

**МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ВІЙСЬКОВИЙ ІНСТИТУТ
КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
ВІЙСЬКОВОГО ІНСТИТУТУ
КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Випуск № 4

КИЇВ – 2006

УДК621.43

ББК 32-26.8-68.49

Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – Вип. № 4. – К.: ВІКНУ, 2006. – 260 с.

У збірнику опубліковано статті вчених, науково-педагогічних працівників, ад'юнктів і здобувачів інституту, в яких розглядаються актуальні проблеми військово-технічного та військово-гуманітарного розвитку Збройних Сил України.

Редакційна колегія:

Ленков С.В.	доктор технічних наук, професор (голова редакційної колегії);
Бортник С.Ю.	доктор географічних наук, професор (заст. голови редколегії);
Герасимов Б.М.	доктор технічних наук, професор;
Жердєв М.К.	доктор технічних наук, професор;
Зубарєв В.В.	доктор технічних наук, с.н.с;
Креденцер Б.П.	доктор технічних наук, професор;
Лісова С.В.	доктор педагогічних наук, професор;
Лихогруд М.Г.	доктор технічних наук, професор;
Любіцева О.О.	доктор географічних наук, професор;
Маслов В.С.	доктор педагогічних наук, професор;
Марушкевич А.А.	доктор педагогічних наук, доцент;
Матвієнко О.В.	доктор педагогічних наук, професор;
Науменко М.І.	доктор технічних наук, професор;
Нещадим М.І.	доктор педагогічних наук, професор;
Ободовський О.Г.	доктор географічних наук, професор;
Олійник Я.Б.	доктор економічних наук, професор;
Пономаренко Л.А.	доктор технічних наук, професор;
Плахотнік О.В.	доктор педагогічних наук, професор;
Сніжко С.І.	доктор географічних наук, професор;
Сторубльов О.І.	кандидат технічних наук, доцент;
Толубко В.Б.	доктор технічних наук, професор;
Шевченко В.О.	доктор географічних наук, професор;
Шищенко П.Г.	доктор географічних наук, професор;
Ягупов В.В.	доктор педагогічних наук, професор.

Відповідальні за випуск:

Вишнівський В.В.	кандидат технічних наук, доцент (секція: техніка);
Безносюк О.О.	кандидат педагогічних наук, доцент (секція: педагогіка);
Міхно О.Г.	кандидат технічних наук, доцент (секція: військова географія та геоінформаційні технології).

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

Відповідно до постанови ВАК України від 12.10.06 р. № 3-08/9 «Збірник наукових праць ВІКНУ імені Тараса Шевченка» внесено до переліку наукових фахових видань із технічних наук, а також географічних і педагогічних наук в галузі оборони та безпеки.

Затверджено на засіданні вченої ради ВІКНУ від 30.11.2006 р., протокол № 8.

Технічна редакція:

Ряба Л.О.

Охромович М.М.

Чернишов О.О.

Відповідальність за новизну і достовірність наведених результатів, тактико-технічних та економічних показників несуть автори.

Адреса редакції: м. Київ, вул. Глушкова 2, корп. 8, тел. +38 (044) 521 – 33 – 82
259 – 04 – 28

Наклад 300 прим.

ТЕХНІКА

Барабаш Ю.Л., Братченко Г.Д., Гончарук А.А. Метод і алгоритм розпізнавання класів нарізних артилерійських систем в РЛС розвідки вогневих позицій	5
Бахвалов В.Б., Корняков О.С., Стеценко О.О., Дмитрієв В.Є. Оптимізація амплітудного розподілу синфазної апертурної антени	12
Воробійов Г.П., Древецький В.В., Кованько В.В. Теоретичні основи проектування підземно рухомих роботів для виконання спеціальних операцій	17
Гайдай Ю.О., Сидоренко В.С., Сінкевич О.В., Ряба Л.О. Близькопольові методи дослідження діелектриків	23
Гостєв В.І., Скуртов С.М., Гостєв В.В. Фаззі-система управління температурою електричної печі	27
Дем'янчук Б.О., Трушков Г.В. Показники якості феромагнітних композитів для регулювання відображень електромагнітних коливань	30
Дяченко О.Ф., Розвод Р.С. Методика визначення масогабаритних характеристик та потужності елементів енергосилової установки на основі електрохімічного генератора для перспективних військових гусеничних машин з електро-механічною трансмісією	35
Жердєв М.К., Вишнівський В.В., Жиров Г.Б., Глухов С.А. Методика розрахунку електричного струму вихідного ланцюга логічного елемента інтегральної схеми при контролі технічного стану цифрових типових елементів заміни електромагнітним способом	42
Іванов Ю. Д., Пампуха І.В., Осипа В.О., Охромович М.М. Узагальнений метод структурно-логічного декодування інфімумних форм подання булевих функцій	48
Краснік А.А. Використання лінійного динамічного фільтру при вирішенні задачі прогнозу	54
Креденцер Б.П., Волох О.П., Кривцун В.І. Оптимізація періодичності обслуговування технічних об'єктів в процесі експлуатації з урахуванням неповної інформації про безвідмовність та почасової надмірності	57
Ленков С.В., Мокрицький В.А., Лукомський Д.В., Видолоб В.В. Дослідження термopужного механізму впливу високоенергетичного електронного пучка на досконалість напівпровідникових кристалів	65
Мазулевський О.Є. Підвищення ефективності контролю захищеності комп'ютерних мереж автоматизованих систем управління	72
Мірошніченко О.В. Метод придушення помилкових пеленгів в кореляційному пеленгаторі з рознесеним прийомом, при дії ковзних активних шумових перешкод	80
Мокрицький В.А., Ленков С.В., Ротнер С.М., Грасовський С.В. Методика отримання і електричні властивості алмазоподібних плівок	85
Креденцер Б.П., Гахович С.В., Невзоров А.В. Методика оптимізації системи планових ремонтів об'єктів радіоелектронної техніки	88
Пашков О.С. Моделі деградації інфрачервоних випромінювачів	92
Рось А.О., Балабін В.В., Перегудов Д.О., Молдавчук І.В. Концептуальні засади моделювання інформаційної боротьби в інтересах управління розвитком конфліктних ситуацій	99
Савков П.А., Пампуха І.В., Сидоров О.В., Гапюк В.М. Типові види дефектів на логічному і функціональному рівнях цифрових об'єктів діагнозу на базі математичного апарату мереж Петрі	109
Сбітнєв А.І., Грищак О.М. Класифікація спеціального програмного забезпечення автоматизованих інформаційних систем воєнного призначення	117
Солонніков В.Г., Гошколєпов В.В., Колос О.Л. Відновлення техніки у ході виконання завдань миротворчими підрозділами Збройних Сил України	125
Стрельбицкий М.А., Кривий В.І. Перспективні напрямки розвитку системи висвітлення надводної обстановки в Азово-Чорноморському басейні на сучасному етапі	130

МЕТОДИКА ОПТИМІЗАЦІЇ СИТЕМИ ПЛАНОВИХ РЕМОНТІВ ОБ'ЄКТІВ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ

Пропонується методика оптимізації системи планових ремонтів об'єктів радіоелектронної техніки, при якій враховуються економічні показники їх експлуатації (питома вартість експлуатації) і показники ефективності застосування об'єктів РЕТ за призначенням, де в якості основного показника використовується необхідний рівень безвідмовності (рівень інтенсивності відмов).

Предлагается методика оптимизации системы плановых ремонтов объектов РЕТ, при которой учитываются экономические показатели их эксплуатации (удельная стоимость эксплуатации) и показатели эффективности применения объектов РЕТ по назначению, где в качестве основного показателя используется необходимый уровень безотказности (уровень интенсивности отказов).

The method of optimization of the system of the planned repairs of radio electronic facilities, and at which the economic indicators of their exploitation (specific running cost) and indices of efficiency of application of radio electronic facilities are taken into account on purpose, is offered, where as a basic index the necessary level of faultless is used (level of intensity of refusals).

Об'єкти радіоелектронної техніки (РЕТ) відносяться до класу складних відновлюваних систем. Однією з головних характеристик таких систем є значення їх технічного ресурсу. Система експлуатації об'єктів РЕТ, що знаходяться на озброєнні Збройних Сил України передбачає зняття з експлуатації і проведення планових ремонтів цих об'єктів після вироблення ними призначеного ресурсу. Планові ремонти (середні і капітальні) передбачають відновлення ресурсу такої техніки до певного рівня. Так, для техніки Повітряних Сил передбачено, що капітальний ремонт (КР) відновлює до 80% ресурсу, а середній ремонт – до 30% – 50% ресурсу. Проте аналіз експлуатації РЕТ показав, що значення призначеного ресурсу лише у 25% – 30% всіх випадків відповідає значенню технічного ресурсу. Це призводить до зниження ефективності застосування об'єктів РЕТ за призначенням при завищеному значенні призначеного ресурсу, а також при підвищенні питомої вартості їх експлуатації – при його зниженні. Тому актуальною постає задача визначення періоду експлуатації об'єктів РЕТ до зняття їх з експлуатації і відправлення у плановий ремонт (СР або КР) з урахуванням дійсних значень показників їх надійності.

Метою даної статті є розробка методики оптимізації системи планових ремонтів об'єктів РЕТ, при якій враховуються як економічні показники їх експлуатації, так і показники ефективності застосування за призначенням.

Під економічним показником експлуатації будемо розуміти питому вартість експлуатації об'єктів РЕТ до відправки їх у плановий ремонт, а під показником ефективності – коефіцієнт готовності об'єкту на момент зняття його з експлуатації.

Відомо [1], що питома вартість експлуатації об'єктів РЕТ C_{Π} в спрощеному вигляді може бути визначена із застосуванням наступного співвідношення:

$$C_{\Pi} = \frac{1}{T} \left(C_0 + \sum_{i=1}^M C_{pi} \right), \quad (1)$$

де T – період експлуатації об'єкту;

C_0 – початкова вартість об'єкту при введенні його в експлуатацію;

M – кількість поточних ремонтів об'єкту РЕТ протягом періоду часу T ;

C_{pi} – вартість i -го поточного ремонту.

Для спрощення подальших обрахунків будемо вважати, що вартість кожного поточного ремонту незмінна і дорівнює C_p . Тоді (1) можна переписати у наступному вигляді:

$$C_{\Pi} = \frac{1}{T} (C_0 + M \cdot C_p), \quad (2)$$

Як відомо [2, 3], математичне очікування кількості відмов від початку експлуатації об'єкту до його наробітку T визначається наступним співвідношенням:

$$M = \int_0^T \lambda(t) dt, \quad (3)$$

де $\lambda(t)$ – інтенсивність відмов об'єкту РЕТ.

З урахуванням (3) вираз (2) переписеться у наступному вигляді:

$$C_{\Pi} = \frac{1}{T} \left(C_0 + C_p \cdot \int_0^T \lambda(t) dt \right) = \frac{C_0}{T} + \frac{C_p}{T} \cdot \int_0^T \lambda(t) dt, \quad (4)$$

Для нестаріючих об'єктів РЕТ (тобто при $\lambda = const$) очевидно, що при $T \rightarrow \infty$ питома вартість експлуатації асимптотично буде наближатись до величини $C_p \lambda$. Для старіючих об'єктів, які характеризуються зростанням інтенсивності відмов протягом тривалої експлуатації внаслідок старіння елементів, які входять до їх складу, питома вартість експлуатації буде зростати протягом експлуатації, і її вигляд буде залежати від вигляду функції $\lambda(t)$.

В [4] показано, що для складних технічних систем, до яких належать об'єкти РЕТ, інтенсивність відмов з високим ступенем точності можна описати наступним аналітичним виразом:

$$\lambda(t) = \lambda_0 + \frac{\frac{1}{\sigma_0 \cdot \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(t-T_0)^2}{2\sigma_0^2}\right)}{\left[\frac{1}{2} - \Phi\left(\frac{t-T_0}{\sigma_0}\right)\right]}, \quad (5)$$

де λ_0 – інтенсивність раптових відмов об'єкту на періоді нормальної експлуатації;

T_0 – математичне очікування часу наступання поступових відмов, зумовлених зносом і старінням апаратури протягом тривалої експлуатації;

σ_0 – середньоквадратичне відхилення часу наступання поступових відмов;

$\Phi(x)$ – функція Лапласа.

Після підстановки виразу (5) у (4) і урахування припущення про те, що $T_0/\sigma_0 \gg 3$, залежність питомої вартості експлуатації від часу експлуатації об'єкту РЕТ буде записана у наступному вигляді:

$$C_{\Pi} = \frac{C_0}{T} + C_p \cdot \left[\lambda_0 - \ln\left(\frac{1}{2} + \Phi\left(\frac{T_0 - T}{\sigma_0}\right)\right) \right]. \quad (6)$$

Для $T_0=15000$ год., $\lambda=0,01$ 1/год., $\sigma_0=2000$ год., $C_0=10000$ у.о., $C_p=100$ у.о. графік залежності $C_{\Pi}(T)$ матиме вигляд, показаний на рис. 1.

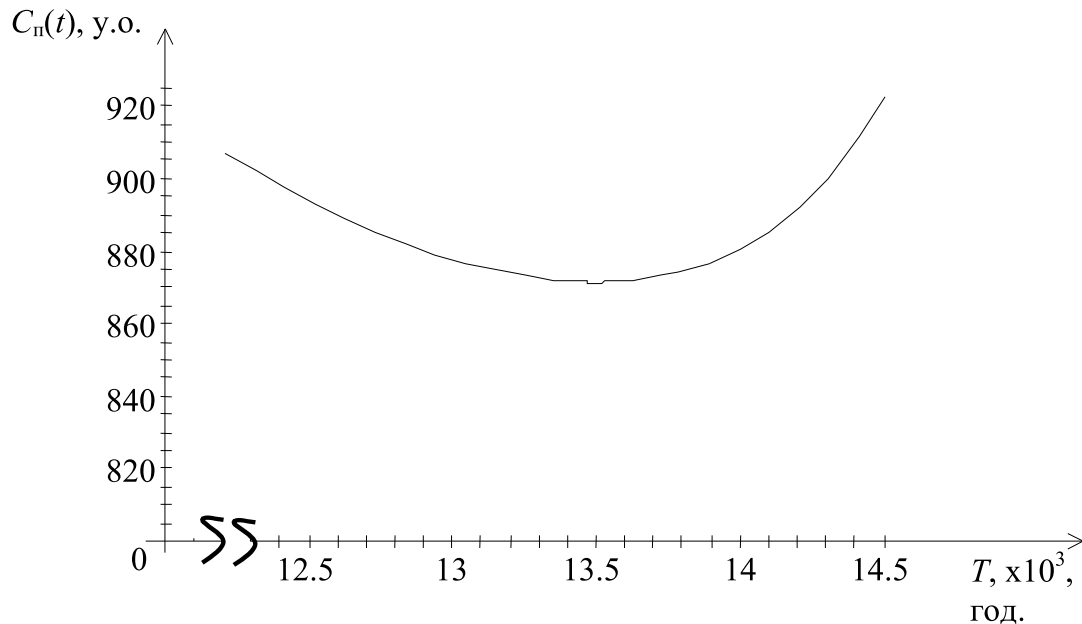


Рис. 1. Залежність питомої вартості експлуатації від наробітку об'єкту РЕТ

Ефективність застосування за призначенням об'єктів РЕТ може бути визначена, виходячи з різних показників, які визначаються насамперед призначенням того чи іншого об'єкту, умовами його експлуатації тощо. В роботах [5] говориться про те, що ефективність використання системи за призначенням визначається економічними показниками (в основному – собівартістю продукції, яка виробляється з використанням системи). Зміст поняття ефективності для об'єктів РЕТ військового призначення дещо відрізняється від наведеного визначення. Відмінність насамперед полягає у тому, що для вказаного класу об'єктів РЕТ основною є вимога підтримання рівня їх безвідмовності у відповідальних режимах експлуатації. Економічні показники при цьому враховуються (і мінімізуються) у випадку, коли виконується головна вимога – забезпечено необхідний рівень безвідмовності (а, отже, і боєготовності). Звичайно, величина показників безвідмовності важлива і для інших класів технічних систем (в тому числі і об'єктів РЕТ), проте вона там завжди враховується у показниках економічної ефективності.

Таким чином, можна говорити про те, що при визначенні міжремонтних термінів для об'єктів РЕТ необхідно враховувати щонайменше два показники: з одного боку, питома вартість експлуатації при тривалому використанні об'єкту не повинна зростати вище певного встановленого граничного значення $C_{\Pi}^{гр}$, а з другого боку, рівень інтенсивності відмов повинен залишатись нижче граничного рівня $\lambda^{гр}$. В аналітичному вигляді дану умову можна записати наступним чином:

$$\begin{cases} C_{\Pi} \leq C_{\Pi}^{гр} \\ \lambda \leq \lambda^{гр} \end{cases} \quad 7)$$

Таким чином, методика оптимізації системи планових ремонтів об'єктів радіоелектронної техніки, що враховує як економічні, так і надійнісні показники експлуатації, полягає у виконанні наступних операцій:

1. Визначається закон розподілу наробітку до відмови об'єкту РЕТ, який являє собою математичну модель безвідмовності цього об'єкту.

2. Здійснюється калібрування математичної моделі безвідмовності, тобто визначення параметрів, які входять до закону розподілу наробітку до відмови на підставі аналізу і обробки статистичних даних про експлуатацію однотипних об'єктів РЕТ.

3. На підставі статистичних даних і даних, що одержані від виробників визначаються економічні показники експлуатації, а саме початкова вартість об'єкту РЕТ при введенні його в експлуатацію і вартість поточних ремонтів на періоді експлуатації.

4. Визначаються залежності питомої вартості експлуатації та інтенсивності відмов об'єкту РЕТ від його наробітку.

5. З використанням виразу (7) визначаються оптимальні міжремонтні терміни для даного типу об'єктів РЕТ.

Висновки. Запропонована методика призначена для оптимізації системи планових ремонтів об'єктів радіоелектронної техніки, що відносяться до класу складних технічних систем. Ця методика базується на аналізі і визначенні залежності від наробітку як економічних показників експлуатації (а саме питомої вартості експлуатації), так і показників безвідмовності об'єктів РЕТ (інтенсивності відмов). Використання запропонованої методики дозволить підвищити ефективність застосування об'єктів РЕТ за призначенням, а саме не допустити використання об'єктів з низькими показниками безвідмовності і високою питомою вартістю експлуатації.

ЛІТЕРАТУРИ:

1. *Червоный А.А., Лукьяненко В.И., Котин Л.В.* Надежность сложных систем. – М.: Машиностроение, 1976. – 288 с.
2. Основы надежности и технического обеспечения РЭС. Часть 1 / Под ред. Б.П. Креденцера. – К.: КВИРТУ, 1980. – 204 с.
3. *Невзоров А.В.* Математична модель прогнозування параметрів безвідмовності об'єкту радіоелектронної техніки на основі статистичних даних // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2003. – Ювілейний випуск. – С. 127 – 133.
4. *Невзоров А.В.* Математична модель оцінки залишкового ресурсу складних технічних систем // Зб. наук. пр. ОІСВ. – 2005. - № 10. - С. 103 – 107.
5. Анализ отказов изделий электронной техники / А.С. Мирошниченко, С.В. Ленков, З.А. Фишер, Б.И. Уродов / Под ред. Н.В. Авдеевой. – М.: ЦООНТИ ЭКОС, 1987. – 168 с.

Рецензент: д.т.н., проф. Жердєв М.К.

Наукове видання

**Збірник наукових праць
Військового інституту**

**Київського національного університету
імені Тараса Шевченка**

2006 р.

Випуск №4

Підписано до друку 01.12.06 р.
Авт. друк. Арк.. 11,6 Формат 60х90/16
Наклад 300 прим. Зам. 01-12

Видавництво географічної літератури “Обрії”

Свідоцтво Держкомінформ України ДК №23 від 30.03.2000р.
Київ, вул.. Метрологічна, 14-б, оф.3
Телефон 521-32-28