

УДК 629.783

П.В. Фриз, к.т.н., доц.  
О.Р. Рихальський, викл.

*Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова Національного авіаційного університету*

О.В. Андрєєв, к.т.н., доц.

*Житомирський державний технологічний університет*

## МЕТОДИКА ОЦІНКИ ПОКАЗНИКА ЕФЕКТИВНОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

*Проводиться аналіз можливості удосконалення прийнятої системи обслуговування космічних апаратів (КА) дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) на етапі їх цільового застосування, розглянуто шляхи скорочення часу обслуговування та підвищення апостеріорної імовірності безвідмовної роботи КА. Наведено методику розрахунку показника ефективності обслуговування КА при використанні прогноуючого контролю (ПК) технічного стану КА, яка враховує дискретну роботу бортової цільової апаратури (БЦА).*

**Вступ та аналіз останніх досліджень, у яких започатковано розв'язання проблеми.** У забезпеченні високої ефективності космічних інформаційних систем визначальна роль відводиться КА як носіям БЦА. В умовах обмеженої надійності КА та недосконалої системи контролю і відновлення працездатності їх бортових систем (БС) під час виконання цільової задачі досягти високої ефективності функціонування КА достатньо складно. При цьому сукупність операцій контролю технічного стану КА та відновлення їх працездатності часто називають *обслуговуванням*, а сукупність відповідних технічних і програмних засобів – *системою обслуговування (СО)* [1, 2].

Аналіз причин невиконання задач КА систем ДЗЗ Російської Федерації та України ("Океан-О", "Січ-1", "Січ-1М") показав, що відмови орбітальних засобів складають близько 92...96 %, а наземних – тільки 4...8 % від усіх випадків [3, 4]. При цьому лише чверть КА припинила функціонування через закінчення технічного ресурсу, а решта відмовили або внаслідок недостатньої надійності БС, або за рахунок недосконалості їх СО. У зв'язку з цим на нинішньому етапі велика увага приділяється теоретичним і прикладним дослідженням у сфері експлуатації КА в орбітальному польоті, спрямованим на підвищення ефективності КА на основі вдосконалення їх СО.

Складність та багатофункціональність космічних систем ДЗЗ, наявність в них різноманітних типів зв'язку, багаторівневе розташування елементів у просторі, цілеспрямованість функціонування та участь людини в управлінні КА обумовлює віднесення їх до категорії складних технічних систем [5]. Методика розрахунку показників ефективності таких систем наземного базування та якості операцій обслуговування їх підсистем розглянуті у роботах [6, 7]. Зрозуміло, що в цих роботах не могли бути враховані вплив циклічності сеансів управління КА та дискретний характер роботи БЦА на показники якості операції обслуговування КА. До того ж в них не розглянуто можливості використання ПК та особливості однопунктової технології управління КА, що притаманна вітчизняним системам ДЗЗ [8].

Виходячи з цього, **метою статті** є удосконалення існуючої СО КА на етапі їх цільового застосування за рахунок застосування ПК технічного стану КА та розробка методики розрахунку показника ефективності обслуговування при однопунктовій технології управління КА і дискретній роботі БЦА.

**Постановка наукового завдання.** Вважатимемо, що КА ДЗЗ, виведений на задану орбіту, займає необхідне просторово-часове положення і протягом певного інтервалу часу виконує цільове завдання – проводить космічну зйомку заданих районів Землі. Очевидно, що якість виконання цієї задачі космічною системою безпосередньо залежить від працездатності КА. В свою чергу, працездатний стан КА можна підтримувати у процесі його функціонування шляхом підключення резервних комплектів БС за результатами контролю їх технічного стану на основі аналізу телеметричної інформації (ТМІ).

Виходячи з цього, як показник ефективності КА оберемо ймовірність виконання задачі КА у необхідний час та у відповідних умовах у вигляді [2]:

$$E(\theta/t_k) = K_z(t_k)P(\theta/t_k) \cdot E_0(\theta/t_k), \quad (1)$$

де  $K_z(t_k)$  – коефіцієнт готовності КА, під яким розуміють імовірність того, що перед початком цільового застосування КА  $t_k$  усі БС працездатні;

$P(\theta/t_k)$  – умовна ймовірність того, що КА готовий до виконання цільової задачі в момент  $t_k$ , не відмовить на інтервалі часу  $(t_k, t_k + \theta)$ ;

$E_0(\theta/t_k)$  – ймовірність виконання цільової задачі ідеально надійним КА;

$\theta$  – деякий інтервал цільового застосування КА.

Із формули (1) видно, що для підвищення ефективності КА слід підвищувати коефіцієнт готовності  $K_z(t_k)$  та умовну ймовірність  $P(\theta/t_k)$ .

Нехай контроль технічного стану КА проводиться з певною періодичністю, відновлення характеристик БС суміщено із сеансом контролю та проводиться за час  $T_g$ , а середнє напрацювання на одну відмову КА складає  $T_o$ . Тоді усталене значення коефіцієнта готовності КА можна знайти як

$$K_z = T_o / (T_o + T_g), \quad (2)$$

звідки очевидні шляхи підвищення цього коефіцієнта. Зокрема одним із таких шляхів є скорочення часу на відновлення працездатності БС  $T_g$  за рахунок ПК *технічного стану* КА.

Крім того, можна показати, що за рахунок застосування в СО прогнозуючого контролю *надійність* БС можна забезпечити підвищенням і умовної ймовірності  $P(\theta/t_k)$ .

Виходячи з цього, **наукове завдання** полягає в удосконаленні прийнятої СО КА ДЗЗ за рахунок використання в ній ПК.

**Викладення основного матеріалу.** У загальному випадку під СО технічних об'єктів розуміють формалізовану систему управління якістю цих об'єктів у процесі їх експлуатації. При побудові загальноприйнятої моделі СО передбачається, що ефективність об'єкта оцінюється деяким показником  $\bar{E}(t)$ , який визначає його технічний стан. Через вплив дестабілізуючих факторів ефективність об'єкта може погіршуватись і у часі описується випадковим процесом, що призводить до необхідності періодичного управління. Отже така СО являє собою замкнену динамічну систему дискретного управління. Основними елементами такої системи виступають блок контролю і блок управління.

До складу блока контролю входить вимірювач, який оцінює поточні значення показника  $\bar{E}^*(t)$ , блок апріорної інформації (AI) і блок рішення. Блок управління формує на основі прийнятого рішення управляючі команди  $\bar{U}(t)$ , які надходять на об'єкт і приводять його з деякою ймовірністю в стан придатності до виконання задачі [2].

Таким чином, обслуговування складається із двох послідовних операцій: *контролю та відновлення*, а функціонування СО зводиться до ряду послідовних циклів "робота – обслуговування". Однак така загально прийнята модель СО технічних об'єктів не враховує деяких особливостей КА, як об'єкта управління, а саме:

1. КА має вбудовану систему контролю, яка дозволяє *безперервно* отримувати інформацію про його технічний стан.

2. *Циклічний* характер функціонування КА обумовлює різну інтенсивність відмов БС та нерівномірний характер обслуговування КА у часі.

3. Складність отримання кількісної оцінки показника (1) для КА обумовлює перехід від контролю за показниками якості до контролю за параметрами. Значення параметрів оцінюється за телеметричною інформацією, яка передається по радіоканалу зв'язку на наземні засоби.

4. При передачі ТМІ на наземні засоби та команди управління на КА по радіолінії можливі спотворення інформації за рахунок перешкод, що знижує достовірність контролю та погіршує управління КА.

5. Існуюча СО КА є автоматизованою, де на обслуговуючий персонал покладено функцію прийняття рішення, що з одного боку робить СО більш гнучкою, а з іншого – інерційною. Це обумовлено обмеженими можливостями обслуговуючого персоналу [9, 10] та технічними труднощами щодо оцінки технічного стану КА і прийняття рішення на відновлення його працездатності шляхом видачі команд управління.

6. В існуючій СО ТМІ використовується для оцінки працездатності КА на поточний момент контролю  $t_k$ . В той же час очевидно, що отриману у поточний момент контролю  $t_k$  ТМІ можна використовувати для прогнозування технічного стану КА на майбутні часові інтервали виконання цільової задачі  $(t_k, t_k + \theta)$ .

З урахуванням зазначених особливостей удосконалена модель СО КА, яка передбачає використання в ній ПК, представлена на рис. 1. У даній моделі КА як об'єкт контролю представлений вектором контрольованих параметрів  $\bar{X}(t)$ , які змінюються випадково під впливом дестабілізуючих факторів  $\bar{\xi}_1(t)$ . Основою блоку збору інформації є бортова радіотелеметрична система, яка здійснює вимірювання і перетворення параметрів з деякими похибками  $\bar{Y}(t)$ . По радіолінії "борт–Земля" передаються сигнали  $\bar{Z}^*(t)$ , які формуються з урахуванням спотворень у радіолінії  $\bar{\xi}_2(t)$ . До блока обробки входить програмно-апаратний комплекс прийому та обробки ТМІ, який формує оцінку випадкового вектора  $\bar{X}(t)$ . Використовуючи оцінку  $\bar{X}(t)$  та AI щодо технічного стану КА та допустимих меж зміни

контрольованих параметрів  $\bar{G}_0$ , режими роботи БС та інші відомості з експлуатаційної документації, обслуговуючий персонал приймає рішення щодо стану КА  $\bar{R}(\hat{X}, \bar{G}_0)$ .

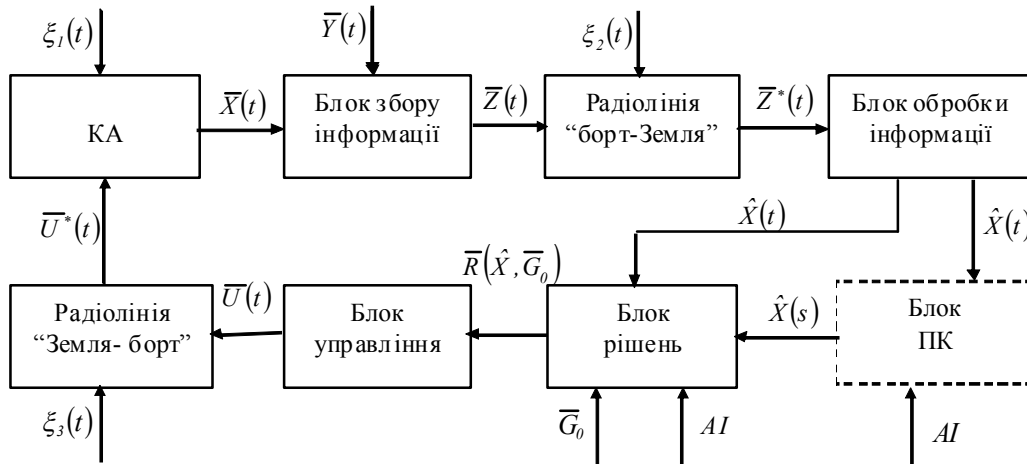


Рис. 1. Модель системи обслуговування КА

Рішення на управління технічним станом КА приймається, якщо  $\hat{X}(t) \notin \bar{G}_0$  і зводиться до підключення резервних блоків, зміни режимів роботи БС, положення центра мас та орієнтації КА, відновлення бортової програми управління тощо. Для реалізації рішень використовується вектор управління  $\bar{U}(t)$  у вигляді набору радіокоманд, які передаються на КА по радіолінії "Земля-борт" в умовах можливих спотворень під дією випадкового вектора  $\bar{\xi}_3(t)$  як  $\bar{U}^*(t)$ . Як правило, вектор  $\bar{U}(t)$  є багатомірним (понад 100 команд), причому зазвичай близько половини команд використовуються для управління технічним станом КА [11].

Блок ПК забезпечує прийняття обґрунтованих рішень через формування оцінки вектора контролюючих параметрів  $\hat{X}(s)$  на майбутні часові інтервали виконання цільової задачі  $s = t_k + \theta$  за даними ТМІ, що отримана у поточний момент контролю  $t_k$  та з використанням  $AI$ .

Оцінка ефективності операції обслуговування, проведеної в момент  $t_k$ , може бути отримана згідно з виразом [1]:

$$E_{об}(t_k, t) = \frac{E(t/t_k) - E(t)}{E_{io}(t/t_k) - E(t)}, \quad t \geq t_k, \tag{3}$$

де  $E(t)$  – показник ефективності необслуговуваного КА;

$E(t/t_k)$  – ефективність обслуженого КА в момент  $t = t_k$ ;

$E_{io}(t/t_k)$  – ефективність ідеально обслуговуваного КА в момент  $t = t_k$  (при достовірному контролі й відновленні об'єкта з імовірністю, яка дорівнює одиниці за нульовий час).

Враховуючи те, що КА виконує задачу протягом певного часового інтервалу  $\theta$ , починаючи з моменту  $t_k$ , вираз (3) можна перетворити до такого вигляду:

$$E_{об}(\theta/t_k) = \frac{E(\theta/t_k) - E(t_k + \theta)}{E_{io}(\theta/t_k) - E(t_k + \theta)} = \frac{K_e(t_k)P(\theta/t_k) - P(t_k + \theta)}{P_{io}(\theta/t_k) - P(t_k + \theta)}, \tag{4}$$

де  $P_{io}(\theta/t_k)$  – умовна ймовірність безвідмовного функціонування КА у режимі цільового застосування при ідеальному обслуговуванні;

$P(t_k + \theta)$  – ймовірність безвідмовного функціонування не обслуговуваного КА у режимі цільового застосування.

У виразі (4) враховано, що коефіцієнт готовності КА після ідеального обслуговування дорівнює одиниці.

Особливістю функціонування КА ДЗЗ є те, що його застосуванню за цільовим призначенням як правило передують режим "зберігання" на орбіті, тобто функціонування у черговому режимі, коли працює мінімальна кількість БС. Безпосередньо цільове застосування справного КА починається в момент  $t_k$

після проведення контролю його технічного стану. Отже функціонування КА на орбіті являє собою множинну циклів “зберігання–робота”.

Відносно такого алгоритму функціонування сучасної радіоелектронної апаратури (РЕА) відомо, що ймовірність її безвідмовного зберігання  $P_{зб}(t)$  та роботи  $P_p(\theta/t_k)$  мають експоненціальний закон розподілу [7] і визначаються відповідно як:

$$P_{зб}(t) = \exp(-\Lambda_{зб}t); \quad (5)$$

$$P_p(\theta/t_k) = \exp(-\Lambda_p\theta), \quad (6)$$

де  $\Lambda_{зб}$  і  $\Lambda_p$  – інтенсивності відмов РЕА при зберіганні та під час роботи відповідно, причому вони знаходяться у співвідношенні  $K_{зб} = \Lambda_{зб} / \Lambda_p = 10^{-2} \dots 10^{-3}$ .

Отже при умові статистичної незалежності подій, що мають місце при вмиканні РЕА, імовірність безвідмовної роботи  $P_p(t)$  обслуговуваного КА, який складається близько 90 % з РЕА, може бути визначена таким чином [6]:

$$P_p(t) = K_c(t_k)P(\theta/t_k) = P_{зб}(t)P_{неп}(t)P(\theta/t_k), \quad (7)$$

де  $P_{неп}(t)$  – імовірність появи відмови при переключенні режимів через перехідні процеси в БС.

Враховуючи циклічність роботи КА,  $P_{неп}(t)$ , що входить до виразу (7), можна визначити [12] як:

$$P_{неп}(t) = \exp(-n_u\xi t) = \exp(-n_u\chi), \quad (8)$$

де  $n_u$  – число відмов КА за один цикл роботи БЦА;

$\xi = \chi / t$  – частота вмикань БЦА (кількість вмикань за одиницю часу);

$\chi$  – число циклів роботи БЦА.

Під циклом роботи БЦА розуміється інтервал часу від моменту її вмикання до моменту вимикання.

Враховуючи вирази (6) та (8), ймовірність безвідмовної роботи обслуговуваного КА, можна визначити таким чином:

$$P_p(t) = \exp[-(\Lambda_p\theta + \Lambda_{зб}\Delta t_{зб} + n_u\chi)], \quad (9)$$

де  $\Delta t_{зб}$  – час зберігання БЦА перед застосування КА.

Ймовірність безвідмовного функціонування необслуговуваного КА  $P(t_k + \theta)$  також може бути визначена згідно з виразом (9), але з урахуванням сумарного часу зберігання та застосування КА з моменту початку введення його в експлуатацію.

Таким чином, вплив системи обслуговування на якість виконання задач КА за цільовим призначенням може бути визначений показником ефективності обслуговування (4), який являє собою нормоване значення збільшення показника ефективності КА порівняно з системою без обслуговування.

Згідно з наведеним математичним апаратом оцінку ефективності обслуговування КА ДЗЗ доцільно проводити за методикою:

1. Проводиться розрахунок часу функціонування  $\theta$  та зберігання  $\Delta t_{зб}$  БС за добу та сумарного часу зберігання і застосування КА з моменту початку введення його в експлуатацію.

2. Враховуючи вирази (5) та (6) та відповідні значення ймовірності безвідмовної роботи бортових систем КА, розраховуються інтенсивності відмов БС під час роботи  $\Lambda_p$  та зберіганні  $\Lambda_{зб}$  протягом терміну активного існування.

3. Згідно з виразом (9) визначається ймовірність безвідмовного функціонування необслуговуваного КА  $P(t_k + \theta)$  за сумарний час зберігання та застосування КА з моменту початку введення його в експлуатацію, а також з врахуванням числа відмов КА за один цикл роботи БЦА та числа циклів.

4. Розраховується ймовірність безвідмовного функціонування обслуговуваного КА  $P_p(t)$  згідно з виразом (9) за сумарний час зберігання та застосування КА після обслуговування КА (контролю та відновленню працездатності БС), а також з врахуванням числа відмов КА за один цикл роботи БЦА та числа циклів.

5. Проводиться розрахунок показника ефективності обслуговування КА ДЗЗ  $E_{об}(t)$  згідно з виразом (4).

Для прикладу оцінимо ефективність обслуговування вітчизняного КА оптико-електронного спостереження Землі МС-2-8, який планується вивести на орбіту найближчим часом, при однопунктній технології управління. Оцінку часу обслуговування КА проведемо за його типовою добовою циклограмою роботи. Кількість і тривалість сеансів зйомки Землі та передачі цільової інформації за типову добу визначаються енергоспоживанням БС при заданих обмеженнях на вихідну середньодобову й максимальну потужність підсистеми електропостачання, та обмеженнях на об'єм пам'яті бортового запам'ятовуючого пристрою БЦА [8].

Згідно з типовою добовою циклограмою роботи прийом ТМІ на Землі здійснюється на 1-му, 6-му та 14-му витках орбіти протягом 10...13 хв. (рис. 2, а). Передача командної інформації (КІ) на КА можлива на 6-му витку на інтервалі 10 хв. (рис. 2, б). Передача з борту КА цільової інформації (ЦІ) передбачена на 6-му та 14-му витках протягом 13 хв. (рис. 2, в). Сеанси зйомки заданих районів Землі здійснюються: на 1-му, 3-му, 5-му, 10-му, 12-му та 13-му витках орбіти по два включення БЦА тривалістю 7 с; на 2-му, 4-му, 6-му, 11-му та 13-му витках орбіти по два включення БЦА тривалістю 14 та 21 с; на 7-му та 15-му витках по одному включенню БЦА тривалістю 14 с та 7с відповідно (рис. 2, г). Контроль працездатності БС КА здійснюється на інтервалі отримання ТМІ, а діагностичний контроль – при порушенні працездатності КА протягом часу сеансу прийому ТМІ та до наступного сеансу управління. При відновленні працездатності КА передача командної інформації може бути здійснена на 1-му та 14-му витках (рис. 2, б).

Для кількісної оцінки ефективності операції обслуговування КА МС-2-8 скористаємось виразами (4) та (9). Значення ефективності обслуговування  $E_{об}(t)$  та ймовірності безвідмовної роботи необслуговуваного  $P_p^H(t)$  і обслуговуваного  $P_p^O(t)$  КА для різних значень інтенсивності відмов та тривалості інтервалу експлуатації наведені на рис. 3. Розрахунок наведених залежностей проводився за умови, що  $K_{зб} = 10^{-2}$ ,  $\theta = 102$  с,  $n_{ц} = 10^{-5}$ ,  $\Delta t_{зб} = 3500$  с.

Аналіз отриманих залежностей показує, що зі збільшенням інтенсивності відмов імовірність безвідмовної роботи необслуговуваного КА знижується на інтервалі експлуатації від 15 % до 40 %, а імовірність безвідмовної роботи обслуговуваного КА для всіх умов знижується лише на 10 %. Отже ефективність обслуговування залишається майже сталою протягом інтервалу експлуатації та зменшується від 80 % до 45 % при зменшенні інтенсивності відмов. А це означає, що підвищення імовірності безвідмовної роботи КА шляхом застосування ПК на етапі обслуговування дозволяє забезпечити майже незмінне значення ефективності застосування КА за цільовим призначенням по відношенню до ефективності необслуговуваних КА.

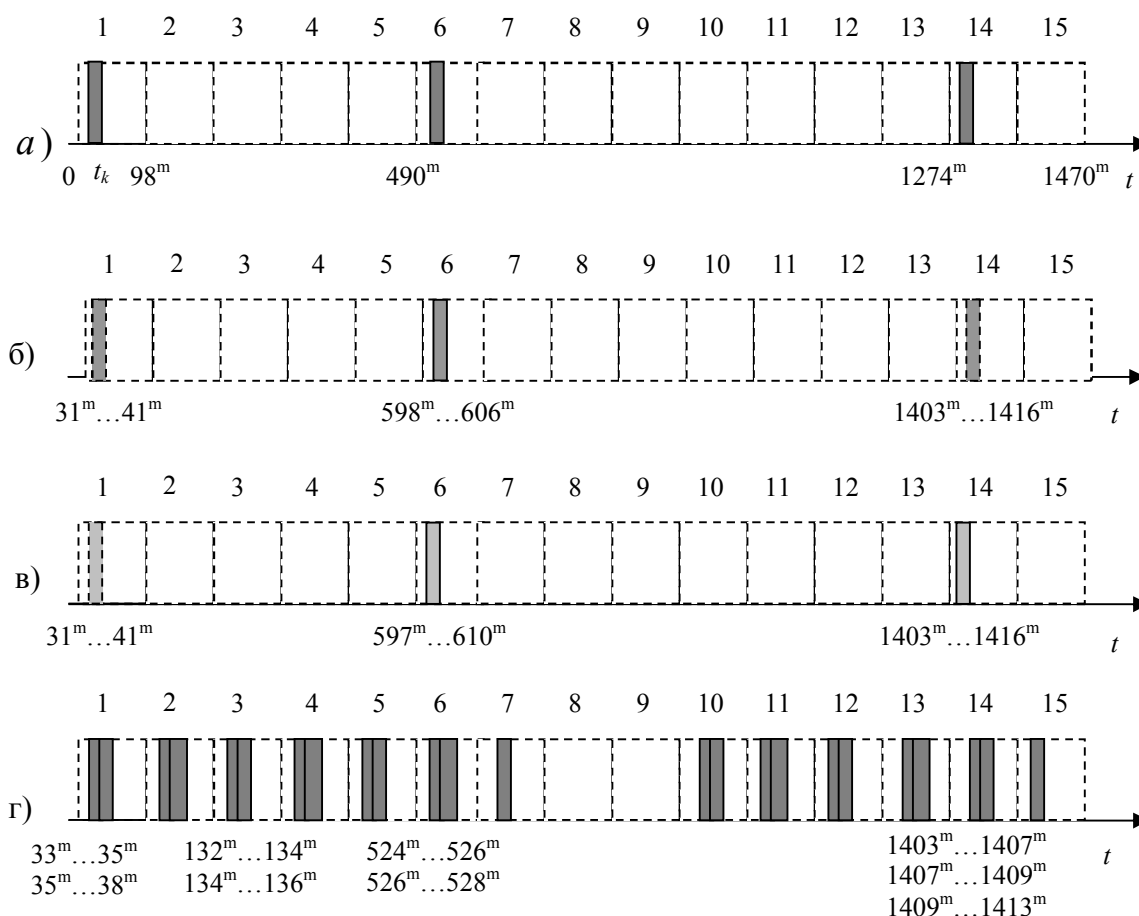


Рис. 2. Типова добова циклограма роботи КА МС-2-8:

а) передача ТМІ; б) прийом (КІ); в) передача ЦІ;  
 г) сеанси зйомки заданих районів Землі

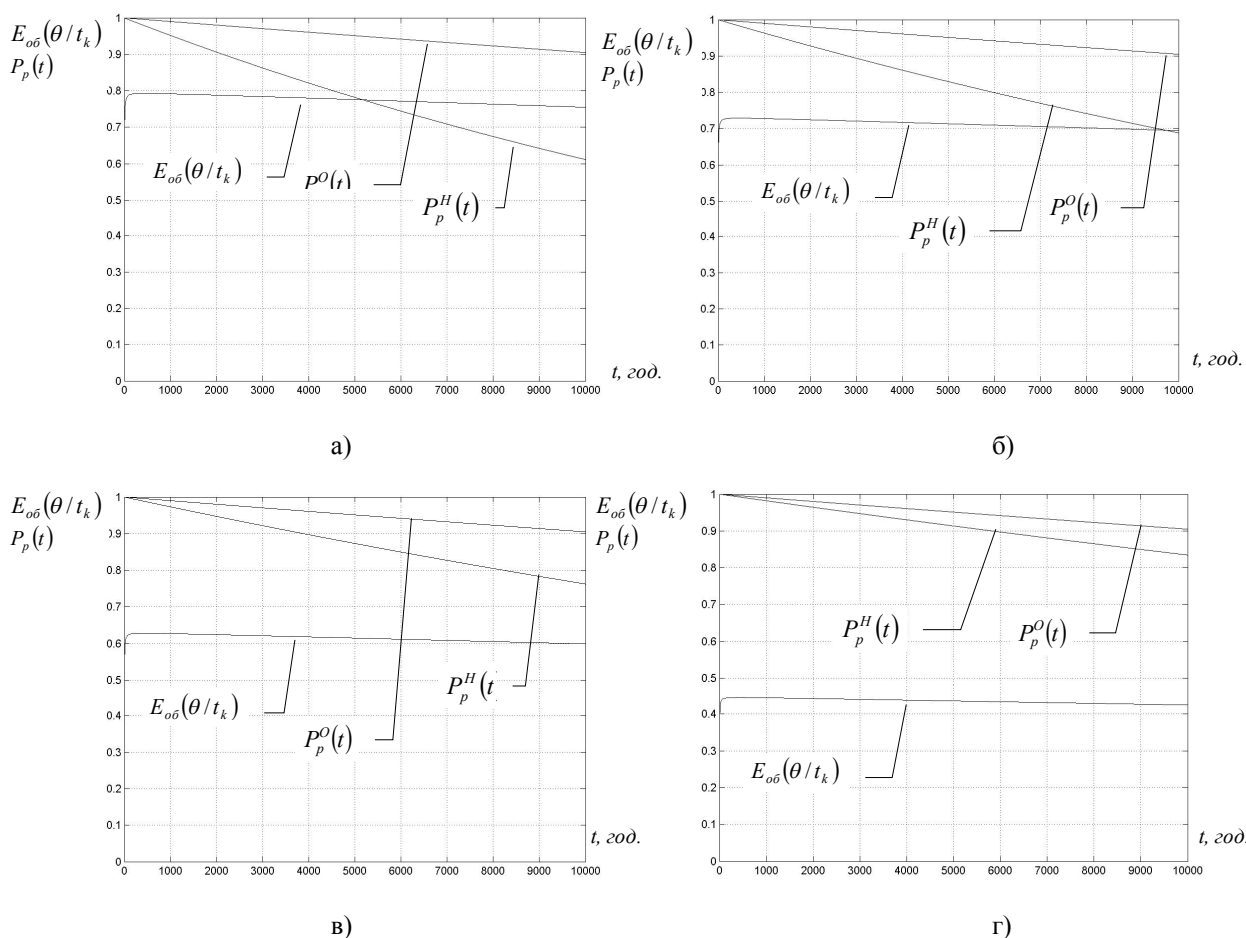


Рис. 3. Графіки залежності  $E_{об}(\theta / t_k)$ ,  $P_p^O(t)$ ,  $P_p^H(t)$  при різних значеннях інтенсивності відмов БС:

а)  $\Lambda_p = 10^{-3}$ ; б)  $\Lambda_p = 7 \cdot 10^{-4}$ ; в)  $\Lambda_p = 4 \cdot 10^{-4}$ ; г)  $\Lambda_p = 2 \cdot 10^{-4}$

**Висновки.** Досягнення високої ефективності функціонування КА в умовах обмежених характеристик надійності КА та недосконалості існуючої системи відновлення їх працездатності, у разі відмов бортової апаратури під час виконання поставлених завдань, є достатньо проблемним питанням.

В умовах обмеженої надійності БС на ефективність обслуговування КА ДЗЗ, при однопунктній технології управління, впливає обмеженість часу сеансу зв'язку КА з наземними засобами, дискретність контролю, великий обсяг контрольної інформації, перевантаженість обслуговуючого персоналу, недостатня ефективність діагностичного і відсутність прогнозуючого контролю. Запропонована модель системи обслуговування КА, яка отримана на основі модифікації загальноприйнятої СО наземних засобів, та кількісний критерій оцінки її ефективності дав можливість виявити два основних напрямки удосконалення прийнятої СО КА на етапі їх цільового застосування: підвищення коефіцієнта готовності КА за рахунок скорочення часу на обслуговування та підвищення апостеріорної імовірності безвідмовної роботи КА за рахунок ПК.

Вплив СО на якість виконання задач КА за цільовим призначенням може бути визначений показником ефективності обслуговування, який являє собою нормоване значення збільшення показника ефективності КА порівняно з системою без обслуговування.

Оцінка ефективності обслуговування вітчизняного КА оптико-електронного спостереження Землі МС-2-8 з урахуванням його просторово-часового положення та дискретності роботи БЦА підтвердила доцільність проведення обслуговування при зростанні інтенсивності відмов БС. Так, імовірність безвідмовної роботи обслуговуваних КА збільшується від 5 % до 30 % відносно імовірності безвідмовної роботи необслуговуваних КА, а це, в свою чергу, підвищує ймовірність виконання цільових завдань космічною системою.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. *Васильев Б.В.* Прогнозирование надежности и эффективности радиоэлектронных устройств. – М.: Сов. радио, 1970. – 336 с.
2. *Евланов Л.Г.* Контроль динамических систем. – М.: Наука, 1979. – 432 с.
3. *Чернявский Г.И., Беркетов Г.А., Комаров И.Д.* Индивидуальный прогноз остаточного ресурса сложных технических систем по результатам эксплуатации // Двойные технологии. – 2005. – № 4. – С. 18–23.
4. *Давыдов А.Е., Ульянов С.В., Лут М.А.* Предложения по созданию автоматизированной системы прогнозирования надежности и остаточного ресурса КА длительного функционирования // Двойные технологии. – 2003. – № 2. – С. 25–31.
5. *Волков Л. И.* Безопасность и надежность систем. – М.: СИП РИА, 2003. – 268 с.
6. Надежность и эффективность в технике: Справочник в десяти томах / Ред. совет: В.С. Авдеевский (предс.) и др. – Т. 3. – Эффективность технических систем / Под ред. В.Ф. Уткина, Ю.А. Крючкова. – М.: Машиностроение, 1988. – 328 с.
7. *Алексеев А.Я., Адерихин И.В.* Эксплуатация радиотехнических систем. – М.: Воениздат, 1980. – 358 с.
8. Космическая система оптико-электронного наблюдения Земли и связи «Січ-2». Аванпроект // Пояснительная записка: Часть 6. – Космический аппарат МС-2-8 «Січ-2». ПЗ-6.-НКАУ: ГKB «Южное», 2002. – 192 с.
9. *Фокин Ю.Г.* Оператор-технические средства: обеспечение надежности. – М.: Воениздат, 1985. – 192 с.
10. *Шабанов Г.П.* Количественная оценка деятельности человека в системах человек – техника. – М.: Высшая школа, 1978. – 320 с.
11. *Лебедев А.А., Нестеренко О.П.* Космические системы наблюдения. Синтез и моделирование. – М.: Машиностроение, 1991. – 224 с.
12. *Александров А.И.* Эксплуатация радиотехнических комплексов. – М.: Сов. радио, 1976. – 280 с.

ФРИЗ Петро Васильович – кандидат технічних наук, професор кафедри Житомирського військового інституту ім. С.П. Корольова Національного авіаційного університету.

Наукові інтереси:

– математичне моделювання в інформаційно-вимірвальних системах.

АНДРЕЄВ Олександр Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

– обробка інформації в інформаційно-вимірвальних системах.

РИХАЛЬСЬКИЙ Олександр Ростиславович – викладач кафедри Житомирського військового інституту ім. С.П. Корольова Національного авіаційного університету.

Наукові інтереси:

– обробка та моделювання вимірів у радіотехнічних системах.

Подано 25.04.2008

**Фриз П.В., Рыхальский А.Р., Андреев А.В.** Методика оценки эффективности обслуживания космических аппаратов дистанционного зондирования Земли

**Фриз П.В., Рихальський О.Р., Андреев О.В.** Методика оцінки ефективності обслуговування космічних апаратів дистанційного зондування Землі

**Friz P.V., Rihalsky A.R., Andreev A.V.** Technique of an estimation of efficiency of service of space vehicles remote sounding of the Earth

УДК 629.783

**Методика оценки эффективности обслуживания космических аппаратов дистанционного зондирования Земли // П.В. Фриз, А.Р. Рыхальский, А.В. Андреев**

Проводится анализ возможности усовершенствования принятой системы обслуживания космических аппаратов дистанционного зондирования Земли на этапе их целевого применения, рассмотрены пути сокращения времени обслуживания и повышение апостериорной вероятности безотказной работы КА. Приведена методика расчета показателя эффективности обслуживания КА, при использовании прогнозирующего контроля технического состояния КА, которая учитывает дискретную работу бортовой целевой аппаратуры.

УДК 629.783

**Technique of an estimation of efficiency of service of space vehicles remote sounding of the Earth / P.V. Friz, V.P. Friz, A.V. Andreev**

The analysis of an opportunity of improvement of the accepted system of service of space vehicles (SV) of remote sounding of the Earth at a stage of their target application will be carried out, the ways of reduction of a holding time and increase of conditional probability of non-failure operation SV are considered. The technique of account of a parameter of efficiency of service SV is given, at use of the predicting control of a technical condition SV, which takes into account discrete work of the onboard target equipment.