

УДК 623.4+65.015.11

[https://doi.org/1034169/2414-0651.2021.3\(31\).100-105](https://doi.org/1034169/2414-0651.2021.3(31).100-105)

П. П. ЧАБАНЕНКО, доктор військових наук,
професор
<https://orcid.org/0000-0001-8978-9543>

О. М. БЕРЕЖНИЙ, кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
<https://orcid.org/0000-0002-8896-8029>
(Центральний науково-дослідний інститут
озброєння та військової техніки
Збройних Сил України, м. Київ)

МЕТОД ОЦІНКИ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ НА ОСНОВІ ЕРГОМЕРЕЖ

Аналіз практичного використання ракетної зброї свідчить про необхідність розширення множини показників якості її використання при бойовій підготовці та за призначенням. Запропоновано метод опису та оцінки функціонування ОВТ, який реалізує ці можливості на основі функціональних ергомереж. Помилки діляться на помилки рішень та/або неправильне виконання рішень, як бойовим розрахунком – операторами, так і технічною частиною системи без звертання до терміну «збій» у зв'язку з втратою адекватності його використання.

Методика моделювання з оцінкою якості виконання задачі ілюструється на прикладі заправки паливом корабля в морі з результируючими показниками безпомилковості, помилковості та небезпечності по завершенню, а також при припиненні процесу.

Ключові слова: процес функціонування, класифікація операцій, типові блоки операцій, граф процесу функціонування системи, оцінка комплексів зброї, параметри та стан об'єкту управління.

ВСТУП

Аналіз аварійних подій на морі призводить до стійкого висновку про домінуючий вплив людського фактору в якості основної їх причини. Ця ж домінанта проявляється і в процесах створення, випробувань та експлуатації військово-морської зброї. Так, серед пригод з корабельним ракетним озброєнням за 20 років 50 % припадало на неякісну підготовку матеріальної частини, 24 % становили помилки операторів бойових розрахунків. В сумі 74 % – з вини особового складу, 26 % – через відмови техніки чи конструктивних дефектів комплексів зброї в ВМФ СРСР того часу.

Характерно, що неправильні дії фахівців та операторів бойових розрахунків фіксувалися:

- 1 – при проектуванні комплексів;
- 2 – на їх випробуваннях;
- 3 – при плануванні ракетних стрільб;
- 4 – при підготовці ракет до видачі на носій;
- 5 – під час практичних та бойових стрільб.

Приклади, які співвіднесені цим етапам:

1. Чотири промахи поспіль протикорабельними ракетами (ПКР) після модернізації ПКР П-6. Ракети пролітали над мішенню на маршовій висоті. Причина – помилка конструкторів проектною організацією (п/я А-7284, м. Ленінград) при коригуванні принципових електричних схем модернізованої ПКР П-6М. Лінія сигналу на виконання самонаведення ракети помилково підключена до бортового роз'єму, на якому під час польоту ПКР напруги живлення немає (тільки повітря). Тому ПКР продовжила політ на заданій висоті над ціллю.

2. Серія неуспішних пусків балістичних ракет Д-9, що створювались конструкторським бюро машинобудування (КБМ, м. Міас). Причина – умисні безконтрольні дії начальника здавального цеху КБМ.

3. Затоплення малого ракетного корабля (МРК) «Мусон» при проведенні навчання на Тихоокеанському флоті СРСР. За планом навчання «Мусон» призначався кораблем, що відбивається від «атакуючої» ПКР – мішені, але був нею уражений і затонув. Загибло 39 осіб екіпажу МРК. Причина – в план навчання ввели такі параметри руху МРК, при яких він став призначеною мішенню для ПКР на курсі її польоту.

4. Несанкціонований проліт ПКР через Кольський півострів на територію Фінляндії під час навчань Північного флоту СРСР. Пуск ПКР з носія був проведений в якості повітряної цілі-мішені для вогневої підготовки бойових розрахунків зенітно-ракетних комплексів (ЗРК) надводних кораблів при відомих параметрах польоту ракети. Зенітним вогнем ескадри надводних кораблів ракета-мішень не була збита. При цьому було встановлено рекорд по дальності польоту ПКР того часу, але порушений кордон суміжної держави – Фінляндії. За дипломатичними домовленостями було встановлено місце її приземлення і причина польоту до вигорання палива: при підготовці ракети на технічній ракетній базі передбачене обмеження дальності її польоту не було встановлено.

5. Аварійні події при практичних стрільбах ПКР в кінці двадцятого століття і пізніше не були рідкістю, хоча стрільби виконувалися планові, на полігонах з відпрацю-

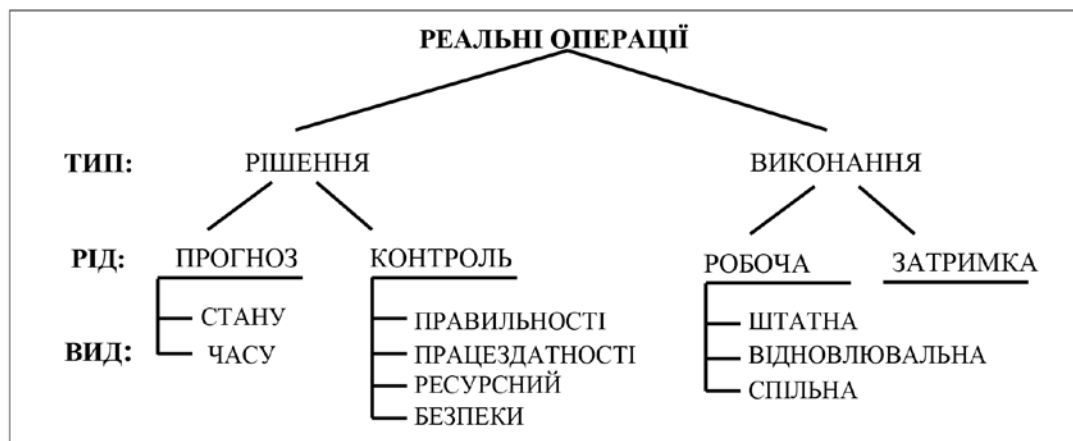


Рис. 1. Класифікація одиниць функціонування на рівні операцій

ваними заходами безпеки з покладеним оповіщенням і досвідченими управліннями. Незважаючи на це, мали місце: ураження ракетами тральщиків в Чорному морі, середнього риболовецького траулера в Білому морі; захоплення і потрапляння ПКР в о. Самба-Луда замість щита-мішені при стрільбі РК «Грозний» в Білому морі; потрапляння ракети в український теплохід «Верещагіно» при стрільбі береговим розрахунком Балтійського флоту РФ в Чорному морі.

Наведений перелік характерний, загальна причина цих подій – людський фактор в техніці. У більшості розслідувань фіксувалися помилки операторів у взаємодії з технічною частиною комплексу зброї.

Метою статті є розробка методу опису та оцінки процесу функціонування (ПФ) комплексів зброї на основі:

- класифікації операцій їх функціонування з визначенням поняття помилка, загального для людини-оператора та техніки;
- розширення розмірності вектору показників результатів функціонування комплексу зброї.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Відзначимо, що в ГОСТ 27.002-89 (Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения) [1] визначалися терміни подій відмова і збій – «самоусувна відмова або одноразова відмова, яка усувається незначним втручанням оператора». З 1996 року в Україні введений в дію ДСТУ 2860-94 [2]. В основному він узгоджений з міжнародним стандартом МЕК 60050 (191):1990-12 (Dependability and quality of service*, NEQ) [3]. Відмітимо несуперечність визначення подій: відмова (отказ, failure), помилка (ошибка, mistake), похибка (погрешность, error). Стандарти [2, 3] розповсюджуються не тільки на технічні об'єкти, але і на людино-машинні системи, функційні одиниці (функції). Функція задається для виконання процесу, що відповідає його призначенню.

Стандартизовані визначення основних понять надійності в техніці (готовність, безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність, працездатність та ін.)

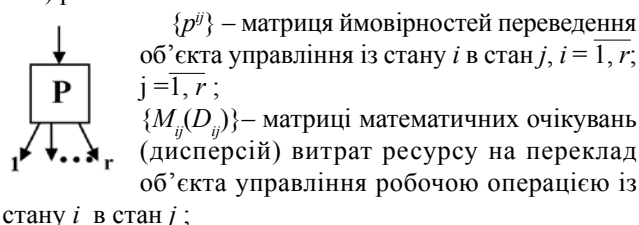
визначаються через виконання необхідних функцій, оскільки властивості та здатності проявляються в ПФ системах. Відповідно до мети дослідження виділяють функціональну надійність техніки і ефективність функціонування системи, а стосовно до озброєння – ефективність експлуатації та бойового застосування. При цьому розглядається і оцінюється ПФ досліджуваної системи щодо досягнення її мети. Наведені вище статистичні дані та приклади показують, що значущою причиною зриву ПФ з аварійними подіями при повсякденній експлуатації і бойовим застосуванням ракетних комплексів ВМС є помилки функціонування техніки та діяльності особового складу.

ПФ складається з одиниць функціонування і їх зв'язків. Одиниці функціонування співвідносяться реальним операціям (діям) за рівнями тип, рід, вид (рис. 1).

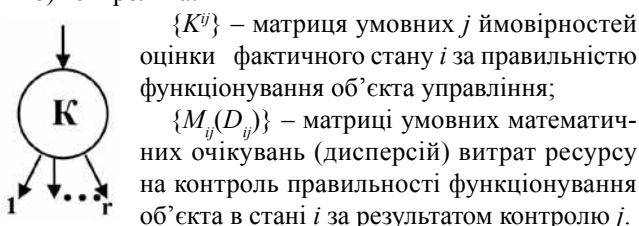
Зв'язки одиниць функціонування об'єднують їх в типові блоки операцій (ТБО), з яких можуть складатися різні моделювальні ПФ системи.

Якість виконання операцій характеризується показниками правильності (безпомилковості) і ресурсними, наприклад, за операціями:

а) робоча:



б) контрольна:



* «Надійність і якість послуг»

в) прогноза:

$\{P^u\}$ – матриця умовних ймовірностей переходу об'єкту із стану оцінки в стан за n кроків процесу управління;

$\{M_{ij}(D_{ij})\}$ – матриці умовних математичних очікувань (дисперсій) витрат ресурсу на прогнозування зміни стану i об'єкту на стан j за l кроків процесу ($l \leq n$).

Під помилкою виконання операції (блоку операцій) розуміється невідповідність прийнятого рішення стану системи або такого результату його виконання, яке не відповідає рішення. Це визначає різну відповідальність осіб, які приймають рішення, від відповідальності виконавців цих рішень (наказів, розпоряджень, планів і т.п.).

ПФ системи представляється графом, в якому вершини – операції, а дуги – їх зв'язки (прямі, зворотні, альтернативні та паралельні). Для оцінювання варіантів функціонування та синтезу створюваних систем пропонується набір розроблених ТБО. Кожен ТБО забезпечений обґрунтованими формулами для розрахунку показників безпомилковості його виконання та ресурсних витрат. Від традиційних показників структурної надійності техніки та функціональної надійності людини-оператора [1–5] нові аналітичні рішення відрізняються тим, що враховується тріада станів системи в сенсі правильності її функціонування:

1 – норма, коли всі вихідні параметри об'єкту управління (ОУ) системи, що оцінюється, знаходяться у встановлених межах;

2 – безпечне відхилення від норми хоча б одного із вихідних параметрів ОУ;

3 – небезпечне відхилення від норми хоча б одного із вихідних параметрів ОУ.

При оцінюванні (контролі) стану ОУ можуть бути адекватні або неадекватні рішення. Якщо розглядати дві можливі кінцеві дії в результаті рішень, що приймаються (завершення процесу або його припинення), то будуть можливі результати, які наведені на рис. 2. Їх найменування співвіднесені суті (сенсу) пар «фактичний стан – рішення за діями» при оцінці правильності функціонування ОУ, що контролюється.

Відомі моделі унарні або бінарні, що не дозволяло цілеспрямовано досліджувати на них небезпечність ПФ систем. На будь-якому етапі згортки ПФ, що досліджується, оцінюєма його частина і процес в цілому представляються у приведеному вигляді з чисельними показниками по кожному виходу з завершенням або припиненням процесу.

Оцінка ефективності систем зброї проводиться за основним (головним) показником, що виявляється, виходячи з мети (принцип Колмогорова). Дотримання принципу відповідності показника ефективності меті системи не суперечить зверненню до показників, характеристик, параметрів системи за супідрядними рівнями її функціонування. Більш того, при необхідності підвищення ефективності важливо мати можливість детального проникнення в ПФ системи для виявлення вузьких місць та оцінки додаткових резервів досягнення цільового ефекту.

Відповідні часткові показники називають додатковими або допоміжними. Основний та додатковий показни-

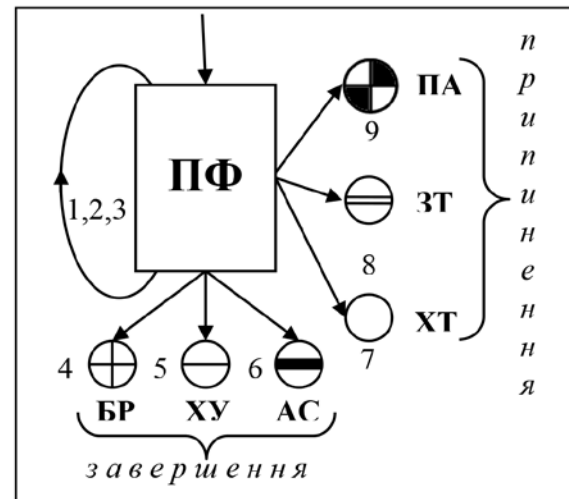


Рис. 2. Згорнутий процес функціонування системи з висячими вершинами: 4 – безпомилковий результат з ОУ у стані 1 – норма; 5 – хибний успіх з ОУ у стані 2 безпечного відхилення від норми; 6 – аварійна ситуація з ОУ у стані 3 небезпечного відхилення від норми; 7 – хибна тривога з ОУ у стані 1; 8 – завищена тривога з ОУ у стані 2; 9 – попередження аварії з ОУ у стані 3

ки складають систему показників ефективності [6]. Це ж справедливо і у відношенні ефективності функціонування системи (замітимо, що А.М. Колмогоров розглядав систему стрільби). Взаємопов'язана по-рівнева структура показників розробляється при моделюванні ПФ системи. Розглянуто систему часткових показників правильності виконання ПФ системи як раз і доповнює оцінку її ефективності при цілеспрямованому пошуку вузьких місць та можливостей підвищення головного показника досяжного ефекту.

Частково ТБО, що забезпечені формулами для розрахунку показників ефективності та безпеки їх виконання, наведені в [7]. Вперше враховано прогнозування станів системи з упередженням її функціонування та опубліковано в [8]. Там же наведені приклади оцінок ПФ систем з розрахунком вектору показників, включаючи аварійно-небезпечні результати та можливість запобігання аварійним пригодам. Розширений набір ТБО з формулами для оцінки безпомилковості та часу їх виконання суттєво розширює можливості дослідження переривчастої діяльності операторів комплексів озброєння та військової техніки [9–10], коли відбувається становлення організаційно-функціональної основи їх експлуатації та бойового застосування.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ (ПРИКЛАД)

В якості прикладу розглянемо моделювання з оцінкою завдання дозаправки судна на ходу в морі. Завдання розробки ефективних систем дозаправки паливом динамічних об'єктів має загальне значення і знов актуальне [11–12]. В [12] запропонована математична модель руху ланки «БПЛА – заправник» при виконанні дозаправки у вигляді системи нелінійних нестационарних диференціальних рівнянь. Ми розглянемо процес дозаправки паливом корабля (судна) у морі з іншої позиції, яка враховує можливі правильні, помилкові та небезпечні результати виконання в цьому процесі операцій (дій). При цьому

Таблиця 1

Сутність операцій, типові їх блоки та матриці ймовірностей виконання операцій процесу дозаправки

№ операції	Сутність операцій процесу функціонування	Граф-модель процесу	Робочі характеристики
1	Р – включення системи та механізмів дозаправки (робочий блок);		$P = \begin{bmatrix} 0,75 & 0,24 & 0,01 \\ 0 & 0,99 & 0,01 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
2	Д – технічне діагностування системи, В – виявлення та усунення несправностей (відновлення працездатності системи);		$\bar{A} = \begin{bmatrix} 0,95 & 0,04 & 0,01 \\ 0,004 & 0,99 & 0,006 \\ 0,001 & 0,001 & 0,998 \end{bmatrix}$ $B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0,9 & 0,1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
3	Р – введення в дію системи дозаправки (P_1) судна, перекачування палива (P_2), завершення (P_3) процесу з приведенням системи у вихідне положення. Три, еквівалентних за характеристиками, повторення робочої операції (цикл).		$P_i = \begin{bmatrix} 0,75 & 0,24 & 0,01 \\ 0 & 0,99 & 0,01 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$ $i = 1, 2, 3.$

результуючі показники характеризують як ефективність, так і безпечність ПФ системи дозаправки, можливість не тільки її завершення, але і переривання в об'єктивних показниках взаємодії людини та техніки. Різні підходи доповнюють оцінку якості системи.

Формалізоване представлення процесу включає (табл. 1): підбір функціональних одиниць, які співвідносяться фактичним виконуваним операціям процесу,

що моделюється, відображення їх зв'язків та завдання ймовірностних характеристик правильності виконання операцій. Операції об'єднуються в блоки, а ТБО через старт-стопи з'єднуються в граф робіт, що служить моделлю реального процесу. Розрахунок показників якості його виконання здійснюється поетапним перерахунком робочих характеристик операцій в характеристики ТБО і так аж до згортки всього графу в еквівалентний йому

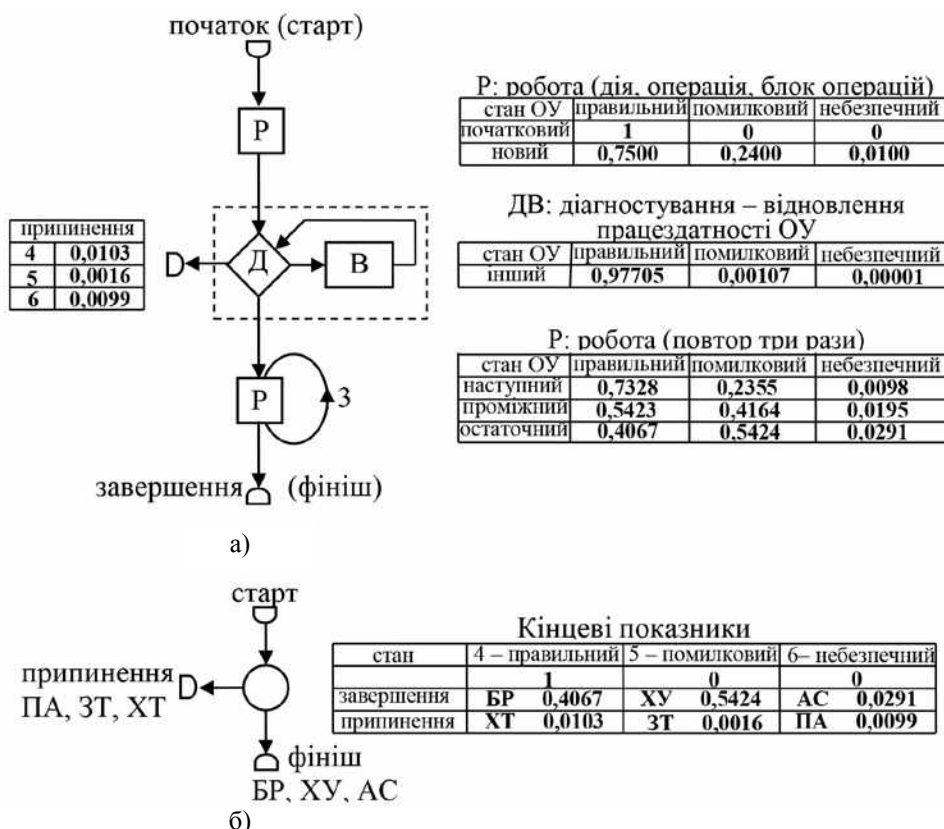


Рис. 3. Граф робіт (а) процесу дозаправки судна паливом на ходу в морі та його згортки (б) з перетворенням вихідних характеристик у показники безпомилковості виконання задачі

за характеристиками одиничний елемент рис. 3 а, б з результуючими показниками. Початкове функціонування системи прийнято правильним. Її стан може погіршуватися при виконанні робочих операцій (Р) або поліпшуватися при відновленні (В). Корисно прослідкувати ці зміни за ймовірнісними проміжними характеристиками та результуючими показниками. З іншими прикладами з оцінкою та ресурсно-часовими характеристиками можливо ознайомитися з літературою, що наведена.

ВИСНОВКИ

1. Розвинуто метод моделювання процесу функціонування ОБТ, який орієнтований, на відміну від унарних оцінок, на оцінку тріади станів системи (правильно, помилково, небезпечно) при завершенні, а також при вимушеному припиненні її функціонування.

2. В якості помилки як людини-оператора, так і техніки, продуктивно визначення, що відображає подвійний її характер: помилка рішення та помилка виконання цього рішення. Класифікація типових операцій доповнена прогнозом та прогностичним контролем переривчастого функціонування системи.

3. Застосовність методу підтверджена розрахунковим прикладом оцінки якості заправки паливом корабля в морі за множиною 3×2 ймовірнісних показників.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия, термины и определения. [Дата введения 1990-07-01]. 32 с.
- ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення. [Чинний від 1996-01-01].
- ЕК 60050 (191):1990-12 Dependability and quality of service, NEQ (Надійність та якість послуг).
- Ашеро́в А.Т., Капле́нко С.А., Чубу́к В.В. Эргономика информационных технологий: навч. посібн. Харків: ХДЕУ. 2000. 224 с.
- Адаменко А.Н., Ашеро́в А.Т., Берднико́в И.Л. Информационно-управляющие человеко-машинные системы: исследование, проектирование, испытания: справочник. М.: Машиностроение. 1993. 528 с.
- Волгин Н.С. Исследование операций. Ч. 1. СПб.: ВМА им. Н.Г. Кузнецова. 1999. 590 с.
- Чабаненко П.П. Исследование безопасности и эффективности функционирования систем человек – техника эргосетями. Севастополь: АВМС им. П.С. Нахимова. 2012. 162 с.
- Чабаненко П.П. Упреждение по прогнозу функционального состояния объекта управления в эргономической системе. Севастополь: зб. наук. пр. АВМС им. П.С. Нахимова. 2010. Вип. 1(1). 240 с.
- Бережний О.М., Розгонаєв С.М., Чабаненко П.П. Оцінювання ефективності експлуатації та бойового застосування озброєння та військової техніки з перервними контурами управління за показником безпомилковості виконання задачі. Озброєння та військова техніка. Київ: ЦНДІ ОБТ ЗС України. 2019. № 1(21). С. 67—74.
- Чабаненко П.П., Гайдук С.А., Игнашева Е.П. Автоматизация оценки эффективности функционирования системы человек – техника. Севастополь: зб. наук. пр. АВМС им. П.С. Нахимова. 2012. Вип. 1(13). С. 223—231.
- Тактическая авиация ВСУ возобновляет полеты с дозаправкой в воздухе, которые не проводили более 20 лет. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://interfakc.com.ua/news/video/629119.html>.
- Остапчук Е.С., Головін О.О., Расстригін О.О., Глазкова С.В. До питання побудови математичної моделі в задачі автоматичного управління літальними апаратами при дозаправці паливом в повітрі. Озброєння та військова техніка. Київ: ЦНДІ ОБТ ЗС України. 2020. № 4(28). С. 57—64.

REFERENCES

- GOST 27.002-89. "Nadyognost v tehnike. Osnovnye ponyatiia, terminy i opredeleniia" [Reliability in a technique. Basic concepts, terms and definitions]. [Valid from 1990-07-01]. 32 p.
- DSTU 2860-94. "Nadiynist tehniki. Terminy ta vyznachenia" [Reliability of technique. Terms and definitions]. [Valid from 1996-01-01].
- MEK 60050 (191):1990-12 Dependability and quality of service, NEQ.
- Asherov, A., Kaplenko, S. & Chubuk, V. (2000) "Ergonomika informatsiynyh tehnologii: Navchalnii posibnyk" [Ergonomics of information technologies: Aid train], Publication HDEY of Kharkov. 224 p.
- Adamenko, A., Asherov, A. & Berdnikov, I. (1993) "Informatsiono-upravliaushie cheloveco-mashinnye systemy: isledovanie, proektirovanie, ispytaniia. Spravochnik" [The informative-based man-machine systems: research, planning, tests. Reference book], Mashinostroenie, M. 528 p.
- Volgin, N. (1999) "Issledovanie operatsii. Ch. 1" [Operations analysis. P. 1], Naval Acad. of N. Kuznetsov. SPb. 590 p.
- Chabanenko, P. (2012) "Issledovanie bezopasnosti i effektivnosti funktsionirovaniia system chelovek – tehnica ergosetiay" [Research of safety and efficiency of functioning of the systems is the man-technique of ergonomic networks], Naval Acad. of P. Nahimov. Sevastopol. 162 p.
- Chabanenko, P. (2010) "Upregdenie po prognozu funktsionalnogo sostoiianiia obyektu upravleniia v ergonomicheskoi systeme" [Forestalling on the prognosis of the functional state of object of management in the ergonomics system], Coll. of scientific works of Naval Acad. of P. Nahimov. Sevastopol. No 1(1). 240 p.
- Beregnyy, O., Rozgonaev, S. & Chabanenko, P. (2019) "Otsinuvannia effektivnosti ekspluatatsii ta boyovogo zas-tosuvannia ozbroeniia ta viiskovoi tekhniki z perervnymi konturamy upravleniia za pokaznicom bezpomilcovosti vykonania zadachi" [Evaluation of efficiency of exploitation and battle application of armament and military technique with interrupted contours of management on the index of infallibility of execution of objective], Weapons and Military Equipment. K.: Central Scientific Research Inst. of Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine. No 1(21). Pp. 67—74.
- Chabanenko, P., Gayduk, S. & Ignashova, E. (2012) "Avtomatizatsiia otsenky effektivnosti funktsionirovaniia

systemy chelovek – tehnyka” [Automation of estimation of efficiency of functioning of the system man – technique], Coll. of scientific works of Naval Acad. of P. Nahimov. Sevastopol. No 1(13). Pp. 223—231.

11. Takticheskaia aviatsiia VSU vozobnovliaet poloty s dozapravkoi v vozduhe, kotorye ne provodili bolee 20 let. [The tactical aviation Armed Forces of Ukraine proceeds in flights with refueling in mid air, which did not conduct years more than 20]. Available at: <https://interfakc.com.ua/news/video/629119.html>.
12. Ostapchuk, E., Golovin, O., Rasstrygin, O. & Glazkova, S. (2020) “Do pytannia pobudovy matematichnoi modeli v zadache avtomatichnogo upravlinnia litalnymy aparatamy pri dozapravtsy palivom v povitri” [By the question of construction of mathematical model in the task of automatic control by an aircraft at refueling by a fuel in air], Weapons and Military Equipment. K.: Central Scientific Research Inst. of Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine. No 4(28). Pp. 57—64.

Chabanenko P., Beregniy O.

FUNCTIONING QUALITY ESTIMATION METHOD OF WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT SYSTEMS ON THE BASIS OF ERGONOMIC NETWORKS

The analysis of the practical use of missile weapon testifies to the necessity of expansion of great number of quality indexes of its use at the combat training and on purpose with possibility of stopping of objective execution process of firing for avoidance of emergency and critical adventures. The offered method of description and estimation of functioning armament and military technique realized these possibilities on the basis of functional ergonomic networks. Errors divide by the errors of decisions and/or wrong implementation of decisions by battle crew – by operators and technical part of the system, without the address to the term the «failure» from loss of adequacy of his use.

Development of method of description and estimation of complexes functioning process of weapons on a basis is the purpose of the article: classifications of operations of their functioning with determination of notion are an error; common for a man-operator and technique; expansion of dimension to the vector of indexes of results of weapons complex functioning.

The method of design with estimation of execution quality of objective is illustrated on the example of refueling by the fuel of ship in a sea with the resulting indexes of infallibility,

fallaciousness and no the unconcern on completion, and also at stopping of process.

Keywords: *process of functioning, classification of operations, typical blocks of operations, design of operations, columns of the system functioning process, estimation of complexes of weapons, parameters and state of management object.*

Відомості про авторів:

Чабаненко Павло Павлович

доктор військових наук, професор
провідний науковий співробітник науково-дослідного управління розвитку морських озброєнь та техніки ВМС Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-8978-9543>

Бережний Олег Миколайович

кандидат технічних наук
старший науковий співробітник
старший науковий співробітник науково-дослідного управління розвитку морських озброєнь та техніки ВМС Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-8896-8029>

Information about the authors:

Pavlo Chabanenko

Doctor of Military Science, Professor
Leading researcher of the Scientific Research Department Navy Armament of the Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-8978-9543>

Oleg Beregniy

Candidate of Technical Science
Senior Research
Senior research of the Scientific Research Department Navy Armament of the Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-8896-8029>

Стаття надійшла до редколегії 20.05.2021.