_a, \Psi)$  залежності від нормування в табличному (3.10 та 3.11) виді, спрощені для практичного використання.

Вони забезпечують значно вищу, практично на порядок, точність нормування лінійних витрат палива вантажних військових автомобілів з врахуванням визначальних умов руху у порівнянні з існуючою практикою так званих середньостатистичних норм.

### Висновки по третьому розділу

Проведено теоретичні дослідження характеристик і параметрів вантажних військових автомобілів в різних умовах руху, за допомогою математичної моделі, яку розробили для дослідження показників руху автомобілів на дорогах з асфальтобетонним та ґрунтовим покриттям.

Удосконалена математична модель, є найбільш ефективним і швидким засобом дослідження характеристик і параметрів в різних умовах руху і з різними змінами конструктивних параметрів вантажних військових автомобілів.

Проаналізовані зміни потужності двигуна яка використовується в залежності від різних умов руху вантажних військових автомобілів, в

результаті чого, отримано аналітичні залежності, за допомогою яких можливо визначити лінійні витрати палива вантажних військових автомобілів при різних умовах руху.

Удосконалена багатофакторна методика спрощеного розрахунку лінійної витрати палива при русі вантажних військових автомобілів і основних факторів, що формують умови руху (швидкості руху, завантаження, типу і стану дороги), яка дозволяє сформувати багатофакторне нормування лінійної витрати палива для конкретних умов руху.

Практично для кожного типу і стану дороги і завантаження вантажних військових автомобілів визначено певні значення швидкості руху  $V_a$ , яка забезпечує найменшу витрату палива  $Q_s$  (л/100км), що дозволяє розробити відповідні рекомендації для практичного водіння.

## РОЗДІЛ 4.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ  
 ЗАСТОСУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ  
 ВИТРАТИ ПАЛИВА ВІЙСЬКОВИМИ АВТОМОБІЛЯМИ ДЛЯ  
 ЗМЕНШЕННЯ СОБІВАРТОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ

Аналіз бойової та повсякденної діяльності 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України є основою будь-якого управлінського рішення. З позиції логістичних досліджень аналіз бойової та повсякденної діяльності дозволяє виявити власні можливості військової частини і оцінити відповідність наявних ресурсів вибраним стратегічним цілям, у тому числі логістичним.

Для об'єктивної оцінки результатів бойової та повсякденної діяльності конкретної військової частини доцільно використовувати системно-матричний діагностичний аналіз і системний комплексний аналіз.

Під системно-матричним діагностичним аналізом мається на увазі одночасне узгоджене дослідження системи показників бойової та повсякденної діяльності військової частини на основі матричної моделі з метою оперативної оцінки рівня ефективності функціонування військової частини, встановлення внутрішніх резервів і розробки комплексу заходів щодо їх реалізації.

Бойової та повсякденної діяльності військової частини крім показників бойової підготовки можуть характеризувати, наприклад, такі показники: обсяги перевезень вантажів в тонах  $Q$ , обсяги транспортної роботи в тоно-кілометрах  $P$ , загальний пробіг в кілометрах  $L_{заг}$ , автомобіле-години в наряді  $AG_{нар}$ , сумарні експлуатаційні витрати  $B$ , вартість основних виробничих фондів в гривнях (ОВФ), вартість нормованих оборотних засобів в гривнях (НОЗ), фонд оплати праці в гривнях (ФОП), автомобіле-дні перебування в господарстві  $AD_{госп}$ , відпрацьовано людино-годин  $ЛГ_p$ .

Суть даного методу зводиться до наступного. Система обраних показників бойової та повсякденної діяльності військової частини зображується у вигляді квадратної матриці, елементами якої є відношення вибраних показників з колонки матриці до вихідного показника з рядка. Вихідні параметри з рядка  $A_i$  є активними, а колонки  $B_j$  – пасивними.

Тоді сукупність цільових елементів

$$C_{ij} = B_j / A_i \quad (4.1)$$

показує взаємопов'язану систему характеристик діяльності військової частини.

Вихідні параметри матричної моделі поділяються на три групи в залежності від їх ролі і значення в процесі діяльності: кінцеві, проміжні, початкові.

Кінцеві параметри характеризують результат діяльності військової частини, величину кінцевої продукції. До них відносять прибуток, доходи, обсяг перевезень. Проміжні параметри пов'язують власне транспортний процес і його результат. Для транспортного підрозділу військової частини це вантажообіг, загальний пробіг військових автомобілів, кількість відпрацьованих автомобіле-годин.

До початкових параметрів відносяться ті, що характеризують фінансові, матеріальні, трудові ресурси, які витрачаються у транспортному процесі: загальна сума витрат, вартість основних виробничих фондів, вартість нормованих оборотних коштів, фонд оплати праці, автомобіле-години в підрозділі, кількість відпрацьованих людино-годин.

Про ефективність бойової та повсякденної діяльності військової частини можна робити висновки по динаміці вихідних параметрів. Темпи росту кінцевих показників повинні випереджати темпи росту проміжних і початкових, а проміжні – початкових.



Проведення системно-матричного діагностичного аналізу ефективності бойової та повсякденної діяльності військової частини складається з шести етапів.

На першому етапі перевіряється достовірність вихідної інформації, яка включається в матричну модель.

Другий етап являє собою попередню оцінку результатів роботи підприємства. Для цього визначаються:

- індекси зміни вихідних параметрів

$$A_i = \frac{A_i^{звіт}}{A_i^{баз}}, \quad (4.2)$$

де  $A_i^{звіт}$  і  $A_i^{баз}$  відповідно звітне і базисне значення вихідного параметру;

- абсолютні прирости вихідних параметрів

$$\Delta A_i = A_i^{звіт} - A_i^{баз}. \quad (4.3)$$

Третім етапом є розрахунок цільових елементів квадратної матриці за звітний і базисний періоди:

$$C_{ij} = B_i^{звіт} / A_i^{звіт}, \quad C_{ij}^1 = B_j^{баз} / A_i^{баз}. \quad (4.4)$$

Результати розрахунків заносять у відповідні таблиці.

Елементи матриці, розташовані під головною діагоналлю, повинні збільшуватись з ростом ефективності транспортної роботи, через те, що чисельник отриманого відношення цілеспрямовано ближче до результуючого показника бойової та повсякденної діяльності військової частини, чим знаменник.

На четвертому етапі розраховується динаміка цільових елементів матриці і абсолютні значення цільових елементів:

$$J_{Cij} = C_{ij}^{звіт} / C_{ij}^{баз}, \quad (4.5)$$

$$\Delta C_{ij} = C_{ij}^{звим} - C_{ij}^{баз} = C_{ij}(J_{Cij} - 1). \quad (4.6)$$

Результати розрахунків зводять в індексну матрицю динаміки цільових елементів і в матрицю абсолютних значень динаміки цільових елементів.

Індекси, що розташовані під головною діагоналлю індексної матриці, в ідеальному випадку повинні бути більше одиниці, що свідчить про зростання ефективності транспортної роботи.

Метою п'ятого етапу є вивчення впливу різних факторів на величину зміни цільових елементів матриці. Зміна величини цих елементів може відбуватись за рахунок зміни вихідних параметрів матриці як в “активній” так і в “пасивній” формі.

Для визначення впливу параметрів, які стоять в чисельнику і знаменнику розрахункової формули цільового елемента, застосовується прийом розрахунку різниць.

Вплив  $B_j$  та  $A_i$  на зменшення цільового елемента матриці визначають за відомими формулами:

$$\Delta C_{ijBj} = 1/ J_{Ai} \cdot (J_{Bj} - 1) \cdot C_{ij}, \quad (4.7)$$

або в відсотках

$$\Delta C_{ijAj} = (1/ J_{Ai} - 1) \cdot 100. \quad (4.8)$$

Результати розрахунків п'ятого етапу зводять в таблиці відносного і абсолютного впливу вихідних параметрів на динаміку цільових елементів.

Маючи за основу розрахунки, проводять оцінку зміни показників ефективності бойової та повсякденної діяльності військової частини, визначають, які фактори мали найбільший вплив, намічають напрямки подальшої аналітичної роботи для виявлення конкретних причин відхилень.

Докладні дослідження рекомендується проводити за такими напрямками: оцінка рівня обсягів перевезень і транспортної роботи, оцінка

рівня ефективності використання трудових ресурсів, основних виробничих фондів і нормованих оборотних коштів, оцінка рівня собівартості перевезень, прибутку і доходів.

На шостому (заключному) етапі дається загальна оцінка ефективності бойової та повсякденної діяльності військової частини.

Для цього розраховують узагальнюючий показник рівня ефективності за формулою середньої арифметичної індексів цільових елементів матриці:

$$J_0 = \frac{2 \sum_i \sum_j J_{C_{ij}}}{n^2 - n}, \quad (4.9)$$

де  $J_{C_{ij}}$  – елементи індексної матриці, розташовані під головною діагоналлю;

$n$  – число вихідних параметрів матриці.

Дані про роботу і використання військової автомобільної техніки 131 батальйону вантажних автомобілів повітряних сил збройних сил України отримано в автомобільній службі військової частини. Результати транспортної роботи військової автомобільної техніки наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Дані про роботу і використання рухомого складу

Показники	2018 р.	2019 р.	2020 р.
1. Середньооблікова кількість автомобілів, одиниць	18	18	18
2. Автомобіледні перебування в автомобільному підрозділі, тис.	9,8	9,8	9,8
3. Автомобіледні в роботі, тис.	6,2	6,8	7,5
4. Час в наряді, тис. год	43,4	48,8	56,5
5. Загальний пробіг, тис. км	570,65	692,35	780,22
6. Перевезено вантажів, тис. тонн	35,8	51,2	60,6
7. Вантажооборот, тис. т-км	382,7	412,5	486,9

Проведемо аналіз техніко-експлуатаційних показників бойової і повсякденної діяльності автомобільної служби військової частини за допомогою системно-матричного методу.

Наступним кроком є проведення попередньої оцінки результатів роботи за 2018-2019 і 2019-2020 роки з визначенням індексів зміни вихідних параметрів за формулою (4.2) і абсолютних приростів вихідних параметрів за формулою (4.3). Результати розрахунків наводяться в таблицях 4.2 і 4.3.

Таблиця 4.2 – Індеси зміни вихідних параметрів і абсолютні прирости вихідних параметрів за 2018-2019 роки

Показники	Базис- ний 2018 р.	Звітний 2019 р.	Абсолют- ний приріст	Індекс зміни
1. Середньооблікова кількість автомобілів $A_{cn}$ , одиниць	18	18	0,00	1,000
2. Автомобіледні перебування в військовій частині частині $AD_{госп}$ , тис.	9,8	9,8	0,00	1,000
3. Автомобіледні в роботі $AD_{роб}$ , тис.	6,2	6,8	0,60	1,096
4. Час в наряді $AG_{нар}$ , тис. год	43,4	48,8	5,40	1,124
5. Загальний пробіг $L_{заг}$ , тис. км	570,65	692,35	121,7	1,213
6. Перевезено вантажів $Q$ , тис. т	35,8	51,2	15,4	1,430
7. Вантажооборот $P$ , тис. т-км	382,7	412,5	29,8	1,077

Попередня оцінка результатів роботи автотранспортного підприємства за 2018-2019 і 2019-2020 роки дає змогу зробити наступні висновки:

- автомобіле-дні перебування в господарстві залишається незмінною;
- час автомобіле-днів в роботі збільшились в 2019 році в порівнянні з 2018 роком на 9,67%, а в 2020 році в порівнянні з 2019 роком – на 10,3%;
- час перебування рухомого складу в наряді збільшився в 2019 році в порівнянні з 2018 роком на 12,44%, а в 2020 році в порівнянні з 2019 роком зменшився на 15,77%;

Таблиця 4.3 – Індеси зміни вихідних параметрів і абсолютні прирости вихідних параметрів за 2019-2020 роки

Показники	Базисний 2011 р.	Звітний 2012 р.	Абсолютний приріст	Індекс зміни
1. Середньооблікова кількість автомобілів $A_{сн}$ , одиниць	18	18	0,00	1,000
2. Автомобіледні перебування в військовій частині $AD_{госп}$ , тис.	9,8	9,8	0,00	1,000
3. Автомобіледні в роботі $AD_{роб}$ , тис.	6,8	7,5	0,70	1,102
4. Час в наряді $AG_{нар}$ , тис. год	48,8	56,5	7,7	1,157
5. Загальний пробіг $L_{заг}$ , тис. км	692,35	780,22	87,87	1,126
6. Перевезено вантажів $Q$ , тис. т	51,2	60,6	9,40	1,183
7. Вантажооборот $P$ , тис. т-км	412,5	486,9	74,40	1,180

- загальний пробіг вантажних автомобілів збільшився в 2019 році в порівнянні з 2018 роком на 21,32%, а в 2020 році в порівнянні з 2019 роком – на 12,69%;

- обсяги перевезення вантажів збільшились в 2019 році в порівнянні з 2018 роком на 4,3%, а в 2020 році в порівнянні з 2019 роком – на 18,3%;

- вантажооборот збільшився в 2019 році в порівнянні з 2018 роком на 7,78%, а в 2020 році в порівнянні з 2019 роком – на 18,03%.

Виконаємо розрахунок цільових елементів квадратної матриці за 2018, 2019 і 2020 роки за формулою (4.4). Результати розрахунків наводяться в табл. 4.4 – 4.6.

Відомості, які містяться в табл. 4.4 – 4.6, дають змогу визначити низку показників, таких як:

- коефіцієнт випуску автомобілів на лінію;
- середній час перебування рухомого складу в наряді за добу;
- середньодобовий пробіг одиниці рухомого складу.

Коефіцієнт випуску автомобілів на лінію визначається за формулою:

$$\alpha_g^i = \frac{AD_{роб}^i}{AD_{госп}^i}, \quad (4.10)$$

де  $AD_{роб}^i$  – автомобіле-дні в роботі за  $i$ -тий період, тис.;

$AD_{госп}^i$  – автомобіле-дні перебування в господарстві за  $i$ -тий період, тис.

Таблиця 4.4 – Результати розрахунку цільових елементів квадратної матриці за 2018 рік

Вихідний параметр в “активній” формі ( $A_i$ )		Вихідний параметр в “пасивній” формі ( $B_j$ )					
		$AD_{госп}$	$AD_{роб}$	$AG_{нар}$	$L_{заг}$	$Q$	$P$
		1	2	3	4	5	6
$AD_{госп}$	1	1	0,633	4,429	58,230	3,653	39,051
$AD_{роб}$	2	1,581	1	7,0	92,04	5,774	61,726
$AG_{нар}$	3	0,226	0,143	1	13,149	0,825	8,817
$L_{заг}$	4	0,017	0,011	0,076	1	0,063	0,671
$Q$	5	0,273	0,173	1,212	15,939	1	10,689
$P$	6	0,025	0,016	0,0113	1,491	0,094	1

Таблиця 4.5 – Результати розрахунку цільових елементів квадратної матриці за 2019 рік

Вихідний параметр в “активній” формі ( $A_i$ )		Вихідний параметр в “пасивній” формі ( $B_j$ )					
		$AD_{госп}$	$AD_{роб}$	$AG_{нар}$	$L_{заг}$	$Q$	$P$
		1	2	3	4	5	6
$AD_{госп}$	1	1	0,693	4,979	70,647	5,224	42,091
$AD_{роб}$	2	1,441	1	7,176	101,816	7,529	60,662
$AG_{нар}$	3	0,201	0,139	1	14,188	1,049	8,453
$L_{заг}$	4	0,014	0,0098	0,07	1	0,073	0,596
$Q$	5	0,191	0,133	0,953	13,522	1	8,057
$P$	6	0,023	0,016	0,118	1,678	0,124	1

Середній час перебування рухомого складу в наряді за добу визначається за формулою:

$$T_n^i = \frac{AG_{нар}^i}{AD_{роб}^i}, \quad (4.11)$$

де  $AG_{нар}^i$  – час перебування автомобілів в наряді за  $i$ -тий період, тис. год.

Таблиця 4.6 – Результати розрахунку цільових елементів квадратної матриці за 2020 рік

Вихідний параметр в “активній” формі ( $A_i$ )		Вихідний параметр в “пасивній” формі ( $B_j$ )					
		$AD_{зосп}$	$AD_{роб}$	$AG_{нар}$	$L_{заг}$	$Q$	$P$
		1	2	3	4	5	6
$AD_{зосп}$	1	1	0,765	5,765	79,614	6,184	49,684
$AD_{роб}$	2	1,307	1	7,533	104,029	8,08	64,92
$AG_{нар}$	3	0,173	0,133	1	13,809	1,073	8,617
$L_{заг}$	4	0,0125	0,0096	0,0724	1	0,0776	0,624
$Q$	5	0,162	0,124	0,9323	12,875	1	8,034
$P$	6	0,0201	0,0154	0,116	1,602	0,124	1

Середньодобовий пробіг одиниці рухомого складу визначається за формулою:

$$l_{cd}^i = \frac{L_{заг}^i}{AD_{роб}^i}, \quad (4.12)$$

де  $L_{заг}^i$  – загальний пробіг рухомого складу за  $i$ -тий період, тис. км;

Використовуючи формули (4.10 – 4.12) та інші математичні залежності, а також дані табл. 4.4, табл. 4.5 і табл. 4.6, визначаємо основні техніко-експлуатаційні показники роботи:

- коефіцієнт випуску автомобілів на лінію становитиме по роках відповідно:

$$a_b^{18} = 0,633; a_b^{19} = 0,693; a_b^{20} = 0,765,$$

- середній час перебування автомобіля в наряді за добу становитиме по роках відповідно:

$$T_H^{18} = 7,0 \text{ год}; T_H^{19} = 7,176 \text{ год}; T_H^{20} = 7,533 \text{ год},$$

- середньодобовий пробіг одного автомобіля становитиме по роках відповідно:

$$I_{\text{сд}}^{18} = 92,04 \text{ км}; I_{\text{сд}}^{19} = 101,816 \text{ км}; I_{\text{сд}}^{20} = 104,029 \text{ км}.$$

Динаміка зміни цільових елементів матриці визначається за формулами (4.5) і (4.6). Виконавши відповідні розрахунки, приходимо до наступних висновків:

- коефіцієнт випуску автомобілів на лінію збільшився в 2019 році порівняно з 2018 роком на 0,9%, а в 2020 році в порівнянні з 2019 роком – на 3,45%;

- середній час перебування автомобілів в наряді за добу збільшився в 2019 році порівняно з 2018 роком на 0,8%, а в 2020 році в порівнянні з 2019 роком – на 2,17%;

- середньодобовий пробіг одного автомобіля збільшився в 2019 році порівняно з 2018 роком на 11,15%, а в 2020 році в порівнянні з 2019 роком – на 4,58%.

Розглянемо системний комплексний аналіз бойової та повсякденної діяльності 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України, якій створено з метою перевезення спеціальної техніки, військових вантажів та особового складу в інтересах Повітряних Сил Збройних Сил України при виконанні плану бойової підготовки та повсякденної діяльності.

Розширення можливостей 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України, підвищення ефективності використання військових вантажних автомобілів, матеріальних, фінансових та інших ресурсів на основі планової діяльності, розподілу праці і кооперації, визначені на основі даних “Балансу військової частини” і “Звіту про фінансові результати військової частини ” за 2018, 2019 і 2020 роки та наведені в табл. 4.7 (данні, які наведено в таблицях визначено з навчальних цілей та не відповідають дійсним витратам військової частини).



З метою правильної організації планування, обліку і аналізу витрати на перевезення класифікуються за різними ознаками. В роботі розглядається групування витрат операційної діяльності 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України у відповідності з їх економічним змістом.

Тобто, аналітичну суму витрат можна визначити за такою формулою:

$$C_{перев} = C_{МЗ} + C_{ВОП} + C_{ВСЗ} + C_{АМ} + C_{ІНШ}, \quad (4.13)$$

де  $C_{МЗ}$  – матеріальні затрати, грн.;

$C_{ВОП}$  – витрати на оплату праці, грн.;

$C_{ВСЗ}$  – відрахування на соціальні заходи, грн.;

$C_{АМ}$  – амортизація, грн.;

$C_{ІНШ}$  – інші операційні витрати, грн.

В матеріальні затрати 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України входять декілька складових елементів витрат, які наведені в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 – Матеріальні затрати 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України

Статті матеріальних затрат, 995 тис. грн.	Частина, яка виділяється на затрати, %	Частина, яка виділяється на затрати, грн
Бензин	28	278600
Дизельне паливо	38	378100
Трансмійні масла	6	59700
Моторні масла	7	69650
Охолоджуючі рідини	2	19900
Акумулятори	8	79600
Шини	11	109450
Разом	100	995000

Фактичні цифрові значення складових елементів (статей) витрат та їх сума за звітні роки наведені в порівняльній табл. 4.8.

Таблиця 4.8 - Витрати на експлуатацію військової автомобільної техніки

Статті експлуатаційних витрат	2018 р.	2019 р.	2020 р.
1. Матеріальні затрати, тис.грн.	514,9	417,1	995,0
2. Витрати на оплату праці, тис.грн.	219,7	239,1	205,9
3. Відрахування на соціальні заходи, тис.грн.	88,4	101,2	94,7
4. Амортизація, тис.грн.	63,3	56,1	48,7
5. Інші операційні витрати, тис.грн.	260,4	240,9	255,2
6. Загальна сума експлуатаційних витрат, тис.грн.	1146,7	1054,4	1599,5

На основі даних табл. 4.8 можна оцінити абсолютне відхилення  $\Delta C_i$  та індекс зміни  $I_{C_i}$  витрат за формулами (4.2) і (4.3).

Результати виконаних розрахунків наведені в табл. 4.9 та 4.10.

Таблиця 4.9 – Зміни витрат на експлуатацію військової автомобільної техніки за 2018-2019 роки

Статті експлуатаційних витрат	Базис-ний 2018 р.	Звітний 2019 р.	Абсолют-ний приріст	Індекс зміни
1. Матеріальні затрати, тис.грн.	514,9	417,1	-97,8	0,81
2. Витрати на оплату праці, тис.грн.	219,7	239,1	19,4	1,088
3. Відрахування на соціальні заходи, тис.грн.	88,4	101,2	12,8	1,144
4. Амортизація, тис.грн.	63,3	56,1	-7,2	0,886
5. Інші операційні витрати, тис.грн.	260,4	240,9	-19,5	0,925
6. Загальна сума експлуатаційних витрат, тис.грн.	1146,7	1054,4	-92,3	0,919

Таблиця 4.10– Зміни статей витрат на експлуатацію військової автомобільної техніки за 2019-2020 роки

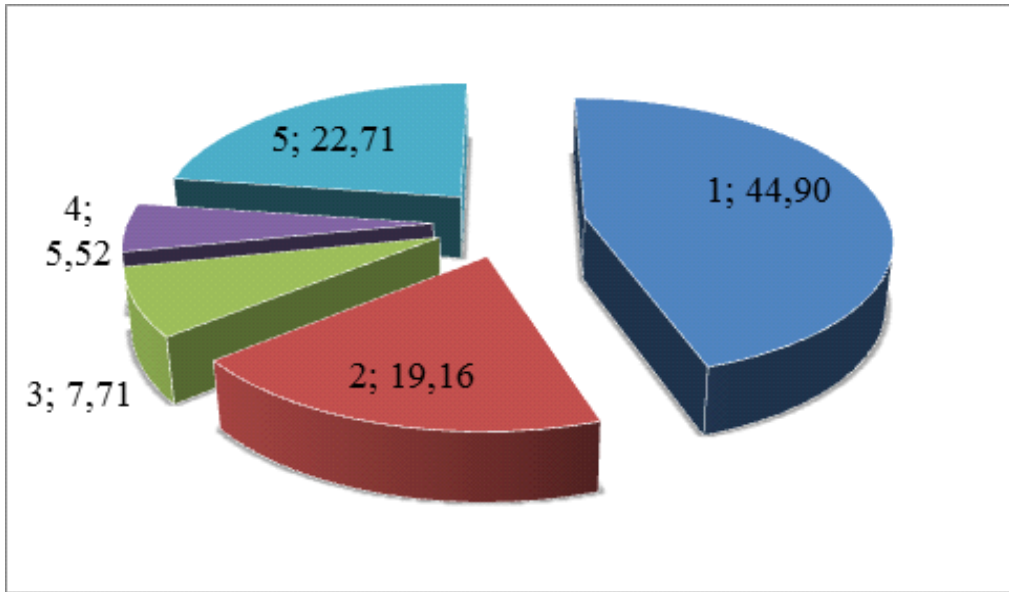
Статті експлуатаційних витрат	Базис- ний 2011 р.	Звітний 2012 р.	Абсолют- ний приріст	Індекс зміни
1. Матеріальні затрати, тис.грн.	417,1	995,0	577,9	2,386
2. Витрати на оплату праці, тис.грн.	239,1	205,9	-33,2	0,861
3. Відрахування на соціальні заходи, тис.грн.	101,2	94,7	-6,5	0,935
4. Амортизація, тис.грн.	56,1	48,7	-7,4	0,868
5. Інші операційні витрати, тис.грн.	240,9	255,2	14,3	1,059
6. Загальна сума експлуатаційних витрат, тис.грн.	1054,4	1599,5	545,1	1,52

Аналізуючи результати виконаних розрахунків і дані табл. 4.9 і 4.10, можна зробити такі висновки про зміну за статтями витрат у 2019 році в порівнянні з 2018 роком: матеріальні витрати зменшились на 19%; витрати на оплату праці збільшились на 8,8%; відрахування на соціальні заходи збільшились на 14,4%; витрати на амортизацію рухомого складу зменшились на 11,4%; інші операційні витрати зменшились на 7,5%; загальна сума витрат зменшилась на 8,1%; а у 2020 році в порівнянні з 2019 роком: матеріальні витрати збільшились на 22,6%; витрати на оплату праці зменшились на 9,8%; відрахування на соціальні заходи зменшились на 3,67%; витрати на амортизацію рухомого складу зменшились на 2,28%.

Результати розрахунків по роках наведені в табл. 4.11, а їх графічна ілюстрація – на рис. 4.1- 4.3.

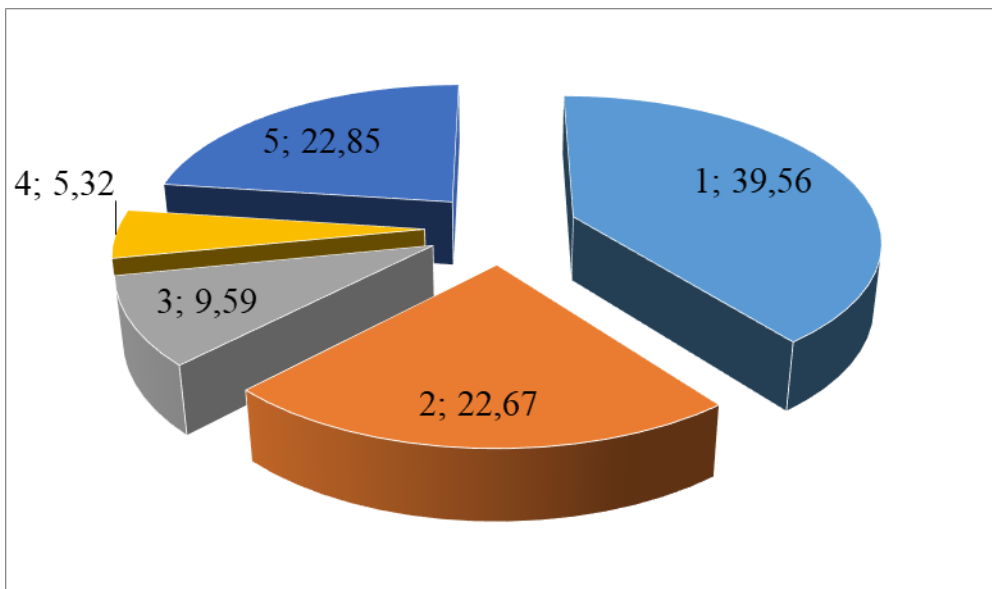
Таблиця 4.11 - Структура витрат на виконання перевезень військовими вантажними автомобілями, %

Статті експлуатаційних витрат	2018 р.	2019 р.	2020 р.
1. Матеріальні затрати	44,9	39,56	62,23
2. Витрати на оплату праці	19,16	22,67	12,87
3. Відрахування на соціальні заходи	7,71	9,59	5,92
4. Амортизація	5,52	5,32	3,04
5. Інші операційні витрати	22,71	22,85	15,95
Разом	100	100	100



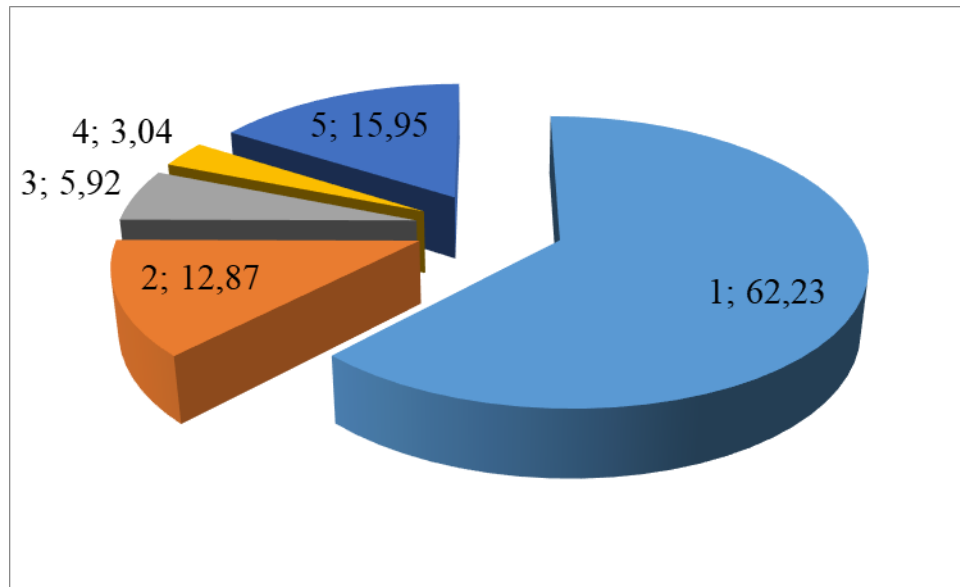
1 - матеріальні затрати; 2 - витрати на оплату праці; 3 - відрахування на соціальні заходи; 4 – амортизація; 5 - інші операційні витрати

Рисунок 4.1 - Структура експлуатаційних витрат в 2018 році



1 - матеріальні затрати; 2 - витрати на оплату праці; 3 - відрахування на соціальні заходи; 4 – амортизація; 5 - інші операційні витрати

Рисунок 4.2 - Структура експлуатаційних витрат в 2019 році



1 - матеріальні затрати; 2 - витрати на оплату праці; 3 - відрахування на соціальні заходи; 4 – амортизація; 5 - інші операційні витрати

Рисунок 4.3 - Структура експлуатаційних витрат в 2020 році

Вплив відхилень за статтями витрат на зміну загальної суми витрат визначається за формулою для розрахунку впливу структурних змін:

$$\Delta C_{C_i} = \sum_{i=1}^m \frac{C_{C_i}}{100} \cdot (I_{C_i} - 100), \quad (4.14)$$

де  $\Delta C_{C_i}$  - зміна загальної суми витрат за рахунок зміни  $i$ -ої статті витрат, %;

$m$  - кількість статей витрат;

$C_{C_i}$  - частка  $i$ -ої статті витрат у загальній сумі витрат в базисному році, %;

$I_{C_i}$  - індекс зміни витрат  $i$ -ї статті в звітному році, %.

Використовуючи дані табл. 4.10 і табл. 4.11, проводимо розрахунки за формулою (4.14) для кожної статті витрат для базисного (2019) року і звітнього (2020):

$$\Delta C_{C_{МЗ}} = \frac{39,56}{100} \cdot (238,6 - 100) = 54,83\%,$$

$$\Delta C_{C_{Воп}} = \frac{22,67}{100} \cdot (86,1 - 100) = -3,15\%,$$

$$\Delta C_{\text{всз}} = \frac{9,59}{100} \cdot (93,5 - 100) = 0,623\%,$$

$$\Delta C_{\text{ам}} = \frac{5,32}{100} \cdot (86,8 - 100) = -0,7\%,$$

$$\Delta C_{\text{інш}} = \frac{22,85}{100} \cdot (105,9 - 100) = 1,35\%.$$

Виконані розрахунки показують, що збільшення матеріальних витрат призвело до збільшення загальної суми витрат на 54,83%; збільшення відрахувань на соціальні заходи – на 0,623%, збільшення інших операційних витрат – на 1,35%. Зменшилась величина витрат на оплату праці, що сприяло зниженню загальної суми витрат на 3,15%; амортизаційних відрахувань, що сприяло зниженню загальної суми витрат на 0,7%.

Основною задачею аналізу суми витрат на експлуатацію рухомого складу є не тільки розрахунки, які характеризують величину економії або перевитрати матеріалів та грошових коштів, але й виявлення конкретних причин, які призвели до таких результатів.

Розглянемо, як зміняться матеріальні затрати на експлуатаційні витрати транспортних засобів в досліджуваній групі. Види матеріальних затрат по існуючій методиці наведені в табл. 4.12.

Таблиця 4.12 – Структура матеріальних затрат по існуючій методиці

Статті матеріальних затрат	Загальна кількість, грн	Досліджувана група, грн
Бензин	278600	66800
Дизельне паливо	378100	216200
Трансмісійні масла	59700	26000
Моторні масла	69650	30300
Охолоджуючі рідини	19900	8650
Акумулятори	79600	34600
Шини	109450	47600
Разом	995000	430150

В досліджувану групу виділили вантажні автомобілі такі як: ЗІЛ-131 та УРАЛ-4320. Загальна кількість виділених вантажних автомобілів складала 5 одиниць, серед яких 2 – з бензиновим двигуном (ЗІЛ-131), та 3 – з дизельним двигуном (УРАЛ-4320). Дані вантажні автомобілі були обрані в зв'язку з тим,

що вони найчастіше експлуатуються при різних умовах руху, мають різні: тип двигунів, вантажопід'ємність, витрату палива, технічну характеристику, яка суттєво відрізняється одна від одної.

Проаналізувавши табл. 4.13 можна зробити такі висновки: матеріальні затрати 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України по удосконаленій методиці для бензинових двигунів зменшились на 11,3% що дає змогу економити на одному вантажному автомобілі ЗІЛ-131 - 3400 грн на рік. Щодо дизельних двигунів даний показник значно менший і складає 4,2% , внаслідок чого на одному вантажному автомобілі УРАЛ-4320, 131 батальйон вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України може економити 1400 грн на рік.

Таблиця 4.13 – Порівняльна характеристика витрати палива військовими вантажними автомобілями з застосуванням удосконаленої методики

Статті матеріальних затрат	Матеріальні затрати по існуючій методиці, грн.	Матеріальні затрати по удосконаленій методиці, грн	Відношення зміни матеріальних затрат, %
Бензин	601200	540000	10,2
Дизельне паливо	1297200	1272000	2,2
Разом	1898400	1812000	4,6

Отже за допомогою удосконаленої методики матеріальні затрати на покупку палива для вантажних автомобілів ЗІЛ-131 та УРАЛ-4320 в кількості по 18 од. кожній групі 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України зменшились на 4,6%, що дає змогу зменшити витрати на закупівлю палива на 86400 гривень за рік.

#### Висновки по четвертому розділу

В даному розділі, проведено аналіз бойової та повсякденної діяльності 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України, за допомогою системно-матричного діагностичного аналізу та системно-комплексного аналізу.

При системно-матричному аналізі, досліджено систему показників бойової та повсякденної діяльності 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України на основі матричної моделі. Завдяки даному аналізу оцінено рівень ефективності роботи підприємства та встановлено внутрішній резерв даного підприємства.

За допомогою системно-комплексного аналізу, оцінено фінансовий стан та фінансові результати бойової та повсякденної діяльності 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України. Досліджено структуру витрат на бойову та повсякденну діяльність 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України на вантажні перевезення за 2018 – 2020 роки.

Проведено оцінку ефективності застосування удосконаленої методики визначення витрати палива військовими вантажними автомобілями при виконанні вантажних перевезень у порівнянні з існуючою методикою для визначення структури окремих статей матеріальних затрат 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України. Дана порівняльна характеристика проводилась по окремим статтям матеріальних затрат, до яких відносилися витрати на паливо (бензин та дизельне паливо) для військових вантажних автомобілів.

Розрахункові дослідження по оцінці ефективності застосування удосконаленої методики визначення витраті палива були проведені на досліджуваній групі військових вантажних автомобілів, до якої входили вантажні автомобілі з бензиновими (ЗІЛ-131) та дизельними (УРАЛ-4320) двигунами. Дані вантажні автомобілі було обрано в зв'язку з тим, що вони найчастіше експлуатуються при різних умовах руху, мають різні: тип двигунів, вантажопід'ємність, витрату палива, технічну характеристику яка суттєво відрізняється одна від одної.

За допомогою удосконаленої методики матеріальні затрати для вантажних автомобілів з досліджуваної групи 131 батальйона вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України зменшились на 4,6%, що дає змогу значно зменшити витрати на паливо.



## РОЗДІЛ 5.

## ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Соціальне значення охорони праці полягає в сприянні зростанню ефективності суспільного виробництва шляхом безперервного вдосконалення і поліпшення умов праці, підвищення її безпеки, зниження виробничого травматизму і захворюваності.

Аналіз умов праці проводимо на робочому місці, де здійснюється переобладнання автомобілів. На працівника, відповідно до ГОСТ 12.0.003-74 [2], можуть мати вплив такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

фізичні небезпечні виробничі фактори:

- рухомі машини і механізми, рухомі частини виробничого обладнання, деталі та елементи матеріалів;

- підвищена температура поверхонь обладнання та матеріалів (внаслідок різання та тертя);

- недостатнє освітлення робочої зони;

- підвищена або понижена температура робочої зони (температура підвищується за рахунок теплообміну між нагрітими частинами і нагрітими вузлами);

- підвищений рівень шуму і вібрації на робочому місці (виникає внаслідок роботи верстатів та обладнання);

- гострі кромки, заусенці та шорсткість на поверхнях деталей що обробляються.

хімічні фактори:

- загально-токсичні;

- загально-подразнюючі;

психофізіологічні небезпечні та шкідливі фактори:

- нервово-психічні навантаження (від робітника вимагається необхідна установка та зняття деталей і обладнання, що перевіряється і ремонтується, контроль за режимами обробки, що веде до розумового перевантаження);

- фізичні навантаження (статичні, незначні – виникають за рахунок транспортування перевіряємого обладнання).

біологічні фактори на ділянці відсутні.

## 5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи

### 5.1.1. Обладнання приміщення та робочого місця

Загальні вимоги техніки безпеки до приміщення і обладнання.

Механічна дільниця розташовується поряд із зоною ТО. На механічній дільниці забороняється застосування відкритого вогню. Джерело освітлення, проводка та силові двигуни надійно ізольовані.

Допуск живлення магнітних пускачів та кнопок управління стендами при напрузі до 220 В при дотриманні наступних вимог пристрою механічного і електричного блокування магнітних пускачів, заземлені апаратури.

Забороняється експлуатація несправного обладнання та технологічного інструменту.

Забороняється паління та застосування відкритого вогню, а також саморобних нагрівальних пристроїв.

Робітники повинні забезпечуватись справними інструментами та пристроями, що відповідають умовам безпеки.

Перед початком роботи слід перевірити весь інструмент, несправний замінити.

Відходи виробництва, відпрацьовані матеріали повинні прибиратись після закінчення робочої зміни.

Відпрацьовані легкозаймисті горючі матеріали повинні бути негайно видалені.

Забороняється знаходження сторонніх осіб на робочих місцях, де виконуються роботи з підвищеною небезпекою.

Для миття та знежирення деталей повинні застосовуватись негорючі суміші, пасти, розчинники та емульсії, а також ультразвукові та інші безпечні у пожежному відношенні установки.

Перед початком роботи на верстаті необхідно перевірити справність та наявність усіх огорожень та пристроїв, надійність закріплення різального інструменту, а також випробувавши верстат на холостому ходу.

Після закінчення робіт і при залишенні робочого місця (навіть короткочасного) верстат необхідно вимкнути.

Нормативні метеорологічні умови на механічній ділянці забезпечуються наступними основними організаційними та інженерно-технічними заходами:

- механізацією;
- застосування засобів особистої гігієни;
- правил пожежної безпеки при використанні горючих речовин, при мийних та ремонтних роботах: статичний і атмосферний струм, і т.д.

Об'єм приміщення на одного працюючого:

$$V = V_{\text{прим}} \cdot \frac{K}{N}$$

де  $V_{\text{прим}}$  - об'єм приміщення, м<sup>3</sup>.

$K$  - коефіцієнт об'єму, який враховує об'єм обладнання

Площа приміщення, що приходить на одного працюючого:

$$S = \frac{(f_{\text{прим}} - f)}{N}$$

де  $f_{\text{прим}}$  - площа приміщення, м<sup>2</sup>.

$f_{\text{заг}}$  - площа горизонтальної проекції, м<sup>2</sup>

Згідно санітарних норм НПАОП 63.21-1.04-78 на одного робітника, розраховані показники площ і об'єму повинні знаходитися в межах допустимих значень.

### 5.1.2 Електробезпека приміщення

Приміщення механічної дільниці по переобладнанню двигунів внутрішнього згорання відноситься до другого класу – приміщення з особливою небезпекою. Характеризується: наявністю струмоведучої підлоги, наявністю одночасного дотику працівників до металевих конструкцій приміщення, що мають з'єднання з землею та із металевими корпусами обладнання.

Для захисту працівників від ураження електричним струмом передбачено:

- занулення усіх неструмоведучих частин обладнання;
- встановлення захисного вимикання;
- ізоляція та прокладення всіх електрокабелів в металевих трубах.

Робітники повинні здавати один раз у квартал інструктаж з охорони праці та промислової безпеки.

Під час роботи з машинами без подвійної ізоляції для захисту працюючих від ураження електричним струмом використовують захисно-відключаючі пристрої, які автоматично відключають машину у випадку витікання струму.

## 5.2 Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

### 5.2.1 Мікроклімат

Оптимальні та допустимі параметри метеорологічних умов для робочої зони виробничих приміщень, зокрема механічної дільниці по

переобладнанню двигунів внутрішнього згорання, важкості виконання робіт і періодів року встановлені і наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 - Допустимі норми температур, відносної вологості, швидкості руху повітря в робочій зоні механічної дільниці.

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, ε		Відносна вологість		Швидкість руху, м/с		Температура повітря зов. роб. місць	
		Діюче	Норм.	Діюче	Норм.	Діюче	Норм.	Діюче	Норм.
Теплий	Середньої важкості 2 б	24-27	Не більше 28	40-60	При 25°C < 70	0,4	0,2-0,6	18-26	28
Холодний	Середньої важкості 2 б	18-21	15-21	40-60	75	0,2	0,4	16-20	13-24

Теплове опромінення на працюючих незначне, що не перевищує нормативного значення 100 Вт/м<sup>2</sup> при опроміненні не більше ніж 25% поверхні тіла. До роботи з агрегатами і вузлами приступають коли температура їх не менше за 45°C. Температура на механічній дільниці коливається в межах 5°C. Це підтримується опаленням взимку та вентиляцією в будь-яку пору року.

Інтенсивність теплового опромінення працюючих від нагрітих поверхонь технологічного обладнання, освітлювальних пристроїв не повинні перевищувати 100 Вт/м<sup>2</sup> при опроміненні не більше 25% поверхні тіла.

### 5.2.2 Склад повітря робочої зони

Шкідливі речовини, що найбільш часто зустрічаються на механічній дільниці та їх гранично допустимі концентрації і порівняння з діючими значеннями наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Гранично-допустима концентрація (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони.

Назва речовини	ГДК мг/м <sup>2</sup>	В повітрі роб. зони	Клас небезпеки
1	2	3	4
Алюміній та його сплави	2	0,1	3
Мідь	1/0,5	0,1	2
Бензин	100	86	4
Мастила мінеральні	5	46	3
Свинець та його неорганічні сполуки	0,01/0,005	0,005	1
Спирт етиловий	100	10	4
Толуол	50	41	3
Епоксидні смоли	1	0,3	2

### 5.2.3 Виробниче освітлення.

Кількісні та якісні характеристики освітлення регламентовані “Природне і штучне освітлення. Норми проектування ДБН В.2.5-28:2018”.

Таблиця 5.3 - Нормативні значення освітлення в робочій зоні механічної дільниці

Приміщення	Площина нормування освітленості та її висота від підлоги, м	Розряд зорової роботи	Освітленість, лк при загальному (комб.) освітленні	
			Норм.	Діюче
По переобладнанню двигунів внутрішнього згорання	0,8	4 а	300 (750)	200 (600)

Природне освітлення на розряд зорової роботи 4а забезпечується подвійними вікнами, штучне освітлення в приміщеннях механічної дільниці повинно задовільнити вимоги.

Коефіцієнт природнього освітлення.

$$E^4 = E_n^3 \cdot M \cdot C_k$$

де  $E_n^3$  - нормативне значення коефіцієнтів природнього освітлення;

$M$  - коефіцієнт світлового клімату;

$C_k$  - коефіцієнт сонячності клімату, 50° Пн.ш. з вікнами розташованими на захід.

$$E_4 = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 1,013\%$$

#### 5.2.4 Виробничий шум

В робочій зоні механічної дільниці має місце широкополосний шум, що виходить від роботи обладнання.

Допустимі рівні звукового тиску рівні звуку і еквівалентні рівні звуку в дБ на робочих місцях наведені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 - Допустимі рівні шуму

Рівні звукового тиску, дБ в октавних полосах з середньгеометричними частотами, Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБ (А)	
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Норм.	Діюче
107	95	87	82	78	75	73	71	69	80	73

Пониження шуму досягається використанням звукопоглинаючих матеріалів, звукова енергія поглинається ними і перетворюється в теплову.

Звукопоглинаюча облицовка стін та стелі дозволяє знизити рівень шуму на 6...8 дБ.

Санітарні норми одночисельних показників вібраційного навантаження на працівника при тривалості зміни 8 годин приведені в табл. 5.5.

Звукопоглинаюче облицювання стін та стелі дозволяє знизити рівень шуму на 6-8 дБ, що відповідає зниженню його гучності в 1,5-1,8 раз. Оптимальні показники звукоізоляції досягаються при облицюванні 60% поверхні стін і стелі, звукоізоляційною огорожею встановлюються всі корпуси машин і агрегатів.

Таблиця 5.5 - Норми показників вібраційного навантаження на робітника.

Вид вібрації	Категорія вібрації по сан. нормам	Напрямок дії	Нормативні, коректовані по частотам еквівалентні коректовані значення			
			Вібропропускання		Віброшвидкість	
			$m \cdot c^{-2}$	дБ	$m \cdot c^{-2} \cdot 10^{-2}$	дБ
Локальна	-	Xn, Yn, Zn	2,0	126	2,0	112
Загальна	“за”	Y0, X0, Z0	0,1	100	0,2	92

Найкращі звукоізоляційні властивості мають сталь листова (середня звукоізоляція при товщині сталі 2 мм дорівнює 33 дБ), лінолеум (товщина 0,5 см – 25...30 дБ), скло (3-4 мм – 25 дБ).

В якості акустичних засобів від шуму на механічній дільниці застосовуються засоби звукоізоляції, засоби звукопоглинання (звукопоглинаюче облицювання), засоби віброізоляції (віброізоляційні упори, пружні прокладки, засоби демпфування).

Висновок: рівень звуку на робочих місцях механічної дільниці знаходиться в межах допустимого. Рівень вібрації знаходиться в межах допустимого.

При роботі з механічним обладнанням на механічній дільниці по переобладнанню двигунів внутрішнього згорання виникає мінімальний рівень вібрації, передбачений для даного виду обладнання і не діючий шкідливо на організм людини.



### 5.2.5 Виробничі випромінювання

В приміщенні механічній дільниці по переобладнанню двигунів внутрішнього згорання в передбачаються системи опалення, вентиляції, внутрішнього водопроводу, каналізації та повітрязабезпечення.

Система опалення виконується із умов забезпечення температури повітря в приміщенні в холодний та перехідний періоди року на рівні +16°C.

Опалення центральне, з місцевими нагрівними приладами, в якості теплоносія використовується гаряча вода з параметрами від 70 до 90°C.

Джерелом теплопостачання є котельня, що знаходиться на території підприємства.

Для забезпечення нормуємих параметрів повітряного середовища встановлених виконується приточно-витяжна вентиляція з механічним та природнім сполучанням. Швидкість руху повітря передбачається не менше 1 м/с. Витяжна вентиляція індивідуальна. Незалежна від інших вентиляційних систем підприємства. З верхньої зони приміщення передбачається природня витяжка в об'ємі не менше одноразового повітрообміну за годину.

### 5.2.6 Психофізіологічні фактори

Оцінка психофізіологічних факторів працівників під час переобладнання двигунів внутрішнього згорання.

Загальні енергозатрати організму: до 174 Вт.

Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну): до 40 000.

Робоча поза: вільна зручна поза, можливість зміни пози («сидячи – стоячи») за бажанням працівника; перебування в позі «стоячи» до 40% часу зміни.

Нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну: до 50 раз.

Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження:

- зміст роботи – творча діяльність, що вимагає вирішення складних завдань за відсутності алгоритму;

- сприймання інформації та їх оцінка – сприймання сигналів з наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальними значеннями.

- заключна оцінка фактичних значень параметрів;

- розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, виконання завдання та його перевірка.

Сенсорні навантаження:

- зосередження (%за зміну) – до 5-75%;

- щільність сигналів (звукові за 1 год) – до 150;

- навантаження на слуховий аналізатор (%) – розбірливість слів та сигналів від 50 до 80 %;

- навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 16 до 20.

Емоційне навантаження:

- ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість основної роботи; Ступінь ризику для власного життя – вірогідний;

Режим праці:

- тривалість робочого дня – більше 8 год;

- змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

За зазначеними показниками важкості та напруженості праці, робота, яка виконується належить до допустимого класу умов праці (напруженість праці середнього ступеня).

### 5.3 Оцінка радіаційного захисту

#### 5.3.1 Дія радіації на людину

При вивченні дії випромінювання на організм людини встановлено такі особливості:

- навіть незначна кількість поглиненої енергії випромінювання спричинює глибокі біологічні зміни в організмі;
- наявність прихованого (інкубаційного) періоду дії іонізуючого випромінювання;
- випромінювання має генетичний ефект;
- органи живого організму мають різну чутливість до випромінювання;
- окремі організми неоднаково реагують на опромінювання;
- опромінювання залежить від частоти, одноразове опромінювання у великій дозі спричинює більш глибокі зміни.

Радіоактивні речовини потрапляють в організм людини при вдиханні зараженого повітря, із зараженою їжею чи водою, крізь шкіру, відкриті рани. Проникненню радіоактивних забруднень крізь шкіру і рани можна запобігти, дотримуючись певних заходів захисту.

Основним джерелом опромінювання людини є радіоактивні речовини, які потрапляють з їжею. Ступінь небезпеки забруднення радіонуклідами залежить від частоти вживання забруднених радіоактивними речовинами продуктів, а також від швидкості виведення їх з організму. Якщо радіонукліди, які потрапили в організм, однотипні з елементами, що споживає людина з їжею (натрій, калій, хлор, кальцій, залізо, марганець, йод та ін.), то вони швидко виводяться з організму разом з ними.

Окремі радіоактивні речовини концентруються в різних внутрішніх органах. Елементи, які акумулюються в м'яких тканинах організму, легко виділяються. Джерела  $\alpha$ -випромінювання (радій, уран, плутоній), (3-випромінювання (стронцій, іпрій) і  $\gamma$ -випромінювання (цирконій) відкладаються в кістках у вигляді хімічно зв'язаних сполук з кістковою тканиною, тому важко виводяться з організму.

Деякі речовини харчових продуктів (пектинові, барвники) утворюють нерозчинні сполуки зі стронцієм, кобальтом, свинцем, кальцієм та іншими важкими металами, які не перетравлюються і виводяться з організму. Отже, ці речовини виконують радіозахисну функцію. Тому пектин, а також

пектиномісткі продукти (чорна смородина, агрус, полуниці та ін.), використовують у спеціальному харчуванні для виведення радіоактивних елементів з організму.

Первинним процесом дії радіоактивних речовин в організмі людини є іонізація. Збуджена при цьому енергія іонізуючого опромінювання передається на різні речовини організму людини. У разі дії на прості речовини (гази, метали та ін.) будь-яких змін фізико-хімічної природи у них не спостерігається. При дії на складні речовини, молекули яких складаються з багатьох різних атомів, вони розпадаються (дисоціація). Це так звана пряма дія на прості або складні речовини організму людини. Більш суттєву роль відіграє механізм непрямої дії іонізуючого випромінювання, під яким треба розуміти радіаційно-хімічні зміни у певній розчинній речовині, зумовлені продуктами радіолізу (розпаду) води.

В організмі людини знаходиться 60-70% води. В результаті іонізації молекули води під впливом радіоактивних речовин утворюються вільні радикали гідроперекису ( $\text{HO}_2$ ) і перекису ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) водню, які як сильні окислювачі мають високу хімічну активність і вступають у реакції з білком, ферментами та іншими структурними елементами біологічної тканини, що призводить до зміни біологічних процесів в організмі. Внаслідок цього порушуються процеси обміну, пригнічується активність ферментних систем, затримується ріст тканин, виникають нові хімічні сполуки - токсини - сильні отрути. Все це призводить до порушення життєдіяльності окремих систем та організму в цілому. Патологічні процеси в організмі, у тому числі загибель клітин, ріст пухлин, пов'язують з хромосомними ураженнями соматичних клітин, причому рівень аутогенних ушкоджень хромосом зростає з віком людини.

### 5.3.2 Розрахунок коефіцієнта протирадіаційного захисту

Коефіцієнт протирадіаційного захисту приміщення, в якому переховуватимуться люди розраховуватимемо за формулою

$$K_3 = \frac{0,77 \times K_1 \times K_{CT} \times K_{II}}{K_M \times (1 - K_{III}) \times [(K_0 \times K_{CT} + 1) \times (K_{II} + 1)]}$$

Для розрахунку використаємо такі дані:

1. Стіни залізобетонні (50 см), маса  $1\text{ м}^2 - 800$  кг;
2. Стіни залізобетонні (40 см), маса  $1\text{ м}^2 - 540$  кг;
3. Перегородки цегляні (12 см), маса  $1\text{ м}^2 - 140$  кг;
4. Віконні прорізи: О-4 –  $0,96$   $\text{м}^2$ .
5. Дверні прорізи: Д-2 –  $3,1$   $\text{м}^2$ ; Д-5 –  $1,9$   $\text{м}^2$ .
6. Маса  $1$   $\text{м}^2$  міжповерхового перекриття –  $690$  кг/ $\text{м}^2$ .
7. Висота підвіконників –  $1,5$  м;
8. Площа підлоги для розрахунку приміщення –  $306$   $\text{м}^2$ ;
9. Висота приміщення –  $2,9$  м;
10. Ширина зараженої ділянки, що примикає до приміщення –  $24$  м;
11. Плоскі кути:

Кут  $\alpha_1 = 57^\circ$ . Проти кута розташовані:

- стіна залізобетонна (40 см) площею  $37,7$   $\text{м}^2$  з прорізом площею  $5,8$   $\text{м}^2$ ;
- стіна залізобетонна (50 см) площею  $37,7$   $\text{м}^2$  з прорізом площею  $5$   $\text{м}^2$ .

Кут  $\alpha_2 = 123^\circ$ . Проти кута розташовані:

- стіна залізобетонна (50 см) площею  $69,6$   $\text{м}^2$ .

Кут  $\alpha_3 = 57^\circ$ . Проти кута розташовані:

- стіна залізобетонна (50 см) площею  $37,7$   $\text{м}^2$  з прорізом площею  $4,4$   $\text{м}^2$ ;
- стіна залізобетонна (50 см) площею  $37,7$   $\text{м}^2$ .

Кут  $\alpha_4 = 123^\circ$ . Проти кута розташовані:

- стіна залізобетонна (50 см) площею  $69,6$   $\text{м}^2$  з прорізом площею  $7,7$   $\text{м}^2$ .

Визначаємо зведені маси стін і перегородок, розташованих проти плоских кутів.

Кут  $\alpha_1 = 57^\circ$ .

Маса  $1$   $\text{м}^2$  стіни залізобетонної (40 см) площею  $37,7$   $\text{м}^2$  з прорізом

площею  $5,8 \text{ м}^2$

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{5,8}{37,7} = 0,15, \quad G_{36} = 540(1 - 0,15) = 459 \text{ (кг)}.$$

Маса  $1 \text{ м}^2$  стіни залізобетонної (50 см) площею  $37,7 \text{ м}^2$  з прорізом площею  $5 \text{ м}^2$

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{5}{37,7} = 0,13, \quad G_{36} = 800(1 - 0,13) = 696 \text{ (кг)}.$$

Сумарна маса  $1 \text{ м}^2$  стін і перегородок плоского кута  $\alpha_1$

$$G_{\Sigma}^1 = 459 + 696 = 1155 \text{ (кг)}.$$

Кут  $\alpha_2 = 123^\circ$ .

Маса  $1 \text{ м}^2$  стіни залізобетонної (50 см) площею  $69,6 \text{ м}^2$

$$G_{36} = 800 \text{ (кг)}.$$

Сумарна маса  $1 \text{ м}^2$  стін плоского кута  $\alpha_2$

$$G_{\Sigma}^2 = 800 \text{ (кг)}.$$

Кут  $\alpha_3 = 57^\circ$ .

Маса  $1 \text{ м}^2$  стіни залізобетонної (50 см) площею  $37,7 \text{ м}^2$  з прорізом площею  $4,4 \text{ м}^2$

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{4,4}{37,7} = 0,11, \quad G_{36} = 800(1 - 0,11) = 712 \text{ (кг)}.$$

Маса  $1 \text{ м}^2$  стіни залізобетонної (50 см) площею  $37,7 \text{ м}^2$

$$G_{36} = 800 \text{ (кг)}.$$

Сумарна маса  $1 \text{ м}^2$  стін плоского кута  $\alpha_3$

$$G_{\Sigma}^3 = 712 + 800 = 1512 \text{ (кг)}.$$

Кут  $\alpha_4 = 123^\circ$ .

Маса  $1 \text{ м}^2$  стіни залізобетонної (50 см) площею  $69,6 \text{ м}^2$  з прорізом площею  $7,7 \text{ м}^2$

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{7,7}{69,6} = 0,11, \quad G_{\text{ст}} = 800(1 - 0,11) = 712 \text{ (кг)}.$$

Сумарна маса  $1 \text{ м}^2$  стін плоского кута  $\alpha_4$

$$G_{\Sigma}^4 = 712 \text{ (кг)}.$$

Сумарні маси  $1 \text{ м}^2$  стін і перегородок проти плоских кутів приміщення

$$G_{\Sigma}^1 = 1155 \text{ (кг)}; \quad G_{\Sigma}^2 = 800 \text{ (кг)};$$

$$G_{\Sigma}^3 = 1512 \text{ (кг)}; \quad G_{\Sigma}^4 = 712 \text{ (кг)}.$$

Сумарна маса стін і перегородок проти першого і третього плоских кутів приміщення більше  $1000 \text{ кг/м}^2$ , тому коефіцієнт  $K_1$ , що враховує долю радіації після послаблення зовнішніми і внутрішніми стінами складе

$$K_1 = \frac{360}{36 + \sum \alpha_i} = \frac{360}{36 + 246} = 1,28.$$

За мінімальною сумарною масою стін  $G_{\text{сер}} = 712 \text{ кг/м}^2$  визначаємо коефіцієнт  $K_{\text{ст}} = 134$ .

За шириною будівлі визначаємо коефіцієнт, який враховує долю розсіювання випромінювання  $K_{\text{ш}} = 0,47$  (висота приміщення складає  $2,9 \text{ м}$ ).

Коефіцієнт  $K_0$ , що враховує зниження поглинальної здатності зовнішніх стін за рахунок наявності в прорізів та проникнення в приміщення вторинного випромінювання, з врахуванням висоти від підлоги більше  $0,8 \text{ м}$

розрахуємо

$$K_0 = 0,8 \frac{S_0}{S_{\Pi}} = 0,8 \frac{12,7}{306} = 0,03,$$

де  $S_0 = 12,7 \text{ м}^2$  – загальна площа віконних перерізів приміщення, що виходять на вулицю;  $S_{\Pi} = 306 \text{ м}^2$  – площа підлоги приміщення.

Коефіцієнт, що враховує зниження дози радіації в будинку, розташованому районі забудови, від екранувальної дії сусідніх споруд  $K_M = 0,55$ .

Коефіцієнт, що враховує кратність послаблення радіації перекриттям підвалу  $K_{\Pi} = 800$ .

Тоді

$$\begin{aligned} K_3 &= \frac{0,77 \times K_1 \times K_{CT} \times K_{\Pi}}{K_M \times (1 - K_{III}) \times [(K_0 \times K_{CT} + 1) \times (K_{\Pi} + 1)]} = \\ &= \frac{0,77 \times 1,28 \times 134 \times 800}{0,55 \times (1 - 0,47) \times [(0,03 \times 134 + 1) \times (800 + 1)]} = 90,1 \end{aligned}$$

Проведені для приміщення підвального поверху розрахунки показали, що коефіцієнт протирадіаційного захисту цього приміщення складає 90,1, тому дане приміщення можна використати як протирадіаційне укриття для чого необхідно забезпечити можливість герметизації приміщення та встановити фільтровентиляційну систему.



## ВИСНОВКИ

В Збройних Силах України автомобільна техніка є основним засобом, який забезпечує оперативну і тактичну рухомість військ, є базою під монтаж комплексів озброєння і військової техніки та їх складовим елементом, визначає бойову готовність військових частин та з'єднань.

Для зменшення собівартості перевезень озброєння, вантажів та особового складу транспортними засобами у військовій частині, коштів на експлуатаційні витрати військових вантажних автомобілів виникла необхідність проведення дослідження щодо удосконалення методики визначення витрати палива в залежності від режимів експлуатації транспортних засобів.

В роботі розглянуто вимоги керівних документів щодо планування експлуатації та ремонту військової автомобільної техніки. Визначено основні заходи щодо ефективного використання військової автомобільної техніки та економії моторесурсів та пального.

Обґрунтовано основи планування експлуатації і ремонту військової автомобільної техніки та порядок використання вантажних і спеціальних автомобілів, наведено особливості бойового застосування військової автомобільної техніки.

Наведено види ремонту військової автомобільної техніки та розглянуто їх складові. Проаналізована система ремонту автомобільної техніки у Збройних Силах України та проведено порівняння методів організації процесу ремонту.

Визначено різні види норм по витраті палива які встановлюються для військових автомобілів, які показали, що нормативні витрати встановлюють по звітних документах, форми яких розробляються автомобільної службою військової частини. У цих документах мають бути приведені умови експлуатації, до яких можуть бути застосовані відповідні коригуючі

коефіцієнти базової норми, які враховують вплив на вжиток палива тих або інших умов.

Удосконалена методика визначення витрати палива військовими автомобілями в залежності від умов руху.

Проведено теоретичні дослідження характеристик і параметрів вантажних військових автомобілів в різних умовах руху, за допомогою математичної моделі, яку розробили для дослідження показників руху автомобілів на дорогах з асфальтобетонним та ґрунтовим покриттям.

Проаналізовані зміни потужності двигуна яка використовується в залежності від різних умов руху вантажних військових автомобілів, в результаті чого, отримано аналітичні залежності, за допомогою яких можливо визначити лінійні витрати палива вантажних військових автомобілів при різних умовах руху.

Удосконалена багатofакторна методика спрощеного розрахунку лінійної витрати палива при русі вантажних військових автомобілів і основних факторів, що формують умови руху (швидкості руху, завантаження, типу і стану дороги), яка дозволяє сформувати багатofакторне нормування лінійної витрати палива для конкретних умов руху.

Практично для кожного типу і стану дороги і завантаження вантажних військових автомобілів визначено певні значення швидкості руху  $V_a$ , яка забезпечує найменшу витрату палива  $Q_s$  (л/100км), що дозволяє розробити відповідні рекомендації для практичного водіння.

Проведено аналіз бойової та повсякденної діяльності 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України, за допомогою системно-матричного діагностичного аналізу та системно-комплексного аналізу.

При системно-матричному аналізі, досліджено систему показників бойової та повсякденної діяльності 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України на основі матричної моделі. Завдяки

даному аналізу оцінено рівень ефективності роботи підприємства та встановлено внутрішній резерв даної військової частини.

За допомогою системно-комплексного аналізу, оцінено фінансовий стан та фінансові результати бойової та повсякденної діяльності 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України. Досліджено структуру витрат на бойову та повсякденну діяльність 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України на вантажні перевезення за 2018 – 2020 роки.

Проведено оцінку ефективності застосування удосконаленої методики визначення витрати палива військовими вантажними автомобілями при виконанні вантажних перевезень у порівнянні з існуючою методикою для визначення структури окремих статей матеріальних затрат 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України. Дана порівняльна характеристика проводилась по окремим статтям матеріальних затрат, до яких відносилися витрати на паливо (бензин та дизельне паливо) для військових вантажних автомобілів.

Розрахункові дослідження по оцінці ефективності застосування удосконаленої методики визначення витраті палива були проведені на досліджуваній групі військових вантажних автомобілів, до якої входили вантажні автомобілі з бензиновими (ЗІЛ-131) та дизельними (УРАЛ-4320) двигунами. Дані вантажні автомобілі було обрано в зв'язку з тим, що вони найчастіше експлуатуються при різних умовах руху, мають різні: тип двигунів, вантажопід'ємність, витрату палива, технічну характеристику яка суттєво відрізняється одна від одної.

За допомогою удосконаленої методики матеріальні затрати для вантажних автомобілів з досліджуваної групи 131 батальйона вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України зменшились на 4,6%, що дає змогу значно зменшити витрати на паливо і тим самим зменшити собівартість перевезень вантажів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабков В.Ф. Дорожные условия и режимы движения автомобилей. / В.Ф. Бабков. – Москва: Транспорт, 1967. – 227 с.
2. Бируля А.К. Эксплуатационные качества автомобильных дорог. / А.К.Бируля, Н.Я.Говорущенко, Д.В.Ермакович. - Москва: Автотрансиздат, 1961. – 216 с.
3. Бутков П.П. Экономия топлива и смазочных материалов при эксплуатации автомобилей. / П.П.Бутков, И.Н.Прокудин. – Москва: Транспорт, 1976. – 136 с.
4. Высоцкий М.С. Топливная экономичность автомобилей и автопоездов. / М.С.Высоцкий, Ю.Ю.Беленький, В.В.Московкин. – Минск: Наука и техника. 1984. – 205 с.
5. Гащук П.Н. Оптимизация топливно - скоростных свойств автомобиля. / П.Н. Гащук. – Львов: Вища школа, 1987. – 168 с.
6. Говорущенко Н.Я. Автомобильное топливо... Как его экономить? / Н.Я.Говорущенко. – Харьков: Вища школа, 1973. – 143 с.
7. Говорущенко Н.Я. Вопросы теории эксплуатации автомобилей на дорогах с различной степенью ровности покрытий. / Н.Я.Говорущенко. – Харьков: Изд. Харьков. гос. университет, 1964. – 32 с.
8. Говорущенко Н.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте. / Н.Я.Говорущенко. – Москва: Транспорт, 1990. – 135 с.
9. Гухо В.Г. Аэродинамика автомобиля / В.Г.Гухо.– Москва: Машиностроение, 1987. – 424 с.
10. Дмитриевский А.В. Топливная экономичность бензиновых двигателей. / А.В.Дмитриевский, Е.В.Шатров. – Москва: Машиностроение, 1985. – 208 с.
11. Иванов В.Н. Влияние параметров автомобильных дорог на расход топлива / В.Н.Иванов, В.И.Ерохов // Автомобильные дороги. – 1982. – С.10 – 13.
12. Иванов В.Н. Экономия топлива на автомобильном транспорте. / В.Н.Иванов, В.И.Ерохов. –Москва: Транспорт,1984. – 302 с.

13. Карбанович И.И. Экономия автомобильного топлива: опыт и проблемы. / И.И.Карбанович. – М.: Транспорт, 1992. – 145 с.
14. Костин А.К. Работа дизелей в условиях эксплуатации: Справочник. / А.К.Костин. – Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1989. – 284 с.
15. Крайник Л.В. Автоматизований вимірювальний комплекс для досліджень паливно – швидкісних характеристик АТЗ на різних типах доріг. / Л.В.Крайник, Ю.І.Бударецький, Я.Ф.Митник, М.Г.Грубель. // Вестник ХНАДУ. Вып. 38, 2014 – С.318 – 320.
16. Крайник Л.В. Диференційоване нормування витрат палива вантажних автомобілів. / Л.В.Крайник, М.Г.Грубель. // Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту, № 3. - Донецьк. - 2007. – С. 19 – 24.
17. Крайнык Л.В. Влияние дорожного фактора на расход топлива. / Л.В.Крайнык, А.П.Токарь. // Автомобильный транспорт, 1982. – №10 – С. 33 – 35.
18. Крайнык Л. В. Нормирование скоростей движения автомобилей по условиям топливной экономичности. / Л.В.Крайнык, А.П.Токарь. // Вестник ЛПИ, №162. Львов. 1982 - с. 82–84.
19. Маяк Н.М. Топливная экономичность автомобиля в сложных условиях движения. / Н.М.Маяк. – Киев: Вища школа, 1990. – 215 с.
20. Нефедов А.Ф. Определение расхода топлива при различных видах движения автомобиля и режимах работы двигателя. / А.Ф.Нефедов. – Львов: в сб.: Труды ГСКБ по автобусам, 1969г. – С. 206 – 217.
21. Новиков О.А. Вероятностные методы решения задач автомобильного транспорта. / О.А.Новиков, В.Н.Уваров. – Москва: Транспорт, 1969. – 135 с.
22. Пархиловсий И.Г. Исследование вероятностных характеристик поверхностей распространенных типов дорог. / И.Г.Пархиловсий. // Автомобильная промышленность. – 1968. – №8. – С. 11 – 14.
23. Токарев А.А. Базисные расходы топлива. Согласование нормативных показателей, применяемых автомобилестроителями и

эксплуатационниками. / А.А.Токарев, В.Ф.Кутенев, Д.И.Наркевич. // Автомобильная промышленность, 1984. №1 – С. 1-3.

24. Токарев В.А. Топливная экономичность и тягово–скоростные качества автомобиля. / А.А.Токарев. – Москва: 1982. – 224 с.

25. Филанчук Р.В. Нормы расхода и оценка эффективности использования топлива. / Р.В.Филанчук. – Москва: Автомобильный транспорт, 1977. – № 11. – С.24-25.

26. Филипов К.С. Помаршрутное планирование расхода топлива. / К.С.Филипов // Автомобильный транспорт, 1982. №4. – С.18.

27. Чудаков Е.А. Теория автомобиля. / Е.А.Чудаков. – Москва: Изд. АН СССР, 1961. – 463 с.

28. Авдонькин Ф. Н. Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей. / Ф.Н.Авдонькин– М.: Транспорт, 1985. – 420 с.

29. Автомобили / А.В.Богатырёв, Ю.К.Есеновский-Лашков, М.Л.Насоновский, В.А.Чернышев / Под ред. А.В.Богатырёва – М.: Колос, 2001, - 496 с.

30. Аринин И.Н. Техническая эксплуатация автомобилей / И.Н. Аринин, С.И. Коновалов, Ю.В. Баженов. – М.: Феникс, 2007. – 314 с.

31. Беляев В.М. Автомобили: Испытания / В.М.Беляев, М.С.Высоцкий, Л.Х.Гилелес: Учеб. пособие для вузов. – Мн.: Выш. шк., 1991.- 187 с.

32. Бронштейн И. Н. Справочник по математике / И.Н.Бронштейн, К.А.Семендаев – М.: Наука, 1986.– 544 с.

33. Гуриев М.А. Теория вероятностей и элементы математической статистики. / М.А.Гуриев – М.: Воениздат, 1980. – 400 с.

34. Кендалл М. Теория распределения. В 3-х томах / М.Кендалл, А.Стюарт; пер. с англ. В.В. Сазонова, А.Н.Ширяева. – М.: Издательство Наука, 1966. – 315 с.

35. Рабинович Э.Х. Техническая эксплуатация автомобилей. Конспект лекций / Э.Х. Рабинович. – Харьков: ХНАДУ, 2004. – 60 с.

36. НПАОП 63.21-1.04-78 Правила техники безопасности для авторемонтных предприятий // Міністерство автомобільного транспорту РРФСР. 1977. – 26 с.

## ДОДАТКИ

## ДОДАТОК А

Вінницький національний технічний університет  
 Факультет машинобудування та транспорту  
 Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

ЗАТВЕРДЖУЮ  
 Завідувач кафедри АТМ  
 к.т.н., доц. С.В.Цимбал

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ****на виконання магістерської кваліфікаційної роботи**

на тему: Зменшення собівартості перевезень вантажів  
 транспортними засобами 131 батальйону вантажних  
 автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України  
08-29.МКР.203.00.000.ТЗ

Науковий керівник: д.т.н., професор кафедри АТМ  
 наук. ступінь, вчене звання (посада)

\_\_\_\_\_ Поляков А.П.  
 (підпис) (прізвище, ініціали)

Студент групи \_\_\_\_\_ 1ТТ-19м  
 назва групи

\_\_\_\_\_ Затірко А.В.  
 (підпис) (прізвище, ініціали)

Вінниця 2021 р.



**1. Підстава для виконання магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)**  
наказ № 277 по ВНТУ від «24» вересня 2021 р. про затвердження теми МКР.

## **2. Мета і призначення магістерської кваліфікаційної роботи**

Магістерська кваліфікаційна роботи призначена для вирішення питань підвищення ефективності використання автомобілів.

**Мета роботи:** зменшення собівартості перевезень вантажів транспортними засобами 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України застосуванням удосконаленої методики визначення витрати палива в залежності від режимів експлуатації транспортних засобів.

Наукове завдання полягає в удосконаленні методики визначення витрати палива військовими автомобілями в залежності від умов руху.

**Для виконання МКР необхідно розв'язати такі задачі:**

1. Проаналізувати вплив на витрати палива військових автомобілів основних факторів, що пов'язані з пробігом транспортних засобів.

2. Удосконалити методику визначення витрати палива в залежності від режимів експлуатації військових автомобілів.

3. Провести техніко–економічне обґрунтування доцільності використання удосконаленої методики визначення витрати палива в залежності від режимів експлуатації військових автомобілів автомобільною службою військової частини.

## **3. Вихідні дані для написання магістерської кваліфікаційної роботи**

Вимоги до перевезення пасажирів та вантажів автомобілями (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки руху, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура автомобільного парку 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України; район експлуатації автомобілів – Україна; досліджувані моделі автомобілів – військовий вантажний автомобіль ЗИЛ-131 з бензиновим двигуном, військовий вантажний автомобіль УРАЛ-4320 з

дизельним двигуном; об'єкт дослідження – військові вантажні автомобілі, предмет дослідження – економічні показники діяльності 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%.

**4. Виконавець МКР – Затірко Андрій Вікторович, ст. гр. 1ТТ-19м.**

#### **5. Вимоги до виконання МКР**

В процесі виконання магістерської кваліфікаційної роботи потрібно – провести аналіз вимог керівних документів щодо планування експлуатації та ремонту військової автомобільної техніки, вивчити зміст видів ремонту військової автомобільної техніки та їх складові, розглянути підходи щодо визначення витрат палива в залежності від пробігу військової автомобільної техніки, проаналізувати методи дослідження зміни витрати палива військових автомобілів в залежності від пробігу, удосконалити методику визначення витрати палива військовими автомобілями в залежності від умов руху, провести розрахункове дослідження впливу умов руху військового автомобіля на зміну потужності двигуна, розробити рекомендації щодо застосування методики визначення витрати палива військовими автомобілями для зменшення собівартості перевезень вантажів, здійснити техніко-економічне обґрунтування доцільності застосування удосконаленої методики визначення витрати палива військовими автомобілями для зменшення собівартості перевезень вантажів.

#### **6. Етапи МКР і терміни їх виконання**

Етапи МКР	Зміст етапу	Термін виконання	Очікувані результати
Вибір напрямку дослідження	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Добір, вивчення та узагальнення наукової та статистичної інформації</li> <li>• Розгляд можливих напрямів досліджень та їх оцінювання</li> <li>• Вибір напрямку дослідження</li> <li>• Обґрунтування прийнятого напрямку дослідження</li> <li>• Розроблення, погодження і затвердження ТЗ на МКР</li> </ul>	27.09-04.10.2021	розгорнутий план МКР
Основна частина роботи	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Аналіз шляхів зменшення собівартості перевезень вантажів військовими автомобілями.</li> </ul>	05.10-12.10.2021	Розділ 1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Теоретичні дослідження впливу на витрату палива умов руху військових автомобілів.</li> </ul>	13.10-31.10.2021	Розділ 2

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Математична модель визначення витрати палива вантажними військовими автомобілями під час виконання транспортної роботи.</li> </ul>	01.11-07.11.2021	Розділ 3
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Техніко-економічне обґрунтування доцільності застосування удосконаленої методики визначення витрати палива військовими автомобілями для зменшення собівартості перевезень вантажів.</li> </ul>	08.11-15.11.2021	Розділ 4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.</li> </ul>	08.11-21.11.2021	Розділ 5
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Складання висновків за результатами досліджень.</li> </ul>	16.11-30.11.2021	Висновки МКР
Узагальнення результатів досліджень, підготовка до захисту роботи	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Узагальнення результатів теоретичних та аналітичних досліджень та написання доповіді на захист МКР</li> <li>• Оформлення ілюстративного матеріалу, реферату, підготовка презентації МКР в редакторі Microsoft Office PowerPoint.</li> <li>• Одержання відзиву наукового керівника та рецензії</li> </ul>	01.12-08.12.2021	Ілюстративний матеріал, презентація

## 7. Очікувані результати

На основі одержаних наукових результатів розробити практичні рекомендації щодо впровадження удосконаленої методики визначення витрати палива в залежності від режимів експлуатації військових автомобілів автомобільною службою військової частини дозволяє зменшити витрати на закупівлю палива для виконання транспортної роботи вантажними військовими автомобілями і тим самим зменшити собівартість перевезень вантажів транспортними засобами 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України.

## 8. Матеріали, які подають після завершення написання МКР та її етапів

Переплетена пояснювальна записка магістерської кваліфікаційної роботи; графічний матеріал; відгук керівника; рецензія зовнішнього рецензента.

## 9. Порядок приймання МКР та її етапів

Результати магістерської кваліфікаційної роботи розглядаються на процентовках керівником роботи та завідувачем кафедри відповідно до етапів роботи та термінів їх виконання; проводиться попередній захист роботи та офіційний захист магістерської кваліфікаційної роботи.

Дата початку роботи – 27 вересня 2021 р.

Граничний термін закінчення робіт – 8 грудня 2021 р.

## ДОДАТОК Б

**ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА**

**ЗМЕНШЕННЯ СОБІВАРТОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ  
ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ 131 БАТАЛЬЙОНУ  
ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ ПОВІТРЯНИХ СИЛ  
ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ МАШИНОБУДУВАННЯ ТА ТРАНСПОРТУ  
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ ТА ТРАНСПОРТНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

**ЗМЕНШЕННЯ СОБІВАРТОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ  
ВАНТАЖІВ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ  
131 БАТАЛЬЙОНУ ВАНТАЖНИХ  
АВТОМОБІЛІВ ПОВІТРЯНИХ  
СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

Магістерська кваліфікаційна робота  
спеціальність 275 – Транспортні технології (за видами)

**Керівник:** д.т.н., професор А.П.Поляков

**Роботу виконав:** А.В.Затірко, навчальна група 1ТТ-20м

Вінниця 2021

**Актуальність теми.** В Збройних Силах України автомобільна техніка є основним засобом, який забезпечує оперативну і тактичну рухомість військ, є базою під монтаж комплексів озброєння і військової техніки та їх складовим елементом, визначає бойову готовність військових частин та з'єднань.

### **Основні шляхи розв'язання проблеми**

В сучасних умовах бойова діяльність усіх видів Збройних Сил неможлива без використання величезної кількості транспортних засобів, а також масового використання автомобіля не тільки як транспортного засобу, а й як бойової машини, яка несе на собі бойову техніку та озброєння і діє як на дорогах, так і на місцевості. Основною базою автомобільного парку стали багатоцільові повнопривідні автомобілі високої прохідності. Збільшилась кількість спеціальних і транспортних автомобілів в тилкових частинах і установах, внаслідок чого мобільність тилу зросла до рівня мобільності бойових частин.

Для зменшення собівартості перевезень вантажів транспортними засобами у військовій частині, коштів на експлуатаційні витрати військових вантажних автомобілів виникла необхідність проведення дослідження щодо удосконалення методики визначення витрати палива в залежності від режимів експлуатації транспортних засобів.

**Метою** дослідження є зменшення собівартості перевезень вантажів транспортними засобами 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України застосуванням удосконаленої методики визначення витрати палива в залежності від режимів експлуатації транспортних засобів.

**Задачі дослідження:**

- проаналізувати вплив на витрати палива військових автомобілів основних факторів, що пов'язані з пробігом транспортних засобів;
- удосконалити методику визначення витрати палива в залежності від режимів експлуатації військових автомобілів;
- провести техніко-економічне обґрунтування доцільності використання удосконаленої методики визначення витрати палива в залежності від режимів експлуатації військових автомобілів автомобільною службою військової частини.

**Наукове завдання** полягає в удосконаленні методики визначення витрати палива військовими автомобілями в залежності від умов руху.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дослідження з теми роботи належить до основних наукових напрямків кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент» Вінницького національного технічного університету.

**Об'єкт дослідження** – військові вантажні автомобілі.

**Предмет дослідження** - економічні показники діяльності 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України.



## **Наукова новизна одержаних результатів**

- удосконалення методики визначення витрати палива вантажними військовими автомобілями, в порівнянні з існуючими, полягає у врахуванні режимів експлуатації військових автомобілів автомобільною службою військової частини.

## **Практичне значення одержаних результатів:**

- впровадження удосконаленої методики визначення витрати палива в залежності від режимів експлуатації військових автомобілів автомобільною службою військової частини дозволяє зменшити витрати на закупівлю палива для виконання транспортної роботи вантажними військовими автомобілями і зменшити собівартість перевезень вантажів транспортними засобами 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України.

## **Особистий внесок магістранта.**

Усі результати, наведені у магістерській кваліфікаційній роботі, отримані самостійно.

**Публікації.** Основні наукові результати обговорено на XIV Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», опубліковано тези доповіді у збірнику наукових праць конференції.

# Теоретичні підходи щодо визначення витрат палива в залежності від пробігу транспортних засобів

Нормування витрат палива - це встановлення допустимої міри його споживання в певних умовах експлуатації автомобілів, для чого застосовуються базові лінійні норми, встановлені по моделях (модифікаціях) автомобілів, та система нормативів і коригуючі коефіцієнтів, які дозволяють враховувати виконану транспортну роботу, кліматичні, дорожні та інші умови експлуатації.

Найбільш детально в загальному виді формування норми витрати палива (в л/100 км) визначається як:

$$Q = Q_H \pm \Delta Q_T \pm \Delta Q_D \pm \Delta Q_B \pm \Delta Q_{Dr}$$

де  $Q_H$  - витрата палива за нормою для даної моделі;

$\Delta Q_T$  - збільшення лінійної витрати, пов'язаного з технічним станом автомобіля та систем;

$\Delta Q_D$  - збільшення (зниження), обумовлене дорожньо - кліматичними умовами;

$\Delta Q_B$  - збільшення (зниження), обумовлене досвідом та майстерністю водія;

$\Delta Q_{Dr}$  - вплив інших факторів (обкатка, використання причепів і т.д.).

## Аналіз методик дослідження зміни витрати палива автомобільних транспортних засобів в залежності від пробігу автомобіля

Розрахунково – аналітичний метод визначення лінійної норми витрати палива базується на виразі:

$$Q_s = \frac{g_e (\Psi G_a + k F V_a / 13)}{2700 \eta_T \rho} \times V_a$$

де  $g_e$  - мінімальна питома витрата палива;

$\Psi$  - сумарний коефіцієнт опору рухові;

$G_a$  - вага автомобіля;

$k$  - коефіцієнт опору повітря;

$F$  - лобова площа автомобіля, м<sup>2</sup>;

$V_a$  - швидкість руху автомобіля, км/год;

$\eta_T$  - коефіцієнт корисної дії трансмісії.

## Метод багатofакторного планування дослідження:

- для лінійних взаємозв'язків (з урахуванням ефекту взаємодії факторів):

$$U = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3$$

- для нелінійних процесів:

$$U = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{11}x_1^2 + b_{22}x_2^2 + b_{33}x_3^2$$

де  $b_0$  - так зване базове значення функції (вихідного параметра);

$b_1 \cdots b_3$  - коефіцієнти регресії що кількісно характеризують лінійний взаємозв'язок вихідного параметра  $Q_s$  і відповідних досліджуваних факторів  $\Psi, V_a, G_a$ ;

$b_{12} \cdots b_{23}$  - коефіцієнти, що характеризують вплив взаємодії (суміщення) досліджуваних факторів;

$b_{11} \cdots b_{33}$  - коефіцієнти нелінійного взаємозв'язку досліджуваних факторів і вихідного параметра.

## Математична модель визначення витрати палива транспортними засобами в залежності від умов руху

Для переборення горизонтальних сил при переїзді через нерівності і втрат енергії в амортизаторах, ресорах і шинах, потрібна сумарна потужність, що визначається за формулою:

$$N_H = (N_r + N_a + N_{ш} + N_p) =$$
$$= \left( \frac{4,06h_1mS_0^2V_a^2}{10^4 L^2} + \frac{2,02cS_0^2V_a^2}{10^4 L^2} + \frac{2,02c_1S_{ош}^2V_a^2}{10^4 L^2} + \frac{1,48R_pS_0V_a}{10^4 L} \right),$$

Коефіцієнт додаткового опору кочення шин при русі по дорогах з асфальтобетонною поверхнею формується наступним чином:

$$f_n = \left[ \left( 2,2 \times 10^{-7} c + 1,1 \times 10^{-7} c + 2,26 \times 10^{-7} c_1 \right) \frac{S^2 V_a}{G_a} + 0,56 \times 10^{-4} \frac{R_p \times S}{G_a} \right] =$$
$$= \left( \Psi_1 \frac{S^2 V_a}{G_a} + \Psi_2 \frac{S}{G_a} \right)$$

Опрацьований алгоритм математичного моделювання дозволяє побудувати універсальну паливно-економічну характеристику транспортного засобу практично для всіх умов руху (в тому числі з відповідними спрощеннями і для доріг I та II категорій з твердим покриттям) та на етапі проектування здійснити відповідну корекцію передатних чисел трансмісії, значно зменшити обсяги і затрати на розрахункові дослідження, більш об'єктивно підійти до формування лінійних норм витрат палива в різних умовах експлуатації.

## **Аналіз зміни потужності двигуна, яка використовується в залежності від умов руху транспортних засобів**

Залежність витрати палива від умов руху можна представити у вигляді:

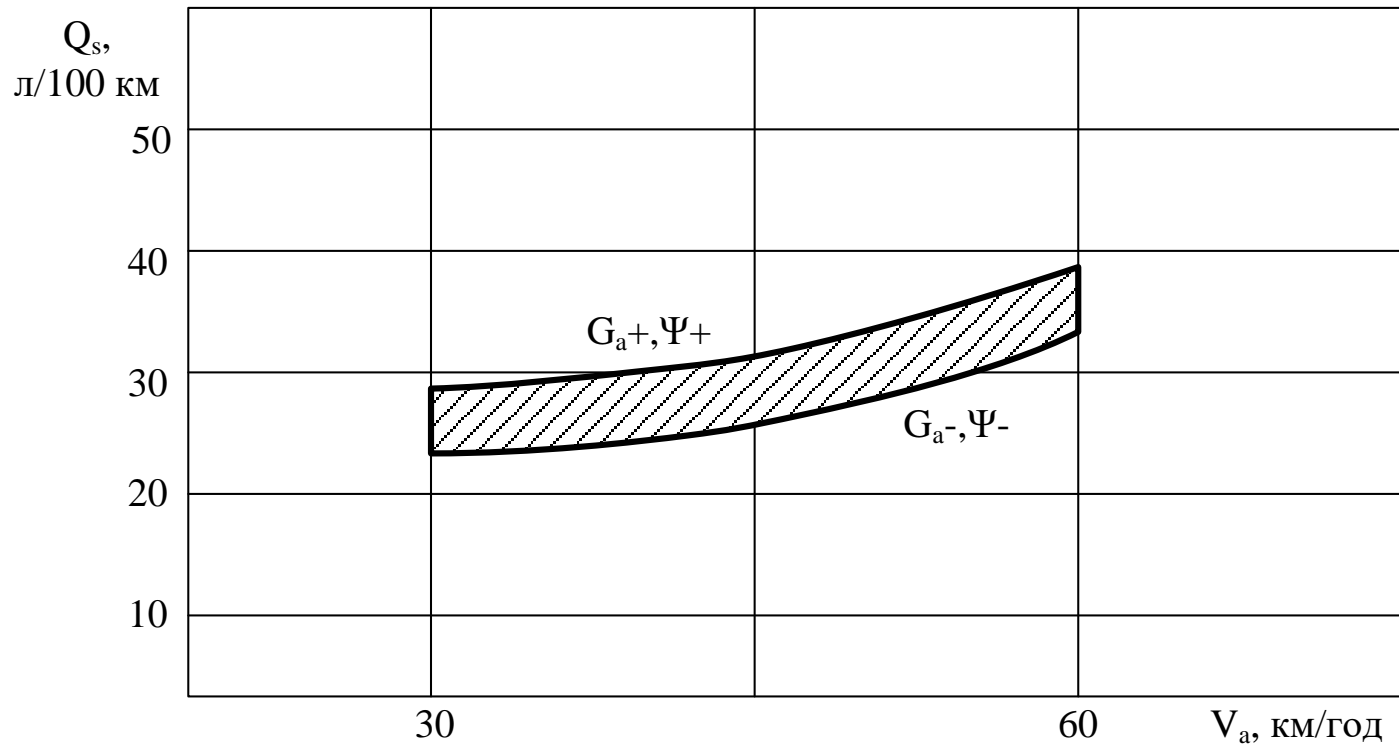
для військового вантажного автомобіля ЗІЛ-131

$$Q_s = 26,7 + 3,1x_1 + 2,97x_2 + 3,8x_3 + 0,4x_2x_3 + 4,1x_1^2 + 0,7x_2^2$$

для військового вантажного автомобіля УРАЛ-4320

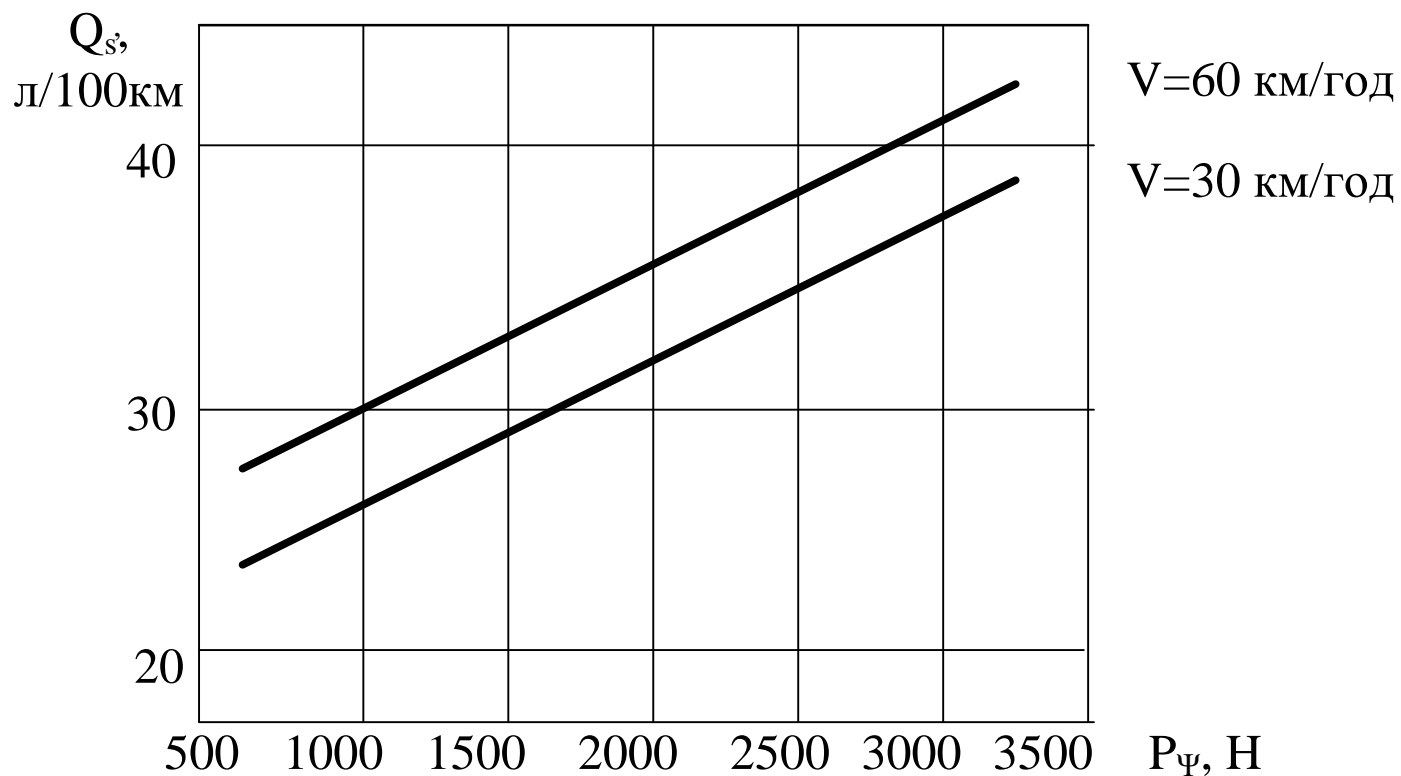
$$Q_3 = 33,0 + 8,3X_2 + 8,0X_3 + 2,7X_2X_3 + 12,2X_1^2 - 0,6X_2^2 - 1,8X_3^2$$

Елементарний аналіз рівняння свідчить про явний нелінійний взаємозв'язок витрати палива і швидкості руху. Одночасно можна констатувати практично лінійний характер впливу зміни ваги автомобіля і коефіцієнту опору рухові (типу і стану дороги) на величину витрати палива .



Паливно-економічна характеристика  
сталого руху військового вантажного  
автомобіля ЗІЛ-131





Залежність витрат палива військового вантажного автомобіля ЗІЛ-131 від сили сумарного опору руху

## Коригування норм витрати палива

Коригування норм витрати палива ЗІЛ-131 залежно від умов руху

Базове $Q_s$ для середніх умов, л/100 км	Коригування по $V_a$		Коригування по $G_a$		Коригування по типу дороги $\Delta Q$ , л/100 км	
	$\Delta Q$ , л/100 км	$V_a$ , км/год	$\Delta Q$ , л/100 км	$G_a$ , т		
26,7	+1,1	30	-2,3	0	-4,0	Асфальтобетон
	+7,2	60	+3,7	4,0	0	Суха ґрунтова
					4,0	Мокра ґрунтова

## Коригування норм витрати палива

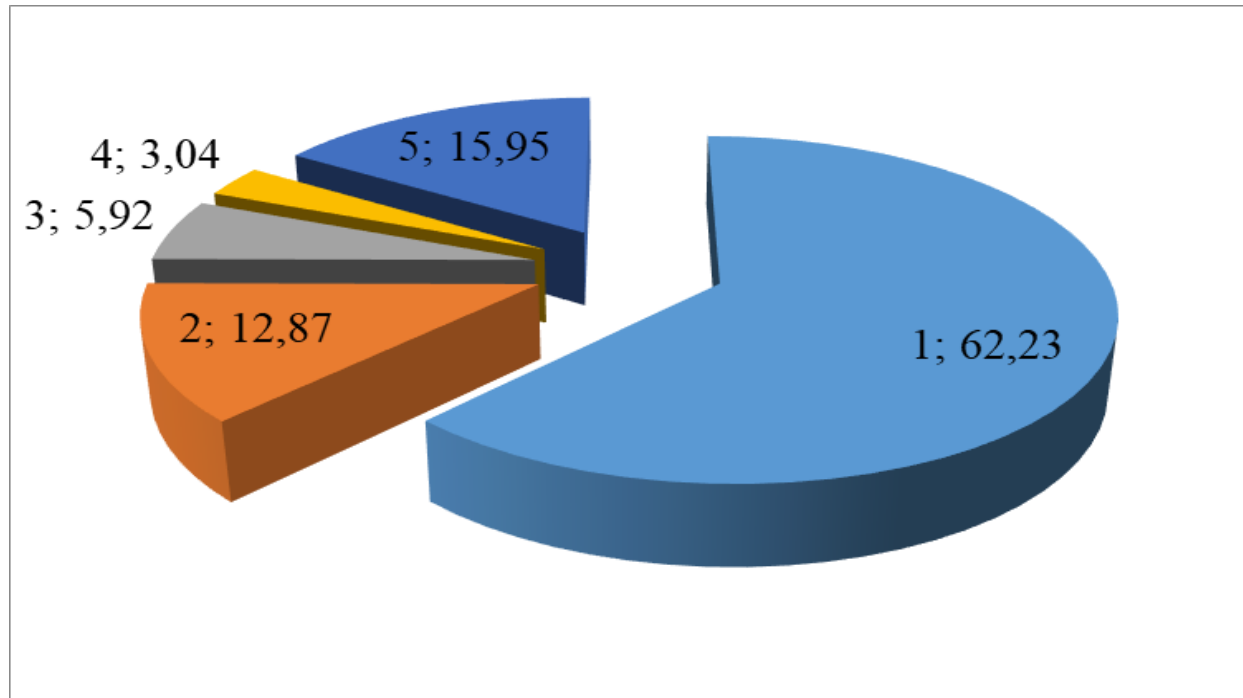
Коригування норм витрати палива УРАЛ-4320 залежно від умов руху

Базове $Q_s$ для середніх умов, л/100 км	Коригування по $V_a$		Коригування по $G_a$		Коригування по типу дороги $\Delta Q$ , л/100 км	
	$\Delta Q$ , л/100 км	$V_a$ , км/ГОД	$\Delta Q$ , л/100 км	$G_a$ , т		
39,3	+10,1	30	-8,5	0	-10,5	Асфальтобетон
	+7,1	60	+11,7	12,0	0	Суха ґрунтова
					13,3	Мокра ґрунтова

# **ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТИ ПАЛИВА ВІЙСЬКОВИМИ АВТОМОБІЛЯМИ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ СОБІВАРТОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ**

Аналіз бойової та повсякденної діяльності 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України є основою будь-якого управлінського рішення. З позиції логістичних досліджень аналіз бойової та повсякденної діяльності дозволяє виявити власні можливості військової частини і оцінити відповідність наявних ресурсів вибраним стратегічним цілям, у тому числі логістичним.

Для об'єктивної оцінки результатів бойової та повсякденної діяльності конкретної військової частини доцільно використовувати системно-матричний діагностичний аналіз і системний комплексний аналіз.



1 - матеріальні затрати; 2 - витрати на оплату праці; 3 - відрахування на соціальні заходи; 4 – амортизація; 5 - інші операційні витрати

Структура експлуатаційних витрат в 2020 році

## Порівняльна характеристика витрати палива військовими вантажними автомобілями з застосуванням удосконаленої методики

Статті матеріальних затрат	Матеріальні затрати по існуючій методиці, грн.	Матеріальні затрати по удосконаленій методиці, грн	Відношення зміни матеріальних затрат, %
Бензин	601200	540000	10,2
Дизельне паливо	1297200	1272000	2,2
Разом	1898400	1812000	4,6

За допомогою удосконаленої методики матеріальні затрати на покупку палива для вантажних автомобілів ЗІЛ-131 та УРАЛ-4320 в кількості по 18 од. кожній групі 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України зменшились на 4,6%, що дає змогу зменшити витрати на закупівлю палива на 86400 гривень за рік.

В роботі розглянуті питання:

## ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

- аналіз умов праці;
- заходи по техніці безпеки

## БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.


- організаційно-управлінські заходи запобігання і усунення надзвичайної ситуації на об'єкті.

## ВИСНОВКИ

В Збройних Силах України автомобільна техніка є основним засобом, який забезпечує оперативну і тактичну рухомість військ, є базою під монтаж комплексів озброєння і військової техніки та їх складовим елементом, визначає бойову готовність військових частин та з'єднань.

Для зменшення собівартості перевезень озброєння, вантажів та особового складу транспортними засобами у військовій частині, коштів на експлуатаційні витрати військових вантажних автомобілів виникла необхідність проведення дослідження щодо удосконалення методики визначення витрати палива в залежності від режимів експлуатації транспортних засобів.






В роботі розглянуто вимоги керівних документів щодо планування експлуатації та ремонту військової автомобільної техніки. Визначено основні заходи щодо ефективного використання військової автомобільної техніки та економії моторесурсів та пального.

Обґрунтовано основи планування експлуатації і ремонту військової автомобільної техніки та порядок використання вантажних і спеціальних автомобілів, наведено особливості бойового застосування військової автомобільної техніки.


Наведено види ремонту військової автомобільної техніки та розглянуто їх складові. Проаналізована система ремонту автомобільної техніки у Збройних Силах України та проведено порівняння методів організації процесу ремонту.



Визначено різні види норм по витраті палива які встановлюються для військових автомобілів, які показали, що нормативні витрати встановлюють по звітних документах, форми яких розробляються автомобільною службою військової частини. У цих документах мають бути приведені умови експлуатації, до яких можуть бути застосовані відповідні коригуючі коефіцієнти базової норми, які враховують вплив на вжиток палива тих або інших умов.

Удосконалена методика визначення витрати палива військовими автомобілями в залежності від умов руху.


Проведено теоретичні дослідження характеристик і параметрів вантажних військових автомобілів в різних умовах руху, за допомогою математичної моделі, яку розробили для дослідження показників руху автомобілів на дорогах з асфальтобетонним та ґрунтовим покриттям.



Проаналізовані зміни потужності двигуна яка використовується в залежності від різних умов руху вантажних військових автомобілів, в результаті чого, отримано аналітичні залежності, за допомогою яких можливо визначити лінійні витрати палива вантажних військових автомобілів при різних умовах руху.


Удосконалена багатофакторна методика спрощеного розрахунку лінійної витрати палива при русі вантажних військових автомобілів і основних факторів, що формують умови руху (швидкості руху, завантаження, типу і стану дороги), яка дозволяє сформуванати багатофакторне нормування лінійної витрати палива для конкретних умов руху.

Практично для кожного типу і стану дороги і завантаження вантажних військових автомобілів визначено певні значення швидкості руху , яка забезпечує найменшу витрату палива, що дозволяє розробити відповідні рекомендації для практичного водіння.



Проведено аналіз бойової та повсякденної діяльності 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України, за допомогою системно-матричного діагностичного аналізу та системно-комплексного аналізу.

При системно-матричному аналізі, досліджено систему показників бойової та повсякденної діяльності 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України на основі матричної моделі. Завдяки даному аналізу оцінено рівень ефективності роботи підприємства та встановлено внутрішній резерв даної військової частини.



За допомогою системно-комплексного аналізу, оцінено фінансовий стан та фінансові результати бойової та повсякденної діяльності 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України. Досліджено структуру витрат на бойову та повсякденну діяльність 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України на вантажні перевезення за 2018 – 2020 роки.

Проведено оцінку ефективності застосування удосконаленої методики визначення витрати палива військовими вантажними автомобілями при виконанні вантажних перевезень у порівнянні з існуючою методикою для визначення структури окремих статей матеріальних затрат 131 батальйону вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України.

Дана порівняльна характеристика проводилась по окремим статтям матеріальних затрат, до яких відносилися витрати на паливо (бензин та дизельне паливо) для військових вантажних автомобілів.

Розрахункові дослідження по оцінці ефективності застосування удосконаленої методики визначення витраті палива були проведені на досліджуваній групі військових вантажних автомобілів, до якої входили вантажні автомобілі з бензиновими (ЗІЛ-131) та дизельними (УРАЛ-4320) двигунами. Дані вантажні автомобілі було обрано в зв'язку з тим, що вони найчастіше експлуатуються при різних умовах руху, мають різні: тип двигунів, вантажопід'ємність, витрату палива, технічну характеристику яка суттєво відрізняється одна від одної.

За допомогою удосконаленої методики матеріальні затрати для вантажних автомобілів з досліджуваної групи 131 батальйона вантажних автомобілів Повітряних Сил Збройних Сил України зменшились на 4,6%, що дає змогу значно зменшити витрати на паливо і тим самим зменшити собівартість перевезень вантажів.