

**ISSN 2524-0056(Print)**  
**ISSN 2519-481X(Online)**

**ВІЙСЬКОВИЙ ІНСТИТУТ  
КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

**ВІЙСЬКОВОГО ІНСТИТУТУ  
КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Виходить 4 рази на рік**

**Випуск № 57**

**КИЇВ – 2017**

УДК621.43  
ББК 32-26.8-68.49

**Збірник наукових праць** Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К.: ВІКНУ, 2017. – Вип. № 57. – 265 с.

	<b>Голова редакційної колегії:</b>
<b>Ленков С.В.</b>	доктор технічних наук, професор;
	<b>Члени редакційної колегії:</b>
<b>Білик Л.І.</b>	доктор педагогічних наук, професор;
<b>Вербицький В.В.</b>	доктор педагогічних наук, професор;
<b>Замаруєва І.В.</b>	доктор технічних наук, професор;
<b>Заславський В.А.</b>	доктор технічних наук, професор;
<b>Кравченко Ю.В.</b>	доктор технічних наук, професор;
<b>Кучерявий А.О.</b>	доктор педагогічних наук, доцент;
<b>Лепіх Я.І.</b>	доктор фізико-математичних наук, професор;
<b>Марушкевич А.А.</b>	доктор педагогічних наук, професор;
<b>Оксіюк О.Г.</b>	доктор технічних наук, професор;
<b>Плахотнік О.В.</b>	доктор педагогічних наук, професор;
<b>Прохоров О.А.</b>	кандидат педагогічних наук, доцент;
<b>Сейко Н.А.</b>	доктор педагогічних наук, професор;
<b>Сєлюков О.В.</b>	доктор технічних наук, старший науковий співробітник;
<b>Слюсаренко Н.В.</b>	доктор педагогічних наук, професор;
<b>Толок І.В.</b>	кандидат педагогічних наук;
<b>Шарій В.І.</b>	доктор військових наук, професор;
<b>Шаронова Н.В.</b>	доктор технічних наук, професор;
<b>Білик Л.І.</b>	доктор педагогічних наук, професор.

*Редакційна колегія прагне до покращення змісту та якості оформлення видання і буде вдячна авторам та читачам за висловлювання зауважень та побажань.*

Зареєстровано Міністерством юстиції України, свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації - серія КВ № 11541 – 413Р від 21.07.2006 р.

Відповідно до Наказу МОН України від 16.05.2016 № 515 «Збірник наукових праць ВІКНУ імені Тараса Шевченка» внесено до переліку наукових фахових видань із технічних наук, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

Затверджено на засіданні вченої ради ВІКНУ від 16.11.17 р., протокол № 3.

Відповідальні за макет:  
Ряба Л.О., Солодєєва Л.В.

Відповідальність за новизну і достовірність наведених результатів, тактико-технічних та економічних показників і коректність висловлювань несуть автори. Точка зору редколегії не завжди збігається з позицією авторів. Усі матеріали надруковані в авторській редакції.

Примірники збірників знаходяться у Національній бібліотеці України ім. В.І. Вернадського, науковій бібліотеці ім. М. Максимовича та у бібліотеці Військового інституту.

«Збірник наукових праць ВІКНУ імені Тараса Шевченка» індексується в Google Scholar.

Адреса редакції: 03189, м. Київ, вул. Ломоносова, 81 тел./факс +38 (044) 521 – 33 – 82  
Наклад 300 прим.

Ел.адреса редактора: lenkov\_s@ukr.net  
Офіційний сайт журналу: <http://miljournals.knu.ua/>

## ТЕХНІКА

<b>Барабаш О.В., Дахно Н.Б.</b> Двокроковий варіаційно-градієнтний метод в системах підтримки прийняття рішень для управління безпілотними літальними апаратами.....	7
<b>Гурман І.В., Муляр І.В., Осипа В.О., Козак С.В.</b> Керування електронними пристроями за допомогою жестів.....	15
<b>Жиров Г.Б.</b> Алгоритм моделювання процесів технічного обслуговування за ресурсом складних радіоелектронних об'єктів.....	24
<b>Журавська І.М., Мусієнко М.П.</b> Мобільна система керування гетерогенною рухомою мережею безпілотних літальних апаратів.....	30
<b>Лисий М.І., Бабій Ю. О.</b> Аналіз засобів розпізнавання переміщення рухомого об'єкту в напрямку на сейсмічний засіб охорони позиції спостереження.....	40
<b>Пампуха І.В., Нікіфоров М.М., Стеля О.Б., Катричук Д.О.</b> Методологія визначення внутрішніх параметрів цифрової фотокамери шляхом її калібрування.....	47
<b>Савков П.А., Охрамович М.М., Левінська Н.В., Мельник Ю.В.</b> Аналіз місцевості за допомогою безпілотних літальних апаратів та мобільних додатків.....	56
<b>Толок І.В.</b> Аналітична модель управління ефективністю профілактико-відновлювальних заходів автотехніки.....	62
<b>Хлапонін Ю.І., Боровік Б., Кольцов Р.Ю.</b> Алгоритм моделювання планових ремонтів складних технічних об'єктів та систем.....	69
<b>Banzak G.V., Tsytsarev V.M., Leschenko O.I., Bondarenko T.V.</b> Technique of optimization parameters of strategy regulated maintenance service.....	73
<b>Maslov O.V., Mokritsky V.A., Sokolov A.V.</b> Analysis of the application of cdznte detectors for control of initial enrichment of fresh nuclear fuel for overloading.....	79
<b>Mokritskij V.A., Maslov O.V., Banzak O.V.</b> The detector on basis of CdZnTe-gauge for systems radiating-technological control.....	89

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

<b>Гунченко Ю.О., Джулій В.М., Красильников С.Р., Солодєєва Л.В., Чешун Д.В.</b> Методи аналізу та синтезу розробки web – додатків.....	96
<b>Джулій В.М., Красильников С.Р., Божук С.О.</b> Методи та алгоритми виявлення атак в бездротових мережах передачі даних.....	104
<b>Дячук А.О., Матеюк О.П., Ряба Л.О.</b> Вплив використання засобів інформаційних технологій на прийняття управлінських рішень майбутніми фахівцями-екологами.....	113
<b>Колачов С.П., Мазниченко Ю.А., Міщенко А.О., Вавасова О.С.</b> Аналіз методів та алгоритмів відображення інформації зі зв'язку з використанням геоінформаційних технологій.....	119
<b>Ленков С.В., Хмельницький Ю.В., Обертюк І.В.</b> Особливості та загальні принципи інтелектуального управління телекомунікаційною мережею.....	127
<b>Марченко О.О., Марченко-Бабіч О.М.</b> Багатомірна модель оцінювання семантичної забарвленості природномовних текстів .....	137
<b>Мясищев А.А., Ленков Е.С., Полозова В.М.</b> Налаштування PID регуляторів и GPS модуля для прошивки MEGAPIRATENG польотного контролера на базі ARDUINO MEGA2560.....	143
<b>Огнєвий О.В., Краснік А.В., Байдюк М.М.</b> Модель інформаційної взаємодії для опису процесів розмежування доступу до інформаційних сервісів.....	152
<b>Пампуха І.В., Барабаш О.В., Мусієнко А.П., Коваль М.О.</b> Діагностична модель бездротової сенсорної мережі на основі взаємних перевірок елементів мережі.....	160
<b>Сєлюков О.В., Хмельницький Ю.В., Яковлєв Д.П.</b> Забезпечення достовірності	

передачі інформації та сервісних послуг для високошвидкісних мереж при завадах.....	168
<b>Скрипка А.О., Ліманська О.Л., Ляшенко Г.Т., Шугалій О.О.</b> Аналіз існуючих геоінформаційних технологій, що використовуються в Збройних Силах України та арміях провідних країн світу.....	179
<b>Хірх-Ялан В.І., Жиров Г.Б., Литвиненко Н.І., Жиров Б.Г., Писаренко Р.В.</b> Методика створення навігаційних карт на основі цифрової бази даних.....	186
<b>Шевченко Г.В., Барабаш О.В.</b> Методика оцінки ефективності прийняття рішення щодо застосування інформаційної технології таргетингу в умовах конкуренції і неповної інформованості.....	192

## ГУМАНІТАРНІ АСПЕКТИ ЗБРОЙНИХ СИЛ

<b>Горячева К.С.</b> Аналіз тенденцій розвитку сучасної політичної і економічної системи України, долання кризових ситуацій.....	204
<b>Махинько В.М., Черниш Л.М., Прищепчук М.О.</b> Високобілковий хліб для військовослужбовців.....	209
<b>Міщенко А.О., Пантась С.О., Шугалій О.О., Гетьман А.В.</b> Вплив психологічних факторів на виникнення бойового стресу у військовослужбовців під час проведення АТО.....	215

## ПЕДАГОГІКА

<b>Артемов В.Ю., Литвиненко Н.І.</b> Новітні підходи до виховної роботи у вищих навчальних закладах зі специфічними умовами навчання.....	222
<b>Даваасурэн Мунхжаргал.</b> Фундаментальные принципы устойчивого развития в образовании с опорой на традиционное мышление монголов.....	229
<b>Черних Ю.О., Черних О.Б.</b> Основи організації та функціонування системи військової освіти Німеччини – аналітичний огляд.....	238
Дані про авторів.....	249
Алфавітний покажчик.....	254

## TECHNICS

<b>Barabash O.V., Dakhno N.B.</b> Two-step variational-gradient method in a decision support system for control unmanned aerial vehicles.....	7
<b>Gurman I.V., Mulyar I.V., Osupa V.A., Kozak S.V.</b> Control electronic devices using gestures.....	15
<b>Zhirov G.B.</b> Algorithm for modeling maintenance processes for the resource of complex radioelectronic objects.....	24
<b>Zhuravska I.M., Musiyenko M.P.</b> Mobile control system for heterogeneous movable network based on unmanned vehicles.....	30
<b>Lisyy N., Babiy Yu.</b> Analysis of means of recognition of movement a mobile object in the sector on the seismic protection of the position observation.....	40
<b>Pampuha I.V., Nikiforov M.M., Stelia O.B., Katrychuk D.O.</b> Methodology of determination of internal parameters of digital photcamera by its calibration.....	47
<b>Savkov P., Ohramovych M.M., Levinskova N.V., Melnyk Yu.V.</b> Area analysis with using unmanned aerial vehicles and mobile applications.....	56
<b>Tolok I.V.</b> Analytical model of managing the efficiency of preventive and restorative activities of autobranets.....	62
<b>Khlaponin Yu.I., Borowik B., Koltsov R.Yu.</b> Algorithm for simulation of planned repairs of complex technical objects and systems.....	69
<b>Banzak G.V., Tsytsarev V.M., Leschenko O.I., Bondarenko T.V.</b> Technique of optimization parameters of strategy regulated maintenance service .....	73
<b>Maslov O.V., Mokritsky V.A., Sokolov A.V.</b> Analysis of the application of CdZnTe detectors for control of initial enrichment of fresh nuclear fuel for overloading.....	79
<b>Mokritskij V.A., Maslov O.V., Banzak O.V.</b> The detector on basis of CdZnTe-gauge for systems radiating-technological control.....	89

## INFORMATION TECHNOLOGIES

<b>Gynchenko Y.A., Dzhulij V.M., Krasilnikov S.R., Solodeeva I.V., Chechun D.V.</b> Methods and algorithms web application development.....	96
<b>July V.N., Krasilnikov S.R., Bozhuk S.O.</b> Methods and algorithms of attack detection in wireless data networks.....	104
<b>Dyachuk A.A., Mateyuk O.P., Riaba L.O.</b> The influence of use of information techniques for administrative management solutions for future factors-ecologists.....	113
<b>Kolachov S.P., Maznychenko Ju.A., Mishchenko A.A., Vavasova O.S.</b> Analysis of methods and algorithms displaying information connected with the use of geoinformation technologies.....	119
<b>Lenkov S.V., Khmelnitsky, Yu.V., Obertyuk I.V.</b> Features and general principles of intellectual telecommunication network management.....	127
<b>Marchenko O.O., Marchenko-Babich O.M.</b> Multidimensional model of natural language texts semantic colouring assesment.....	137
<b>Myasishev O.A., Lenkov Ye.S., Polozova V.M.</b> Adjustment of PID regulators and GPS module for flashing MEGAPIRATENG flight controller based on ARDUINO MEGA2560.....	145
<b>Ognievyyi O.V., Krasnik A.V., Baydyuk N.N.</b> Model of information interaction for the description of processes of differentiation of access to information services.....	152
<b>Pampuha I.V., Barabash O.V., Musienko A.P., Koval M.O.</b> Diagnosis model of the wireless sensor network on the basys of network elements mutual checkouts.....	160
<b>Selyukov A.V., Khmelnitsky Yu.V., Yakovlev D.P.</b> Providing the reliability of information transmission and service for high-speed networks in obstacles.....	168

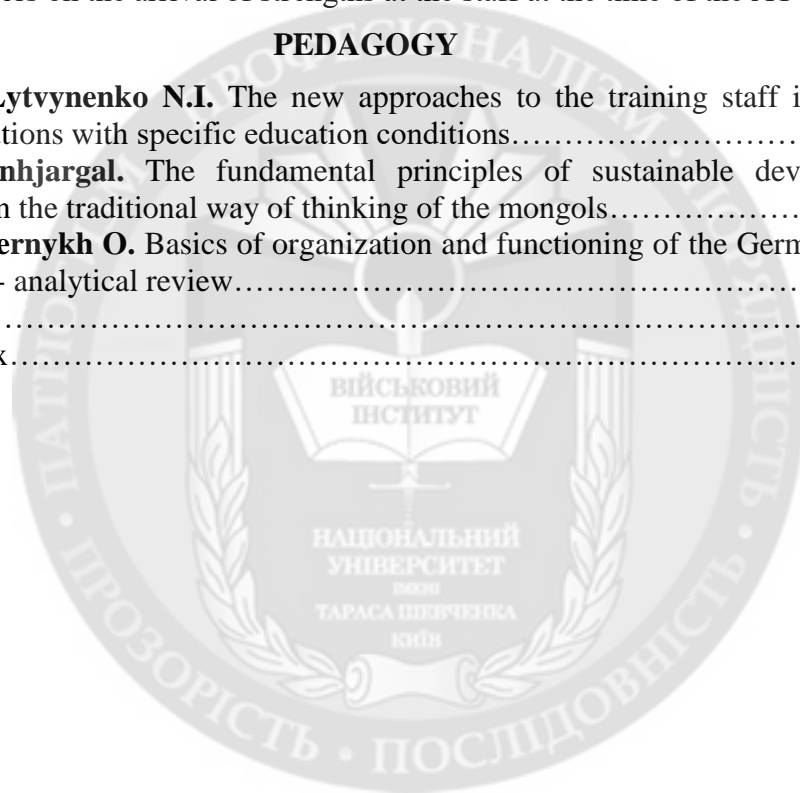
<b>Skripka A.A., Limanskaya A.L., Lyashenko A.T., Shugaly O.A.</b> Analysis of existing geo-informational technologies used in the armed forces of Ukraine and the army of the leading countries of the world.....	<b>179</b>
<b>Khirkh-Ialan V.I., Zhyrov G.B., Lytvynenko N.I., Zhyrov B.G., Pisarenko R.V.</b> Method of creation of navigation card based on digital basis of data.....	<b>186</b>
<b>Shevchenko H.V., Barabash O.V.</b> Evaluation of decision making effectiveness about targeting informational technology application under competition and insufficient information.....	<b>192</b>

#### **HUMANITARIAN ASPECTS OF ARMED FORCES**

<b>Goryacheva K.S.</b> Analysis of trends for the development of the modern political and economic system of ukraine, the transfers of crises.....	<b>204</b>
<b>Makhinko V.M., Chernysh L.M., Pryshchepchuk M.O.</b> High-protein bread for servicemen.....	<b>209</b>
<b>Mischenko A.O., Pantas S.O., Shugaliy O.O., Hetman A.V.</b> The influence of psychological factors on the arrival of strengths at the staff at the time of the ATO.....	<b>215</b>

#### **PEDAGOGY**

<b>Artemov V.U., Lytvynenko N.I.</b> The new approaches to the training staff in the higher educational institutions with specific education conditions.....	<b>222</b>
<b>Davaasuren Munhjargal.</b> The fundamental principles of sustainable development in education based on the traditional way of thinking of the mongols.....	<b>229</b>
<b>Chernykh J., Chernykh O.</b> Basics of organization and functioning of the Germany military education system - analytical review.....	<b>238</b>
Data on authors.....	<b>249</b>
Alphabetical index.....	<b>254</b>



## АНАЛІТИЧНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ЕФЕКТИВНІСТЮ ПРОФІЛАКТИКО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ЗАХОДІВ АВТОБРОНЕТЕХНІКИ

*Автомобільна та бронетанкова техніка ЗСУ, відноситься до класу відновлювальних об'єктів тривалого використання. Для забезпечення відповідного рівня надійності, в процесі експлуатації проводиться їх технічне обслуговування і ремонт, параметри яких безпосередньо впливають на зазначені показники.*

*В статті введено поняття прямого керуючого впливу на рівень відновлення. Розглядається дві моделі першого наближення, якими вдається вирішити задачу в елементарних функціях і які відповідають природним уявленням про процес відновлення.*

*Розроблена математична модель керування процесом відновлення. Її практична результативність у вирішальній мірі залежить від ступеню обґрунтованості й об'єктивності вихідних диференціальних співвідношень. У цьому сенсі в статті розроблені і показані рівняння процесу керування. Автор спробував застосувати один з можливих підходів по підвищенню ефективності середніх ремонтів у противагу відсутній базі капітальних ремонтів, реалізація такого підходу здатна підвищити рівень технічного стану автобронетехніки.*

*Ключові слова: рівень надійності, процес відновлення, математична модель, технічний стан автобронетехніки.*

**Вступ.** Складні технічні об'єкти спеціального призначення, а саме автомобільна та бронетанкова техніка (АБТ) ЗСУ, відноситься до класу відновлювальних об'єктів тривалого використання. Для забезпечення відповідного рівня надійності, в процесі експлуатації та зменшення вартості експлуатації зазвичай проводиться їх технічне обслуговування і ремонт (ТОіР), параметри яких безпосередньо впливають на зазначені показники. Таким чином, визначення оптимальних параметрів проведення ТОіР є актуальною задачею. Однією із багатьох задач, яку необхідно розв'язати, для вирішення загальної проблеми оптимізації

процесу ТОіР є задача розробки алгоритму оптимізації параметрів процесу технічного обслуговування плановим чи за станом з постійною періодичністю контролю за різними критеріями.

**Аналіз публікацій та постановка завдання.** Відмінність моделей оптимізації процесу технічної експлуатації АБТ полягає в необхідності аналітичного опису систем ТОіР із врахуванням наявних структур та часових резервів, які використовуються для проведення ТОіР [1,2]. Це дозволяє оптимізувати періодичність проведення технічного обслуговування та визначити показники якості в реальних умовах експлуатації та бойових дій [3,4].

Автором проаналізовані існуючі в Україні математичні моделі, що оптимізують (раціоналізують) процеси експлуатації і перш за все ТОіР [5-13] та матеріали фундаментальних досліджень в цій предметній галузі [9,14-18 та інші]. Цей аналіз показав, що створення аналітичної моделі управління ефективністю профілактико-відновлювальних заходів авто бронетехніки є актуальною задачею.

**Виклад основних результатів.** Представимо об'єкт АБТ як типовий зразок озброєння і військової техніки у вигляді системи, що складається з  $q$  основних блоків (функціональних систем, вузлів, що виконують певну закінчену функцію) та, які безумовно необхідні для безвідмовної роботи АБТ. Прийmemo, що при наробітку за фактом середнього ремонту повному агрегатному відновленню піддані  $m(x)$  блоків, прямим ремонтним операціям  $n(x)$  блоків, не ремонтуються  $l(x)$  блоків, так що  $q = m(x) + n(x) + l(x)$ . Функція керування, як відношення  $m(x)$  та  $n(x)$  за інших рівних умов виконання ремонту і післяремонтної експлуатації має такий вигляд:

$$u(x) = \frac{m(x)}{n(x)} = \frac{m(x)}{q} \cdot \frac{n(x)}{q}. \quad (1)$$

Тобто відношенням (1) визначається прямий керуючий вплив на рівень відновлення. При цьому слід відзначити, що можна заздалегідь спланувати вибір цього відношення у межах відведеного на виконання ремонтно-відновлюваних робіт матеріально-технічних ресурсів. Ремонт, що спланований по співвідношенню стратегій  $m(x)$ ,  $n(x)$  впливає на тенденцію зміни функції ефективності  $K(x)$ , слід вважати керуючим, а функцію  $u(x)$  слід вважати функцією керування, при цьому функція  $K(x)$  є функцією ефективності відновлення АБТ.

Аналітична побудова керованої моделі ефективності відновлення прийнято динамічну систему диференціальних рівнянь [6] має вигляд:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dK(x)}{dx} &= \psi_1(K(x), u(x), x) \\ \frac{du(x)}{dx} &= \psi_2(K(x), u(x), x) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

і зв'язує шукані функції  $u(x)$ ,  $K(x)$  і їхні похідні та розв'язується за початковими умовами:

$$K(0) = 1, u(0) = 0. \quad (3)$$

Системою рівнянь (2) визначається керований процес відновлення АБТ. Для її складання необхідно визначити закони розподілу змінних  $K(x)$ ,  $u(x)$ . Якщо ці закони невідомі, доводиться приймати їх умовно можливий характер, тобто, вибираються прийнятні гіпотези. Виникає складна ситуація, саме тому розглядаються дві моделі першого наближення, якими вдається вирішити задачу в елементарних функціях і які відповідають природним уявленням про процес відновлення АБТ.

При аналітичній побудові першої моделі вважаємо, що під час відсутності керуючого впливу швидкість зміни функції ефективності зберігає постійне значення:

$$\frac{dK(x)}{dx} = -a. \quad (4)$$



З іншого боку, якщо припустити, що ефективність не змінюється, то відношення стратегій  $u(x) = 0$  і, виходить, що:

$$\frac{du(x)}{dx} = 0. \quad (5)$$

У процесі послідовного проведення відновлювальних заходів вплив функції керування такий, що коефіцієнт  $a > 0$  у рівнянні (4) може тільки зменшитися. Припустимо, що це зменшення пропорційне  $u(x)$  з коефіцієнтом  $a > 0$ . У свою чергу зменшення функції ефективності  $K(x)$  призведе до того, що відношення  $u(x)$  повинно зрости. Можна припустити, що це зростання буде пропорційне  $K(x)$  з коефіцієнтом  $\beta > 0$ . З урахуванням зазначеного керування процесом відновлення, а саме рівнем ефективності відновлення, прийме вигляд системи диференціальних рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dK(x)}{dx} &= -(a - \alpha u(x)) \\ \frac{du(x)}{dx} &= \beta K(x) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

В результаті інтегрування системи рівнянь (6) шляхом диференціювання другого рівняння і заміни похідної  $\frac{dK(x)}{dx}$  в отриманій рівності її виразом з першого рівняння, одержано вираз:

$$\frac{d^2u(x)}{dx^2} - \alpha\beta u(x) = -\alpha\beta. \quad (7)$$

Це по суті є лінійним неоднорідним рівнянням 2-го порядку відносно шуканої функції  $u(x)$ . Для його вирішення застосовано метод варіації довільних постійних. При цьому однорідне рівняння, що відповідає неоднорідному рівнянню (7) набуває наступного вигляду:

$$\frac{d^2u(x)}{dx^2} - \alpha\beta u(x) = 0. \quad (8)$$

Характеристичне рівняння для виразу (8) має наступний вигляд:  $k^2 - \alpha\beta = 0$ , звідки знайдено корені:  $k_{1,2} = \pm\sqrt{\alpha\beta}$ . Тобто, загальним розв'язком однорідного рівняння (8) є функція:

$$u(x) = c_1 e^{-x\sqrt{\alpha\beta}} + c_2 e^{x\sqrt{\alpha\beta}}, \quad (9)$$

де  $c_1, c_2$  - довільні постійні інтегрування.

Щоб знайти загальне розв'язання вихідного неоднорідного рівняння (7), прийнято в рівності (9) параметри  $c_1, c_2$  залежними від  $x$  (пробігу чи часу використання АБТ):

$$u(x) = c_1(x) e^{-x\sqrt{\alpha\beta}} + c_2(x) e^{x\sqrt{\alpha\beta}}, \quad (10)$$

і для визначення функцій  $c_1(x), c_2(x)$ , як показано в теорії диференціальних рівнянь, одержимо систему

$$\left. \begin{aligned} e^{-x\sqrt{\alpha\beta}} \frac{dc_1(x)}{dx} + e^{x\sqrt{\alpha\beta}} \frac{dc_2(x)}{dx} &= 0 \\ -\sqrt{\alpha\beta} e^{-x\sqrt{\alpha\beta}} \frac{dc_1(x)}{dx} + \sqrt{\alpha\beta} e^{x\sqrt{\alpha\beta}} \frac{dc_2(x)}{dx} &= -\alpha\beta \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

В результаті перемноження першого рівняння в виразі (11) на  $\sqrt{\alpha\beta}$  і віднімання з нього другого рівняння системи одержимо:

$$2\sqrt{\alpha\beta} e^{-x\sqrt{\alpha\beta}} \frac{dc_1(x)}{dx} = \alpha\beta,$$

$$\frac{dc_1(x)}{dx} = \frac{a}{2} \sqrt{\frac{\beta}{\alpha}} e^{x\sqrt{\alpha\beta}},$$

звідки шляхом інтегруванням визначено :

$$c_1(x) = \frac{a}{2\alpha} e^{x\sqrt{\alpha\beta}} + c_1.$$

Множенням першого рівняння в виразі (11) на  $\sqrt{\alpha\beta}$  і додаванням до нього другого рівняння системи визначимо співвідношенням:

$$\frac{dc_2(x)}{dx} = \frac{a}{2} \sqrt{\frac{\beta}{\alpha}} e^{-x\sqrt{\alpha\beta}}, \quad 2\sqrt{\alpha\beta} e^{x\sqrt{\alpha\beta}} \frac{dc_2(x)}{dx} = -\alpha\beta, \quad (12)$$

звідки шляхом інтегрування одержано:

$$c_2(x) = \frac{a}{2\alpha} e^{-x\sqrt{\alpha\beta}} + c_2. \quad (13)$$

В результаті підставлення виразів (12), (13) у рівняння (10) одержимо:

$$u(x) = \frac{a}{\alpha} + c_1 e^{-x\sqrt{\alpha\beta}} + c_2 e^{x\sqrt{\alpha\beta}}. \quad (14)$$

Рівняння (14) визначає двохпараметричне сімейство керуючих функцій процесом відновлення, де  $c_1, c_2$  - параметри інтегрування.

Перевірка того, що функція (14) задовольняє рівнянню (7) через подвійне диференціювання показала, що:

$$\begin{aligned} \frac{du(x)}{dx} &= -c_1 \sqrt{\alpha\beta} e^{-x\sqrt{\alpha\beta}} + c_2 \sqrt{\alpha\beta} e^{x\sqrt{\alpha\beta}}, \\ \frac{d^2u(x)}{dx^2} &= c_1 \alpha \beta e^{-x\sqrt{\alpha\beta}} + c_2 \alpha \beta e^{x\sqrt{\alpha\beta}}. \end{aligned} \quad (15)$$

Підставляючи вираз (15) другої похідної і функцію (14) у ліву частину рівняння (7) і виконавши перетворення одержано:

$$c_1 \alpha \beta e^{-x\sqrt{\alpha\beta}} + c_2 \alpha \beta e^{x\sqrt{\alpha\beta}} - \alpha\beta - c_1 \alpha \beta e^{-x\sqrt{\alpha\beta}} - c_2 \alpha \beta e^{x\sqrt{\alpha\beta}} = -\alpha\beta.$$

Тобто ліва частина тотожно дорівнює правій частини рівняння (7). Тим самим показано, що вираз (14) є загальним розв'язком рівняння (7). Функція (4) підставлена в перше рівняння системи (6) і в результаті інтегрування одержано вираз функції керування ефективністю відновлення:

$$K(x) = -c_1 \sqrt{\frac{\alpha}{\beta}} e^{-x\sqrt{\alpha\beta}} + c_2 \sqrt{\frac{\alpha}{\beta}} e^{x\sqrt{\alpha\beta}} + c_3. \quad (16)$$

Математичні перетворення та обчислення параметрів  $c_1, c_2$  за початковими умовами (3) дозволити одержати остаточні вирази функції  $K(x)$  та  $u(x)$ :

$$\left. \begin{aligned} K(x) &= \frac{1}{2} \left[ \left( 1 + \frac{a}{\sqrt{\alpha\beta}} \right) e^{-x\sqrt{\alpha\beta}} + \left( 1 - \frac{a}{\sqrt{\alpha\beta}} \right) e^{x\sqrt{\alpha\beta}} \right] \\ u(x) &= \frac{a}{\alpha} - \frac{1}{2} \left[ \left( \frac{a}{\alpha} + \sqrt{\frac{\beta}{\alpha}} \right) e^{-x\sqrt{\alpha\beta}} + \left( \frac{a}{\alpha} - \sqrt{\frac{\beta}{\alpha}} \right) e^{x\sqrt{\alpha\beta}} \right] \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

**Висновки.** Слід відзначити, що розробка математичних моделей керування процесом відновлення і їх наступна практична результативність у вирішальній мірі залежать від ступеню обґрунтованості й об'єктивності вихідних диференціальних співвідношень. У цьому змісті в статті розроблені і показані рівняння процесу керування. Автор спробував застосувати один з можливих підходів по підвищенню ефективності середніх ремонтів у противагу відсутній базі капітальних ремонтів АБТ, реалізація такого підходу здатна

підвищити рівень технічного стану АБТ, однак вимагає для свого впровадження в практику та подальших досліджень і більш глибокого вивчення.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Толоч І.В. Определение системы технического обслуживания и ремонта автомобильной техники на предприятиях Министерства обороны Украины и ее критерии эффективности // Система управління, навігації та зв'язку. – К.: Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління, 2008. – Вип.4(18). – С. 95 – 97.
2. Толоч І.В. Удосконалення процесу технічного обслуговування складних відновлюваних об'єктів авто – та бронетехніки за допомогою імітаційної статистичної моделі // Журнал «Сучасна спеціальна техніка», м.Київ, 2016. – 4(47). – С.90 – 95.
3. Толоч І.В. Математическая модель технического обслуживания сложного восстанавливаемого объекта без учета его структуры // Журнал «Информатика та математичні методи в моделюванні». – Одеса, 2016. –Т.6, №4. - С.379 – 384.
4. Толоч І.В. Оцінка ефективності та управління змістом відновлення автомобільних транспортних засобів Збройних Сил України // Міжнародна науково-технічна конференція «Перспективи розвитку озброєння та військової техніки сухопутних військ». Львів, 2017. – С.62.
5. Ахмадеева М. М. Организационно–экономическое обоснование технического обслуживания и ремонта техники : Учеб. пос. / Ахмадеева М. М., Юнусов Г. С. – Йошкар–Ола, 1999. – 93 с.
6. Байхель Ф. Надежность и техническое обслуживание. Математический подход: Пер. с нем / Байхель Ф., Франкен П. –М.: Радио и связь, 1988. – 392 с.
7. Бандрівський М. І. Технічна експлуатація вантажних автомобілів / Бандрівський М. І., Нікіпчук С. В., Яворський Я. П. – Львів: Українські технології, 2006. – 136 с.
8. Божидарнік В. В. Основы технологии производства і ремонту автомобілів : навч. посібник для студ. вищих навч. закл. / Божидарнік В. В., Гусев А. П. - Луцький держ. технічний ун-т. – Луцьк : Надстир'я, 2007. – 320 с.
9. Модели технического обслуживания систем с избыточностью: Монография / Б.П.Креденцер, С.В.Ленков, М.И.Резников, В.В.Зубарев. – К.: Фенікс, 2002. – 192с.
10. Ковтуненко А. П., Шишанов М. А., Зубарев В. В. Основы теории восстановления эксплуатационных свойств технических систем : Монография. – К. : Книжное изд-во НАУ, 2007. – 296 с.
11. Креденцер Б. П. Модель періодичного технічного обслуговування об'єктів озброєння та військової техніки / Креденцер Б. П., Волох О. П. // Збірник наукових праць Військового інституту телекомунікацій та інформатизації Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». – Вип. № 2. – К. : ВІТІ НТУУ «КПІ», 2005. – С. 53–56.
12. Лантвойт О. Б. Експертна оцінка значимості поточних і середніх ремонтів для продовження довговічності виробу / Лантвойт О. Б. Псьол С. В., Чмир В. М. // Збірник наукових праць / Центральний науково–дослідний інститут озброєння та військової техніки ЗСУ. – К. : ЦНДІ ОВТ ЗС України, 2005. – № 14. – С. 87 – 90.
13. Лантвойт О. Б. Методичні підходи щодо синтезу системи технічного обслуговування за станом автомобільних транспортних засобів органів охорони державного кордону /Лантвойт О. Б., Преснаков В. Ф., Пустоветов В. М. // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К., 2009. – № 17. – С. 66 – 70.
14. Барзилович Е. Ю. Организация обслуживания при ограниченной информации о надежности системы / Барзилович Е. Ю., Каштанов В. Н. – М. : Сов. радио, 1975. – 136 с.
15. Барзилович Е. Ю. Модели технического обслуживания сложных систем : Учебное пособие. –М. : Высш. школа, 1982. – 253 с.
16. Барлоу Р. Статистическая теория надежности и испытания на безотказность : Пер. с англ. Ушакова И. А. / Под ред. Б. В. Гнеденко / Барлоу Р., Прошан Ф. – М. : Наука, 1984. – 328 с.
17. Аллилуев В. А. Техническая эксплуатация машинно–тракторного парка / Аллилуев В. А., Ананьин А. Д., Михлин В. М. – М. : Агропромиздат, 1991. – 367 с.
18. Forecasting to reliability complex object radio-electronic technology and optimization parameter their technical usage with use the simulation statistical models: [monography] in English / Sergey Lenkov, Konstantin Borjak, Gennady Banzak, Vadim Braun, etc.; under edition S. V. Lenkov. – Odessa: Publishing house «ВМВ», 2014. – 252 p.

## REFERENCES:

1. Tolok Y.V. (2008). *Opređenje sistemy tehničeskogo obsluživanja i remonta avtomobil'noj tehniki na predpriyatijah Ministerstva oborony Ukrainy i ee kriterii jeffektivnosti* [Definition of the system of maintenance and repair of vehicles at the enterprises of the Ministry of Defense of Ukraine and its performance criteria]. Kyiv, Systema upravlinnja, navigacii' ta zv'jazku, no. 4(18), pp. 95 – 97 (In Russian).
2. Tolok I.V. (2016). *Udoskonalennja procesu tehničnogo obslugovuvannja skladnyh vidnovljувanyh ob'ektiv avto – ta bronetehniky za dopomogoju imitacijnoi' statystyčnoi' modeli* [Improvement of the process of maintenance of complex restorable objects of automotive and armored vehicles with the help of simulation statistical model]. Kyiv, Suchasna special'na tehnika», no. 4(47), pp. 90 – 95.
3. Tolok I.V. (2016). *Matematičeskaja model' tehničeskogo obsluživanja slozhnogo vosstanavlivaemogo ob#ekta bez ucheta ego struktury* [Mathematical model of technical maintenance of difficult refurbishable object without account of his structure]. Odesa, Zhurnal «Informatika ta matematični metodi v modeljuvanni» [Informatics and mathematical methods in simulation], Vol. 6, №4. pp. 379 – 384 (In Russian).
4. Tolok I.V. (2017). *Ocinka efektyvnosti ta upravlinnja zmistom vidnovlennja avtomobil'nyh transportnyh zasobiv Zbrojnyh Syl Ukrainy. Mizhnarodna naukoivo-tehnična konferencija «Perspektyvy rozvytku ozbrojennja ta vijs'kovoi' tehniki suhoputnyh vijs'k»*. L'viv, p.62.
5. Ahmadeeva M.M., Junusov G.S. (1999). *Organizacionno–jekonomičeskoe obosnovanie tehničeskogo obsluživanja i remonta tehniki* : Ucheb. pos. Joshkar–Ola, 93 p.
6. Bajhel' F., Franken P. (1988). *Nadezhnost' i tehničeskoe obsluživanje*. Matematičeskij podhod. Moskau, Publ. Radio i svjaz', 392 p.
7. Bandrivs'kyj M.I., Nikipchuk S.V., Javors'kyj Ja.P. (2006). *Tehnična ekspluatacija vantazhnyh avtomobiliv*. L'viv, Publ. Ukrai'ns'ki tehnologii', 136 p.
8. Bozhydarnik V.V., Gusjev A.P. (2007). *Osnovy tehnologii' vyrobnyctva i remontu avtomobiliv* : navch. posibnyk dlja stud. vyshhyh navch. zakl. Luc'k, Publ. Nadstyr'ja, 320 p.
9. Kredencer B.P., Lenkov S.V., Reznikov M.I., Zubarev V.V. (2002). *Modeli tehničeskogo obsluživanja sistem s izbytočnost'ju*: Monografija. Kyiv, Feniks Publ. 192 p.
10. Kovtunenکو A.P., Shishanov M.A., Zubarev V.V. (2007). *Osnovy teorii vosstanovlenija jekspluatacionnyh svojstv tehničeskikh sistem* : Monografija. Kyiv, Publ. Knizhnoe izd–vo NAU. 296 p.
11. Kredencer B.P., Voloh O.P. (2005). *Model' periodyčnogo tehničnogo obslugovuvannja ob'ektiv ozbrojennja ta vijs'kovoi' tehniki*. Zbirnyk naukovyh prac' Vijs'kovogo instytutu telekomunikacij ta informatyzacii' Nacional'nogo tehničnogo universytetu Ukrainy «Kyiv's'kyj politehničnyj instytut». – Vyp. Issue. № 2. Kyiv, Publ. VITI NTUU «KPI». 53–56pp.
12. Lantvojt O.B., Ps'ol S.V., Chmyr V.M. (2005). *Ekspertna ocinka znachymosti potočnyh i serednih remontiv dlja prodovzhennja dovgovičnosti vyrobu*. Zbirnyk naukovyh prac' / Central'nyj naukoivo–doslidnyj instytut ozbrojennja ta vijs'kovoi' tehniki ZSU. Kyiv, Publ. CNDI OVT ZS Ukrainy. Issue. № 14. 87 – 90pp.
13. Lantvojt O.B., Presnakov V.F., Pustovjetov V.M. (2009). *Metodyčni pidhody shhodo syntezy systemy tehničnogo obslugovuvannja za stanom avtomobil'nyh transportnyh zasobiv organiv ohorony derzhavnogo kordonu*. Zbirnyk naukovyh prac' Vijs'kovogo instytutu Kyi'vs'kogo nacional'nogo universytetu imeni Tarasa Shevčhenka. Kyiv. Issue. № 17. 66 – 70pp.
14. Barzilovich E.Ju., Kashtanov V.N. (1975). *Organizacija obsluživanja pri ogranichennoj informacii o nadezhnosti sistemy*. Moskva. Publ. Sov. Radio. 136 p.
15. Barzilovich E.Ju. *Modeli tehničeskogo obsluživanja slozhnyh sistem*: Uchebnoe posobie. Moskva. Publ. Vyssh. shkola. 253 p.
16. Barlou R., Proshan F. (1984). *Statističeskaja teorija nadezhnosti i ispytanija na bezotkaznost'* : Per. s angl. Ushakova I.A. Pod red. B.V. Gnedenko. – M. : Nauka, 1984. – 328 p.
17. Alliluev V.A., Anan'in A.D., Mihlin V.M. (1991). *Tehničeskaja jekspluatacija mashinno–traktornogo parka*. Moskva. Publ. Agropromizdat. 367 p.
18. *Forecasting to reliability complex object radio-electronic technology and optimization parameter their technical usage with use the simulation statistical models*: [monography] / Sergey Lenkov, Konstantin Borjak, Gennady Banzak, Vadim Braun, etc.; under edition S.V. Lenkov. Odessa, Publishing house «BMB». 2014. 252 p. In English

**Рецензент: д.т.н., проф. Ленков С.В.**, головний науковий співробітник науково-дослідного центру Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка

## АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ПРОФИЛАКТИКО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ АВТОБРОНЕТЕХНИКИ

*Автомобильная и бронетанковая техника ВСУ, относится к классу возобновляемых объектов длительного использования. Для обеспечения соответствующего уровня надежности в процессе эксплуатации проводится их техническое обслуживание и ремонт, параметры которых непосредственно влияют на эти показатели.*

*В статье введено понятие прямого управляющего воздействия на уровень восстановления. Рассматриваются две модели первого приближения, которыми удается решить задачу в элементарных функциях и соответствующих естественным представлениям о процессе восстановления.*

*Разработана математическая модель управления процессом восстановления. Ее практическая результативность в решающей степени зависит от степени обоснованности и объективности выходных дифференциальных соотношений. В этом смысле в статье разработаны и показаны уравнения процесса управления. Автор попытался применить один из возможных подходов по повышению эффективности средних ремонтов в противовес отсутствию базе капитальных ремонтов, реализация такого подхода способна повысить уровень технического состояния автобронетехники.*

*Ключевые слова: уровень надежности, процесс восстановления, математическая модель, техническое состояние автобронетехники.*

Ph.D. Tolok I.V.

## ANALYTICAL MODEL OF MANAGING THE EFFICIENCY OF PREVENTIVE AND RESTORATIVE ACTIVITIES OF AUTOBRANETS

*Automotive and armored vehicles APU, belongs to the class of renewable objects of long-term use. To ensure the appropriate level of reliability during the operation, maintenance and repair are carried out, the parameters of which directly affect these indicators.*

*The article introduces the concept of direct control influence on the level of recovery. Two models of the first approximation are considered, which manage to solve the problem in elementary functions and correspond to the natural concepts of the reconstruction process.*

*A mathematical model for managing the recovery process is developed. Its practical effectiveness depends to a decisive degree on the degree of validity and objectivity of the output differential relations. In this sense, the equations of the control process are developed and shown in the article. The author tried to apply one of the possible approaches to improve the efficiency of medium repairs, in contrast to the lack of capital repairs, the implementation of such an approach is capable of increasing the level of technical condition of auto-armored vehicles.*

*Keywords: level of reliability, recovery process, mathematical model, technical condition of auto-armored vehicles.*