

$$P_{сер} = \frac{u^2 \omega^2}{T} \sum_{k=1}^n \frac{\Theta_k C_k}{1 + \Theta_k^2 \omega^2} \left[ \frac{\tau_i}{2} - \frac{\Theta_k}{1 + \Theta_k^2 \omega^2} \right]. \quad (7)$$

При шпаруватості  $Q = \frac{T}{\tau_i} > 2$  і  $\tau_i \gg \Theta_k$ , що досить поширено на практиці (так, при тривалості імпульсу  $\tau_i > 10 \text{ мс}$  ця умова виконується для всіх конденсаторів, окрім електролітичних), вираз для середньої потужності має вигляд:

$$P_{сер} = \frac{u^2 \omega^2 \tau_i}{2T} \sum_{k=1}^n \frac{\Theta_k C_k}{1 + \Theta_k^2 \omega^2}. \quad (8)$$

Цей вираз, з урахуванням шпаруватості  $Q$ , еквівалентний відомій формулі для втрат в конденсаторі при його навантаженні синусоїдальною напругою:

$$P_{сер} = \frac{u^2 \omega C \text{tg} \delta}{1 + \text{tg}^2 \delta} \cdot \frac{1}{Q}. \quad (9)$$

Найпростіший вираз маємо для випадку, коли постійна часу релаксації значно менша періоду напруги заповнення імпульсу  $\Theta_k \ll \frac{1}{\omega}$ :

$$P_{сер} = \frac{u^2 \omega^2}{2} \cdot \frac{\tau_i}{T} \sum_{k=1}^n \Theta_k C_k = \frac{u^2}{2} \omega C \text{tg} \delta. \quad (10)$$

Одержані розрахункові співвідношення зв'язують параметри електричного навантаження і реакцію конденсатора на його дію та можуть бути використані для оцінки ступеня придатності конденсатора даного типоміналу в заданих умовах експлуатації.

### Література

1. Справочник по расчету режимов работы электрических конденсаторов / [О.Л. Мезенин, М.Н. Гураевский, В.В. Конотоп, Б.Г. Набока]; под ред. О.Л. Мезенина. – К. : Техніка, 1987. – 168 с.
2. Шалимов Ю.Н., Мандрыкина И.М., Литвинов Ю.В. Оптимизация электрохимического процесса обработки алюминиевой фольги в производстве конденсаторов / Шалимов Ю.Н., Мандрыкина И.М., Литвинов Ю.В. – Воронеж : ВГТУ, 2000. – 343 с.
3. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Интеграл\\_Дюамеля](http://ru.wikipedia.org/wiki/Интеграл_Дюамеля)

Надійшла 2.11.2012 р.  
Рецензент: д.т.н. Шинкарук О.М.

УДК 629.33.016

О.В. ГЕРАСИМЮК

Національна академія Державної прикордонної служби України, м. Хмельницький

## ВПЛИВ УМОВ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА РІВЕНЬ ЇХ БЕЗВІДМОВНОСТІ

*В статті проведено групування чинників умов використання автомобільних транспортних засобів органів охорони кордону, що впливають на рівень їх безвідмовності, у типи за інтенсивністю агресивної дії, формалізовані можливі закономірності їх впливу у графічному вигляді та запропоновано загальний вигляд математичних моделей цих закономірностей.*

*Ключові слова: автомобільний транспортний засіб, рівень безвідмовності, сезонні чинники.*

*Grouping of factors of terms of the use of motor-car transport vehicles of organs of guard of border is conducted in the article, that influence on the level of their faultlessness, in types after intensity of aggressive action possible conformities to law of their influencing are formalized in a graphic kind and the general view of mathematical models of these conformities to law is offered.*

*Keywords: motor vehicle, level of reliability, seasonal factors.*

**Вступ.** Автомобільні транспортні засоби (АТЗ) володіють рядом властивостей, рівень реалізації яких істотно залежить від умов використання. Саме тому при проведенні наукових дослідженнях направлених на вивчення процесів, що призводять до зміни технічного стану АТЗ потрібно, поряд з іншими чинниками, розглядати вплив умов їх використання. З цією метою автором запропоновано виділення всередині системи експлуатації АТЗ підсистеми "Автомобілі – умови використання" (А – УВ). При функціонуванні вказаної підсистеми виникає реакція  $R$ , направлена в зовнішню по відношенню до неї сторону (рис. 1).

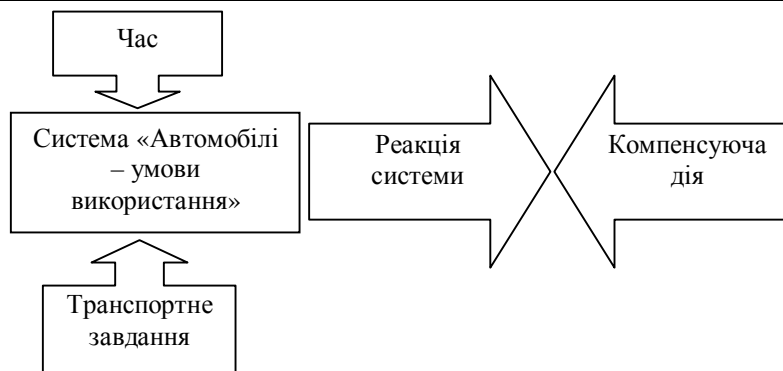


Рис. 1. Підсистема "Автомобілі – умови використання"

Для ефективного використання АТЗ, що набуває особливого значення в системі охорони державного кордону необхідно компенсувати цю реакцію, тобто відновлювати, або, іншими словами, забезпечувати стійкість підсистеми А – УВ. За відсутності компенсації або недостатнього її рівня дана підсистема регресує і переходить в стан відмови, що обумовлює низьку оперативність реагування підрозділів охорони кордону на обстановку на кордоні, тобто знижує ефективність охорони кордону на певній ділянці, а також збільшуються витрати на утримання автомобільних транспортних засобів. Разом з тим для того, щоб компенсуюча дія відповідала реакції системи, необхідно знати закономірність її зміни в часі  $T$ , тобто  $R = f(T)$ .

**Постановка завдання.** Для визначення компенсуючих дій щодо впливу умов експлуатації необхідно визначення переліку сезонних чинників, які істотно впливають на рівень безвідмовності АТЗ.

**Основний зміст.** Під час розв'язання цієї задачі спочатку був сформований початковий перелік сезонних чинників. Ці чинники розбиті на три групи: кліматичні, дорожні, транспортні [1].

Перелік складений на основі аналізу виконаних раніше досліджень [1– 3]. Дані чинники зведено автором у три характерних групи за інтенсивністю їх впливу (табл. 1).

Вид закономірності впливу умов використання на зміну рівня безвідмовності залежить від типу чинника. Узагальнення результатів раніше виконаних робіт, а також підсумків проведених досліджень дозволило систематизувати закономірності впливу сезонних чинників на рівень безвідмовності. Можливий вид цих закономірностей представлений на рис. 2– 4.

Таблиця 1

## Групування чинників умов експлуатації АТЗ

Найменування чинника	Найменування показників чинника	Тип чинника
Температура повітря	Середня місячна температура	3
Опади	Кількість днів з осіданнями за місяць	2
	Частка днів з осіданнями за місяць	2
	Середня кількість опадів за місяць	1
Швидкість вітру	Середня місячна швидкість вітру	3
Вологість повітря	Середня місячна відносна вологість	2
Сонячна радіація	Середня місячна інтегральна поверхнева щільність потоку сумарного сонячного випромінювання	1
	Енергетична експозиція прямого сонячного випромінювання	1
Стан дорожнього покриття	Коефіцієнт опору коченню	1
Швидкість руху	Середня технічна швидкість руху	1
Інтенсивність використання	Середній добовий пробіг	1

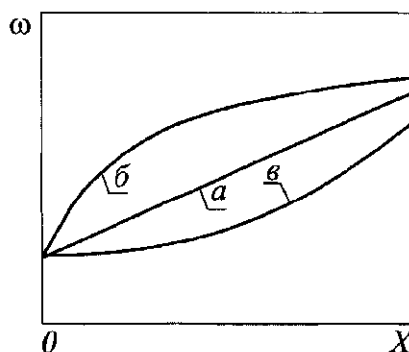


Рис. 2. Можливий вид закономірностей впливу сезонних чинників типу 1 на рівень безвідмовності АТЗ

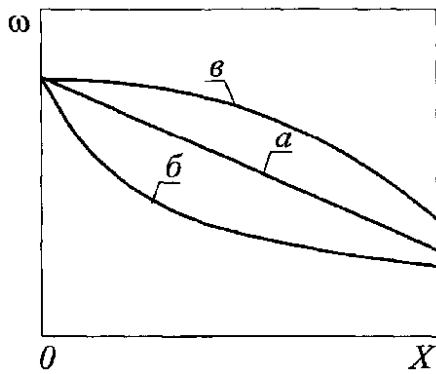


Рис. 3. Можливий вид закономірностей впливу сезонних чинників типу 2 на рівень безвідмовності АТЗ

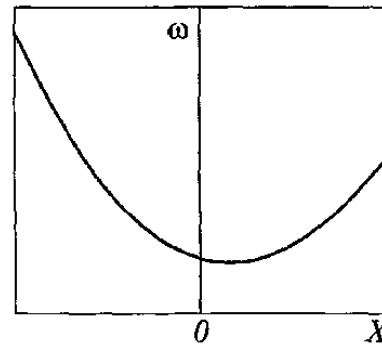


Рис. 4. Можливий вид закономірностей впливу сезонних чинників типу 3 на рівень безвідмовності АТЗ

Для опису цих закономірностей можуть бути використані наступні моделі:

лінійна  $w = a + bX$  ;

ступенева  $w = a + bX^C$  ;

експоненційна  $w = ae^{bX}$  ;

квадратична  $w = w_0 + a(\bar{X} - X_0)^2$  .

Рішення про використання тієї або іншої моделі для даних закономірностей ухвалюється на основі розробки гіпотез і результатів експерименту. На основі аналізу виконаних раніше досліджень можна з достатньою достовірністю стверджувати, що одним з найбільш значущих сезонних чинників є температура повітря. Дослідженнями впливу низьких температур на інтенсивність зношування автомобілів і їх агрегатів, систем і механізмів встановлено, що інтенсивність зношування більшості агрегатів автомобілів при низьких температурах вища, ніж в деякому діапазоні позитивних температур, що пов'язано із запізнюванням і порушенням подачі масла до вузлів тертя внаслідок збільшення його в'язкості. Крім того, при низьких температурах знижується пластичність металевих деталей і еластичність гумотехнічних виробів, зростає вірогідність їх руйнування. При високих температурах знижується в'язкість масла в агрегатах автомобілів, зменшується товщина і міцність масляної плівки, підвищується температура робочих поверхонь, що веде до збільшення інтенсивності зношування деталей [4, 5].

Таким чином, є оптимальна температура, при якій показники надійності знаходяться на оптимальному рівні. Як при пониженні температури, так і при її підвищенні показник надійності погіршується, а при якійсь певній температурі він повинен мати мінімум.

Таким чином, висунута гіпотеза, що є для опису досліджуваної залежності можна використовувати рівняння параболи [6]:

$$w = w_0 + s(t - t_0)^2,$$

де  $w_0$  – оптимальний (мінімальний) параметр потоку відмов, відповідний оптимальній температурі повітря;

$s$  – параметр чутливості по параметру потоку відмов до зміни температури повітря;

$t$  – температура навколишнього повітря;

$t_0$  – оптимальне значення температури повітря, відповідне мінімальному параметру потоку відмов.

Для математичної апроксимації закономірностей впливу інших чинників моделі підбираються експериментально із запропонованих вище типів, виходячи з умов як найкращої апроксимації. У разі одночасного впливу декількох чинників передбачається використання адитивних багатофакторних моделей. Наприклад, вплив температури повітря і частки днів з осіданнями може бути описане наступною адитивною моделлю

$$w_{\text{об.}} = a + b(t - t_0)^2 + ce^{fD}.$$

При використанні адитивної моделі після визначення загального вигляду вирішується питання про включення в неї змішаних ефектів. Аналіз результатів раніше виконаних досліджень показує, що в більшості випадків опис процесів зміни показників якості автомобілів і їх елементів адекватно відбитий адитивними моделями на головних ефектах. Але в окремих випадках залежність може бути апроксимована з достатньою точністю і достовірністю тільки моделлю із змішаними ефектами. Отже, у кожному конкретному випадку вид моделі необхідно вибирати з урахуванням особливостей процесу, що вивчається, на основі аналізу отриманих після експерименту значень параметрів і статистичних характеристик моделі зі змішаними ефектами і моделі на основних ефектах. Рішення питання про використання моделі з ефектами, що змішали, або без них в умовах статистично значущих взаємодій може бути зведено до пошуку компромісу між складністю моделі, точністю і ефективністю її оцінювання, простотою і наочністю змістовної інтерпретації її параметрів.

**Висновки.** Таким чином, в даній статті у систематизованому вигляді представлені чинники умов

використання автомобільних транспортних засобів органів охорони кордону, що впливають на рівень їх безвідмовності. При цьому проведено групування вказаних вище чинників у типи за інтенсивністю агресивної дії, формалізовані можливі закономірності їх впливу у графічному вигляді та запропоновано загальний вигляд математичних моделей цих закономірностей. Дані аналітичні залежності відкривають можливість математичної апроксимації механізму дії умов використання автомобільних транспортних засобів органів охорони кордону на рівень їх безвідмовності з метою проведення адаптивних профілактико-відновлювальних впливів.

### Література

1. Методика оцінки ефективності функціонування системи технічного обслуговування і ремонту автомобільної техніки Державної прикордонної служби України. Звіт про НДР / Науково-дослідний інститут ДПСУ – № 204-0001 К. – Хмельницький, 2004. – 130 с.
2. Герасимюк О.В. Проблематика експлуатації автотранспортних засобів в відділах Державної прикордонної служби України / О.В. Герасимюк // Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України ім. Б. Хмельницького. – Хмельницький, 2007. – № 40. – С. 27–28.
3. Герасимюк О.В. Проблематика обґрунтування періодичності технічного обслуговування автотранспортних засобів органів охорони Державного кордону / О.В. Герасимюк // Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України ім. Б. Хмельницького. – Хмельницький, 2007. – № 42. – С. 46–48.
4. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Технологія : [підруч. для студ. вищ. навч. закл.] / О.А. Лудченко. – К. : Вищ. шк., 2007. – 527 с.
5. Подчинок В.М. Эксплуатация военной автомобильной техники / Подчинок В.М. – Рыбинск : Изд. ОАО «РДП», 1997. – 534 с.
6. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория вероятностей и ее инженерное приложение / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М. : Наука, 1988. – 480 с.

Надійшла 12.11.2012 р.  
Рецензент: д.т.н. Лисий М.І.

УДК 623.438,486,762

А.В. КРИЖНИЙ, П.В. ОПЕНЬКО  
Національний університет оборони України, Київ

## ПРОБЛЕМАТИКА ЕКОНОМІЧНО-РАЦІОНАЛЬНОЇ ДОВГОВІЧНОСТІ В КОНТЕКСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТІЙКОСТІ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

*В статті наведено напрям вирішення проблеми забезпечення функціональної стійкості складної технічної системи за умови врахування впливу технічної, моральної та економічно-раціональної компоненти довговічності на відповідні зразки систем (комплексів), сформульований методичний підхід, використання якого дасть можливість встановити оптимальні терміни служби зразків систем (комплексів) або їх конструктивних і неконструктивних елементів з урахуванням економічної складової.*

*Ключові слова: економічно-раціональна довговічність, технічні системи, стійкість.*

*The article shows the direction of the problem the functional stability of complex technical systems, subject to the influence of technical, moral and economically rational component longevity of the relevant samples systems (complexes), formulated methodological approach, the use of which will allow to establish the optimum service life examples of systems (complex) or constructive and unconstructive elements including economic component.*

*Keywords: economically rational durability, technical systems, stability.*

**Вступ.** Практика обґрунтування структури складних технічних систем (СТС) різноманітного призначення свідчить про необхідність підтримання досить високого рівня ефективності їх застосування протягом тривалого часу [1]. При цьому сучасні системи (комплекси) характеризуються складністю розв'язуваних задач, багатофункціональністю, залученням величезної кількості комплектуючих виробів (вузлів, блоків, субблоків, чарунок та складових елементів) – усе це веде до зростання значимості проблеми надійності, як основної компоненти функціональної стійкості (ФС), і необхідності її вирішення, тому що саме рівень надійності стає усе більш значущим фактором стійкого і тривалого функціонування СТС [2].

**Постановка проблеми.** Для забезпечення значень експлуатаційних характеристик, заданих нормативно-технічною документацією, проводиться ряд заходів, що відображають сутність процесу експлуатації і характеризуються рядом показників, наведених в [3]. Відповідна планово-попереджувальна система технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) була орієнтована, перш за все, на підтримання відповідних систем озброєння в визначеній ступені технічної готовності за рахунок проведення високвитратного регламентованого технічного обслуговування і капітальних ремонтів, та мала у своєму