

УДК 681.7.015.2:681.5

**Олег БЛЯШЕНКО,**  
доктор технічних наук,  
Адміністрація Державної прикордонної служби України, м. Київ

**Олег ШИНКАРУК,**  
доктор технічних наук, професор  
Національна академія Державної прикордонної служби України  
імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький

**Володимир СОБЧЕНКО,**  
Національна академія Державної прикордонної служби України  
імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький

## **ОКРЕМІ АСПЕКТИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ КОМПЛЕКСНИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ОХОРОНИ КОРДОНУ ЗА ОБМЕЖЕНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ СЕРВІСНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ**

У статті розглянуто питання забезпечення надійності комплексних технічних засобів охорони кордону на прикладі мобільного тепло-візійного комплексу в умовах обмежених можливостей сервісної інфраструктури. Обґрунтовано цільову функцію розподілу інтенсивностей навантаження підсистем комплексного зразка, що дозволяє враховувати варіативність експлуатаційного навантаження окремих підсистем і надає можливість штучного керування ним у плануванні застосування комплексу.

© Бляшенко О., Шинкарук О., Собченко В.

***Ключові слова:** надійність, складна технічна система, мобільний тепловізійний комплекс.*

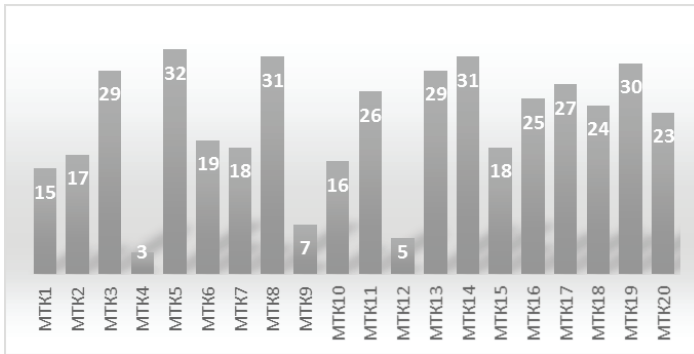
**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Застосування комплексних технічних засобів виправдано їх високою ефективністю [1], яка досягається поєднанням можливостей низки різних засобів і системним поданням отриманої ними інформації [2]. Проте “комплексність” таких технічних засобів має і низку недоліків, основним з яких є значне ускладнення системи експлуатації в частині проведення профілактично-відновлювальних заходів, аж до унеможливлення їх адекватної організації. Якщо взяти до уваги особливості діяльності Державної прикордонної служби України, то можна стверджувати, що в деяких питаннях стосовно експлуатації комплексних засобів на сьогодні взагалі відсутні науково-обґрунтовані підходи, що дають змогу вивести систему їх експлуатації на певний раціональний, чи взагалі оптимальний, за значеннями окремих показників, рівень надійності. Яскравим прикладом цього може слугувати ситуація з надійністю мобільних тепловізійних комплексів (МТК), яка склалася на кінець 2013 року в Державній прикордонній службі України. Незважаючи на високу заявлену надійність комплексів виробником і наданий сервісний супровід, близько 70 % МТК були або несправними, або мали надійність за значенням окремих комплексних показників надійності, зокрема за значенням коефіцієнта готовності, на критично низькому рівні. Це було обумовлено цілою низкою причин, основними з яких такі:

відсутність власної системи експлуатації даних комплексних засобів, починаючи від наявності фахівців і закінчуючи плануванням профілактичних заходів технічного впливу;

висока собівартість сервісних послуг через широку географію розміщення МТК і віддаленість їх від сервісних підрозділів виробника;

відсутність адекватної системи планування МТК у процесі організації охорони державного кордону як на рівні підрозділів, так і на рівні органів охорони кордону.

Усе це підтверджується збіраною статистикою експлуатації МТК в органах охорони кордону, що у вигляді гістограми наведена на рис. 1.



**Рис. 1.** Відсоток часу перебування різних зразків МТК у позапланових простоюваннях за один календарний рік

З метою вирішення даного проблемного становища було прийнято рішення проведення широкомасштабних заходів профілактично-відновлювального характеру, що дали змогу подолати критичну ситуацію, проте стали лише частковим рішенням, що не дає змоги не допустити подібної ситуації в майбутньому, оскільки не вирішує проблеми невідповідності наявної системи експлуатації МТК у цілому.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано вирішення даної проблеми та на які опираються автори.** Сьогодні вже проведено низку досліджень [3; 4], у яких пропонуються конкретні шляхи вирішення завдання оптимізації системи експлуатації комплексних технічних засобів, проте вони вказують лише на шляхи пошуку раціональних параметрів системи профілактично-відновлювальних заходів складних, комплексних технічних засобів охорони кордону в умовах відсутності власних сервісних потужностей і не вирішують проблеми в цілому.

**Метою статті** є обґрунтування цільової функції розподілу інтенсивностей навантаження підсистем комплексного зразка, що дозволяє враховувати варіативність експлуатаційного навантаження окремих підсистем і можливість штучного керування ним при плануванні комплексу на застосування.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** На першому етапі розробки системи експлуатації, у частині проведення профілактично-відновлювальних заходів, нетипових комплексних технічних засобів, якими є МТК, слід визначитись з основними показниками ефективності. Ефективність використання техніки в загальному сенсі залежить від техніко-економічних характеристик і якості системи експлуатації [5]. У загальному впливі на ефективність техніки доля сфери експлуатації складає 35...40 %, а сфери виробництва – 60...65 %. Близько 10...15 % усіх відмов і несправностей є наслідком неякісного технічного обслуговування і ремонту [6]. Тому підвищення технічного рівня заходів системи експлуатації є важливим резервом підвищення ефективності техніки.

Для оцінки фактичного рівня ефективності системи експлуатації (технічної) доцільно використати такі п'ять основних показників: якість технічного обслуговування (ТО); якість поточного ремонту (ПР); якість діагностики (ЯД); кваліфікація обслуги (Кво); якість зберігання техніки (ЗТ). Кожний показник залежить від декількох визначальних факторів  $d_j$ , діапазони зміни яких відповідають одному з трьох можливих рівнів експлуатації техніки, а саме – високому, середньому чи низькому.

Зважаючи на те, що МТК як комплексні засоби поєднують цілу низку підсистем з різними експлуатаційними, надійнісними, функціональними та іншими показниками, чисельні значення визначальних для них факторів приймаються рівними 0,95; 0,75; 0,50. У табл. 1 та 2 наведено перелік факторів і діапазони їх зміни для двох основних показників – якості ТО і якості ПР.

Кількісне значення  $i$ -го основного показника  $K_i$  знаходиться з виразу

$$K_i = \sqrt[m]{\prod_{j=1}^m d_j}, \quad (1)$$

де  $m$  – кількість визначальних факторів  $i$ -го показника;  $d_j$  – чисельне значення  $j$ -го визначального фактора  $i$ -го показника (за рівнем експлуатації).

Згідно із дослідженням середні значення  $K_i$ , що характеризують рівень технічної експлуатації МТК у підрозділах охорони кордону, відповідно рівні  $\bar{K}_{ГО} = 0,6$ ,  $\bar{K}_{ПР} = 0,4$ , а це означає, що система профілактичних та відновлювальних заходів при технічній експлуатації МТК в ООДК не відповідає основним вимогам і не може забезпечити потрібний рівень надійності.

Таблиця 1

**Показники якості системи профілактичних заходів (ГО)**

Визначальний фактор $d_j$	Рівень експлуатації		
	високий	середній	низький
Дотримання періодичності ГО (відхилення, %)	До $\pm 10$ %	До $\pm 25$ %	$> \pm 25$ %
Повнота виконання операцій ГО	До 100 %	70...90 %	$< 70$ %
Якість виконання ГО (за 5-бальною шкалою)	4...5	до 3	$< 3$
Забезпеченість засобами ГО та ТД (одиниць на 100 одиниць техніки)	2,3...2,8	1,5...2,3	$< 1,5$

Таблиця 2

**Показники якості системи відновлювальних заходів (ПР)**

Визначальний фактор $d_j$	Рівень експлуатації		
	високий	середній	низький
Якість проведення ПР (за 5-бальною шкалою)	4...5	до 3	$< 3$
Забезпеченість запасними частинами	90...100 %	70...90 %	$< 70$ %
Забезпеченість сервісним та діагностичним обладнанням	2,2...2,5	1,7...2,2	$< 1,7$
Середній розряд персоналу ремонтних підрозділів	Вище 4	3...4	$< 3$

Моделювання надійності підсистем показало, що досягнення оптимальних чи хоча б наближених до оптимальних показників надійності для комплексу, в якому поєднано окремі підсистеми в єдине ціле, є практично недосяжною метою у разі застосування класичних підходів прогнозування та забезпечення необхідного рівня надійності

складних технічних об'єктів. На графіках, що показані на рис. 2 та 3, наведено залежності окремих показників надійності для різних підсистем, що були отримані в результаті обробки статистичних даних.

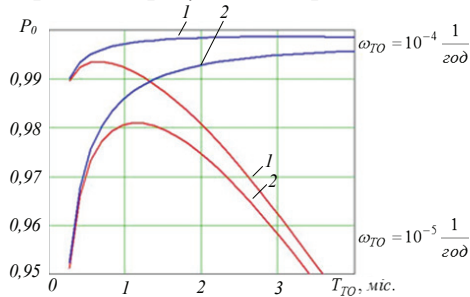


Рис. 2. Залежність імовірності  $P_0$  від періодичності  $T_{TO}$  для підсистем відео- і тепловізійного спостереження: 1 –  $0,1 \cdot \tau_{TO}$ ; 2 –  $0,5 \cdot \tau_{TO}$

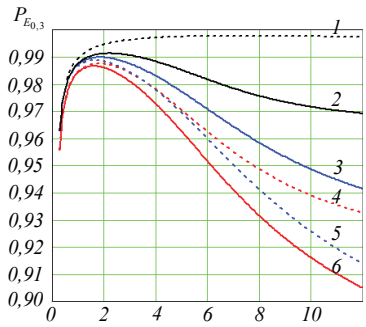


Рис. 3. Залежність імовірності  $P_0$  від періодичності  $T_{TO}$  для підсистеми управління при різних достовірностях діагностики

Як видно з графіків, сумістити заходи профілактично-відновлювального характеру для цих підсистем практично неможливо, оскільки присутня значна розбіжність в їх періодичності. Те ж саме підтверджується результатами моделювання, які наведено на рис. 4 та 5.

У табл. 3 наведено розподіл інтенсивності витрати ресурсу підсистем МТК у різних варіантах його використання (мобільно – стаціонарно, удень – уночі), що отримані із статистичних даних.

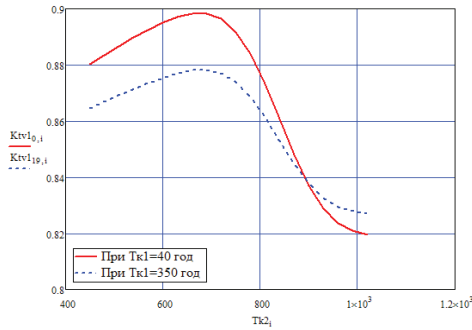


Рис. 4. Залежність  $K_{ТВ}$  від періодичності ТО для підсистем відео- і тепловізійного спостереження при різних значеннях періодичності контролю  $T_{к1}$

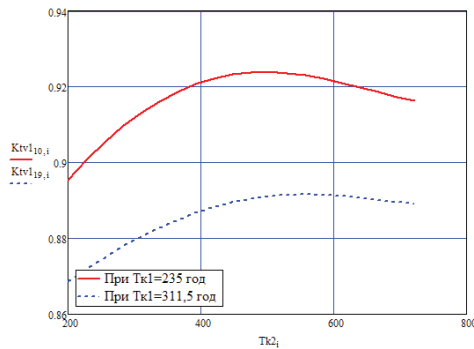


Рис. 5. Залежність  $K_{ТВ}$  від періодичності ТО для підсистеми управління при різних значеннях періодичності контролю  $T_{к1}$

Як видно з наведених даних, використання спеціальних підходів планування МТК для застосування в охороні кордону потенційно надасть змогу досягти оптимальних за окремими комплексними показниками надійності значень параметрів системи профілактично-відновлювальних заходів. Це дасть змогу вирішити проблему забезпечення високої надійності складних, комплексних технічних засобів охорони кордону без необхідності розбудови “своєї” експлуатаційної інфраструктури.

**Розподіл витрати ресурсу підсистем МТК  
у різних варіантах застосування**

Підсистеми	Витрати ресурсу				Інтенсивність витрат ресурсу			
	1. Використання вдень у мобільному варіанті	2. Використання вдень у стаціонарному варіанті	3. Використання вночі у мобільному варіанті	4. Використання вночі у стаціонарному варіанті	1. Використання вдень у мобільному варіанті	2. Використання вдень у стаціонарному варіанті	3. Використання вночі у мобільному варіанті	4. Використання вночі у стаціонарному варіанті
Загальний час	3215	2698	2986	3684	1	1	1	1
Відеоспостереження	2732,75	2347,26	149,3	368,4	0,85	0,87	0,05	0,1
Тепловізійне спостереження	964,5	1241,08	1791,6	3057,72	0,3	0,46	0,6	0,83
Реєстрація та керування	2572	2131,42	1791,6	2873,52	0,8	0,79	0,6	0,78
Телеметрія	38,58	29,678	179,16	217,356	0,012	0,011	0,06	0,059
Орієнтування	835,9	485,64	298,6	1473,6	0,26	0,18	0,1	0,4
Автономне живлення	2250,5	1133,16	1642,3	1620,96	0,7	0,42	0,55	0,44
Зв'язок, ПД	1286	836,38	955,52	773,64	0,4	0,31	0,32	0,21
Транспортування	964,5	485,64	895,8	884,16	0,3	0,18	0,3	0,24

Загальне формулювання завдання оптимізації системи експлуатації комплексних засобів полягає в такому: необхідно забезпечити максимально досягну витрату моторесурсу окремих підсистем до чергового ТО і тим самим збільшити загальне напрацювання комплексу за рахунок використання МТК у різних режимах застосування в певній послідовності та інтенсивності. Для вирішення сформульова-



ного завдання опишемо варіант розподілу загального напрацювання МТК на окремі режими застосування, за якого досягається максимум напрацювання всього комплексу до ТО, не перевищуючи при цьому норми напрацювання на ТО окремих підсистем. Вихідними даними є: значення інтенсивностей використання підсистем у кожному режимі; норми напрацювання на ТО підсистем; необхідні резерви напрацювання за окремими режимами; обмеження щодо мінімальної чи максимальної інтенсивності використання в окремих режимах.

Для проведення розрахунків використаємо отримані значення середніх інтенсивностей використання підсистем у різних режимах (табл. 4). Проведені попередні розрахунки дали змогу встановити оптимальні періодичності профілактичних та відновлювальних технічних впливів для окремих підсистем при конкретних комбінаціях законів розподілу і їх параметрах. Ці дані зведені в табл. 4 у вигляді обмежень і допущень при пошуку рішення цільової функції.

Таблиця 4

#### Розрахункові параметри системи експлуатації підсистем

Підсистема	Розрах. мото-ресурс, м. г.	Напрац. до ТО, м. г.	Періодичність КО, м. г.
Відеоспостереження	3000	1278	48
Тепловізійне спостереження	2800	985	39
Реєстрація та керування	2866	1065	28
Телеметрія	400	210	183
Орієнтування	1232	563	84
Автономне живлення	2990	268	24
Зв'язок, передача даних	1830	778	31
Транспортування	1100	689	26

Сумарне напрацювання  $k$ -ї підсистеми у різних режимах використання не може перевищувати нормативне напрацювання до ТО.

$$\sum_{i=1}^n T_{\text{під}_i} \leq T_{\text{ТОк}}, \quad (1)$$

де  $T_i$  – напрацювання підсистеми в  $i$ -му режимі,  $T_{\text{ТО}}$  – нормативне значення напрацювання підсистеми до ТО.

Безперервне застосування МТК в одному режимі не може перевищувати значення періодичності КО підсистеми. Зважаючи на тактику застосування МТК в окремому підрозділі, у моделі можуть задаватись обмеження щодо мінімального чи максимального часу використання у кожному з режимів. З тих же міркувань можуть задаватись обмеження щодо інтенсивностей застосування МТК в окремих режимах. Обмеження на ці параметри наведені в табл. 5.

Таблиця 5

#### Обмеження для розрахунку

Обмеження щодо використання МТК у режимах використання	Варіант використання			
	1	2	3	4
Мінімальне напрацювання	70	100	70	100
Максимальне напрацювання	3000	3000	3000	3000
Мінімальна інтенсивність використання	0,1	0,1	0,2	0,1
Максимальна інтенсивність використання	0,5	0,5	0,5	0,5

Цільова функція при такому формулюванні задачі становить собою мінімум норми в Евклідовому просторі розподілу інтенсивностей витрати ресурсу підсистем відносно з певним еталонним (розрахованим для конкретного випадку) розподілом інтенсивностей навантаження підсистем, що одержаний за дотримання обмежень стосовно допустимих меж використання МТК в окремих варіантах. Математична модель оптимізаційної задачі (цільова функція) буде мати такий вигляд:

$$C = \sqrt{\sum_{i=1}^N \left( \sum_{k=1}^M T_{i,k} W_{i,k} - T_{\text{?}} W_{i,k} \right)^2} \rightarrow \min \begin{cases} T_{\text{нид}c_i} = \sum_{k=1}^n T_{\text{нид}c_{k,i}} \leq T_{\text{нид}c_i} + \delta_{\text{ТО}_i} \\ T_{\text{МТК} \min_k} \leq T_{\text{МТК}k} \leq T_{\text{МТК} \max_k} \\ W_{k \min} \leq W_k \leq W_{k \max} \end{cases}, \quad (2)$$

де  $T_{\text{нид}c_{k,i}}$  – напрацювання  $i$ -ї підсистеми в  $k$ -му режимі використання;  $T_{\text{МТК}k}$  – напрацювання МТК у  $k$ -му режимі використання;  $\sum_{k=1}^n T_{\text{МТК}k}$  – сумарне напрацювання МТК в усіх режимах використання;  $M$  – кількість режимів використання;  $N$  – кількість підсистем;  $\sum_{k=1}^n T_{\text{нид}c_{k,i}}$  – сумарне напрацювання  $i$ -ї підсистеми в усіх режимах використання;  $n$  – кількість режимів використання;  $T_{B>\text{нид}c_i}$  – нормативне значення напрацювання  $i$ -ї підсистеми до ТО;  $W_{\text{нид}c_{k,i}}$  – інтенсивність використання  $i$ -ї підсистеми у  $k$ -му режимі використання;  $W_k$  – інтенсивність використання МТК у  $k$ -му режимі використання;  $W_{k \min}$ ,  $W_{k \max}$  – обмеження щодо мінімального та максимального значення інтенсивності використання МТК в  $k$ -му режимі використання;  $T_{k \min}$ ,  $T_{k \max}$  – обмеження щодо мінімального та максимального значення напрацювання МТК у  $k$ -му режимі використання;  $\delta_{\text{ТО}_i}$  – допустиме відхилення часу напрацювання  $i$ -ї підсистеми до ТО.

Рішення даної цільової функції було здійснене чисельними методами в програмі Microsoft Excel 13. Результати вирішення задачі наведено в табл. 6 та 7.

Аналіз отриманих даних вказує на необхідність скорегувати періодичності проведення ТО на підсистемах, застосовуючи механізм керування надійністю засобами технічних впливів.

Після проведення незначного (1–2 %) корегування параметрів рішення за значенням цільової функції стає в рази кращим, що видно з табл. 8 та 9.

Таблиця 6

## Результати розв'язку оптимізаційної задачі

Підсистема	$T_{mo_{підс_i}}$	$\delta_{ТО_i}$	Варіант застосування				$T_{підс_i}$	С
			удень		уночі			
			моб.	стац.	моб.	стац.		
Відеоспостереження	3000	1050	0,85	0,87	0,05	0,1	1950	1492
Тепловізійне спостереження	2800	980	0,3	0,46	0,6	0,83	3691	
Реєстрація та керування	3465	1212,7	0,8	0,79	0,6	0,78	4309	
Телеметрія	400	140	0,012	0,011	0,06	0,06	260	
Орієнтування	1232	431,2	0,26	0,18	0,1	0,4	1452	
Автономне живлення	2990	1046,5	0,7	0,42	0,55	0,44	2929	
Зв'язок, передача даних	1830	640,5	0,4	0,31	0,32	0,21	1683	
Транспортування	1100	385	0,3	0,18	0,3	0,24	1485	
Мін. інтенсивність вик. $W_k \min$			0,1	0,1	0,2	0,1	5910	
Макс. інтенсивність вик. $W_k \max$			0,5	0,5	0,5	0,5		
Інтенсивність вик. варіанта $W_k$			0,10	0,22	0,31	0,37		
Розрахун. напрацювання МТК			600	1297	1807	2204		

Таблиця 7

## Розподіл навантаження на підсистеми по варіантах

Підсистема	Варіант застосування				СУМА	Норма до ТО	Коеф. викор.
	удень		уночі				
	моб.	стац.	моб.	стац.			
1	2	3	4	5	6	7	8
Відеоспостереження	510,00	1129,18	90,39	220,43	1950,00	3000,00	0,65
Тепловізійне спостер.	180,00	597,04	1084,68	1829,59	3691,30	2800,00	1,32

1	2	4	4	5	6	7	8
Реєстрація та керування	480,00	1025,34	1084,68	1719,38	4309,40	3465,00	1,24
Телеметрія	7,20	14,28	108,47	130,06	260,00	400,00	0,65
Орієнтування	156,00	233,62	180,78	881,73	1452,13	1232,00	1,18
Автономне живлення	420,00	545,12	994,29	969,90	2929,31	2990,00	0,98
Зв'язок, передача даних	240,00	402,35	578,49	462,91	1683,75	1830,00	0,92
Транспортування	180,00	233,62	542,34	529,04	1485,00	1100,00	1,35

Таблиця 8

**Результати вирішення оптимізаційної задачі  
при корегуванні надійності підсистем**

Підсистема	$T_{mo_{n\text{ідс}_i}}$	$\delta_{TO_i}$	Варіант застосування				$T_{n\text{ідс}_i}$	С
			удень		уночі			
			моб.	стац.	моб.	стац.		
Відеоспостереження	2550	255	0,85	0,87	0,05	0,1	2550	268,34
Тепловізійне спостер.	2810	281	0,3	0,46	0,6	0,83	2818	
Реєстрація та керування	4000	400	0,8	0,79	0,6	0,78	3999	
Телеметрія	195	19,5	0,012	0,011	0,06	0,06	194	
Орієнтування	1200	120	0,26	0,18	0,1	0,4	1199	
Автономне живлення	3070	307	0,7	0,42	0,55	0,44	3072	
Зв'язок, передача даних	1790	179	0,4	0,31	0,32	0,21	1789	
Транспортування	1480	148	0,3	0,18	0,3	0,24	1479	
Мін. інтенсивність вик. $W_k \text{ min}$			0,1	0,1	0,2	0,1	5478	
Макс. інтенсивність вик. $W_k \text{ max}$			0,5	0,5	0,5	0,5		
Інтенсивність вик. варіанта $W_k$			0,34	0,16	0,32	0,17		
Розрахун. напрацювання МТК			1863	900	1774	940		

## Розподіл навантаження на підсистеми за варіантами

ПІДСИСТЕМА	ВАРІАНТ ЗАСТОСУВАННЯ				СУМА	Норма до ТО	Коеф. ви-кор.
	удень		уночі				
	моб.	стац.	моб.	стац.			
Відеоспостереження	1583,62	783,65	88,73	94,00	2550,00	2550,00	1,00
Тепловізійне спостереження	558,92	414,34	1064,72	780,22	2818,21	2810,00	1,00
Реєстрація та керування	1490,46	711,59	1064,72	733,22	4000,00	4000,00	1,00
Телеметрія	22,36	9,91	106,47	55,46	194,20	195,00	1,00
Орієнтування	484,40	162,13	177,45	376,01	1200,00	1200,00	1,00
Автономне живлення	1304,16	378,31	976,00	413,61	3072,08	3070,00	1,00
Зв'язок, передача даних	745,23	279,23	567,85	197,40	1789,72	1790,00	1,00
Транспортування	558,92	162,13	532,36	225,61	1479,03	1480,00	1,00

**Висновки дослідження та перспективи подальших розвідок у даному напрямі.** Як видно із отриманих даних, застосування такого підходу вимагає значної обережності у виборі параметрів, оскільки рішення цільової функції дуже чутливе щодо вибору вихідних параметрів. За неправильного вибору окремі підсистеми можуть не виробляти свій ресурс або перевищувати витрату ресурсу до 50 %, що, з одного боку, спричиняє надмірну питому вартість експлуатації МТК, а з іншого – низьку надійність окремих підсистем, відмова яких у певних режимах є критичною. Проте за точного розрахунку всі підсистеми практично повністю відпрацьовують свій ресурс і моменти їх обслуговування збігаються, що приводить до досягнення оптимальних значень цілої низки комплексних показників надійності МТК. Слід пам'ятати, що у разі реалізації такої гнучкої системи експлуатації комплексних технічних засобів важливим є не тільки розрахунок оптимального плану їх застосування, а і забезпечення певного рівня надійності окремих підсистем. Незначне відхилення в обмеженнях (вихід за межі допустимого плану застосування) або непланова змі-

на надійності підсистеми може достатньо легко призвести до втрати стійкості системи, коли вироблені рішення з розподілу варіантів застосування будуть неадекватними. Для запобігання цьому у виборі вихідних параметрів слід застосовувати спеціальні методик, які дають змогу отримувати й оцінювати граничні межі відхилень вхідних параметрів.

### Список використаної літератури

1. Шинкарук О. М. Оцінка ефективності комплексного застосування засобів спостереження на ділянці адміністративного кордону з тимчасово окупованою територією АР Крим за розподілом миттєвих ймовірностей / О. М. Шинкарук, В. А. Собченко, А. В. Іванов // Збірник наук. праць НАДПСУ. Ч. 1. – Хмельницький : Видавництво НАДПСУ, 2015. – № 21. – С. 123–135. – Інв. 2039-в, таємно.
2. Про введення в експлуатацію мобільних тепловізійних комплексів та затвердження Інструкції щодо порядку застосування мобільних тепловізійних комплексів в охороні державного кордону : наказ Адміністрації ДПСУ від 26.11.2007 № 940.
3. Чесановський І. І. Розробка узагальненої моделі надійності підсистеми мобільного тепловізійного комплексу / І. І. Чесановський, В. А. Собченко // Вісник ХНУ. Серія : Технічні науки. – Хмельницький : Видавництво ХНУ, 2015. – № 6 (231). – С. 184–188.
4. Чесановський І. І. Розробка математичних моделей надійності підсистем мобільного тепловізійного комплексу за різних стратегій експлуатації / І. І. Чесановський, В. А. Собченко // Збірник наукових праць НАДПСУ. Серія : Військові та технічні науки. – Хмельницький : НАДПСУ, 2015. – № 4 (66). – С. 363–376.
5. Надёжность технических систем : справочник / Ю. К. Беляев, В. А. Богатырев, В. П. Болотин и др. ; под ред. И. А. Ушакова. – М. : Радио и связь, 1985. – 608 с.
6. Репин С. В. Методология совершенствования системы технической эксплуатации стрелочных машин : дисс. ... доктора техн. наук : 05.05.04 / Сергей Васильевич Репин. – Санкт-Петербург, 2008. – 450 с.

*Стаття надійшла до редакції 14.09.2016*

*Бляшенко О., Шинкарук О., Собченко В.* **Отдельные аспекты обеспечения надежности комплексных технических средств охраны границы при ограниченных возможностях сервисной инфраструктуры**

В статье рассмотрены вопросы обеспечения надежности комплексных технических средств охраны границы на примере мобильного тепловизионного комплекса в условиях ограниченных возможностей сервисной инфраструктуры. Обоснована целевая функция распределения интенсивностей нагрузки подсистем комплексного образца, что позволяет учитывать вариативность эксплуатационной нагрузки отдельных подсистем и возможность искусственного управления ею при планировании использования комплекса.

**Ключевые слова:** *надежность, сложная техническая система, мобильный тепловизионный комплекс.*

*Bliashenko O., Shynkaruk O., Sobchenko V.* **Some reliability aspects of complex border surveillance technical means with limited service infrastructure abilities**

The use of mobile thermal imaging complexes (MTIC) in engineering control system greatly increases its effectiveness. Thermal imaging complexes technical operation experience in border surveillance mobile units points out that most of their idle time is linked with existing operation system deficiencies. This is due to inadequate planning and warning subsystem of maintenance and repair system. The system is currently implemented for complex technical devices (which include mobile thermal imaging complexes) in Ukraine State Border Service.

Aim of the paper is a study of the objective function for the load subsystems complex model intensity distribution. That takes into account both individual subsystems operating load variability and the ability to artificially control it at complex planning.

Scientific novelty of the methodology lays in the objective function development and its analytical justification with constraints to find function solution. Methodology used in the adaptive control model of maintenance and repair system parameters in mobile thermal imaging complexes. This allows you to define a rational distribution of individual subsystems mobile



thermal imaging complexes load while planning its use in border security, in planning its use in border surveillance. Thus, it is possible to ensure maximization of technical use factor.

This approach requires considerable caution in parameters selecting. This is because that the solution of the objective function is very sensitive in relation to choosing the output parameters. Thus, when the wrong choice of individual subsystems made, it can keep their resource unused or exceed its consumption up to 50%. The choice on the one hand causes excessive specific cost of MTIC operating, and on the other the low reliability of individual subsystems. Breakdown of specified parts in certain modes is critical. At the same time, with the exact calculation all subsystems are almost completely work out their resources and moments of service coincides. Which leads to achievement a number of optimum values for MTIC complex reliability indexes.

It should be remembered that the implementation of such flexible operation system for complex technical equipment, remains important calculate the optimal plan for their use, together with providing a certain level of individual subsystems reliability. Slight deviations in limitations (beyond the limits of acceptable use plan) or unplanned subsystem reliability change can quite easily lead to system stability loss. In such case, proposed decision for use options distribution will be inadequate. To prevent this, the output parameters choice should be made by special techniques that allow to receive and evaluate the limits of input parameters variation.

**Keywords:** *reliability, technical system, mobile thermovision complexis.*