

ПОРЯДОК ПЛАНУВАННЯ РЕМОНТУ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗА ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ

У статті розроблено рекомендації щодо застосування методу планування виходу у ремонт зразків зенітного ракетного озброєння при експлуатації за технічним станом в існуючій системі планування заходів технічного обслуговування і ремонту зенітного ракетного озброєння.

Опенько П.В., Сачук І.І., Жердев Н.К., Кравчик Р.С. Порядок планированию ремонта зенитного ракетного вооружения при эксплуатации по техническому состоянию. В статье разработаны рекомендации по применению метода выхода в ремонт образцов зенитного ракетного вооружения при эксплуатации по техническому состоянию в существующей системе планирования мероприятий технического обслуживания и ремонта зенитного ракетного вооружения.

P. Openko, I. Sachuk, M. Zherdev, R. Kravchik Planning procedures of the surface to air missile complexes repair at maintenance and repair according to state. The recommendation for practice use of the method of planning of surface to air missile complexes repair at maintenance and repair according to state in the existing planning system are developed.

Ключові слова: зенітне ракетне озброєння, експлуатація за технічним станом, планування ремонту.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Сучасний етап експлуатації озброєння зенітних ракетних військ Повітряних Сил Збройних Сил України характеризується достатньо тривалим перебуванням на озброєнні зразків зенітного ракетного озброєння (ЗРО), які внаслідок існуючих обмежень щодо можливості проведення заводських ремонтів і забезпеченості комплектів запасного інструменту і приладдя запасними частинами та матеріалами практично вичерпали призначені ресурси (терміни) служби, передбачені регламентованою стратегією технічної експлуатації і ремонту (ТЕ і Р), отже, перебувають у стані нештатної експлуатації, яка здійснюється на підставі рішення про продовження призначених показників надійності, ухваленого на підставі оцінки поточного технічного стану радіоелектронних засобів ЗРО [1].

Аналіз останніх публікацій. Загальноприйнятим напрямом забезпечення працездатного стану (нормативно визначеного рівня надійності) виробів в умовах обмеженого фінансування є впровадження стратегії ТЕ і Р за станом [2, 3], яка передбачає періодичне проведення контролю граничного стану (КГС) [4] кожного зразка ЗРО, за результатами якого приймається рішення про подальшу експлуатацію зразка ЗРО за технічним станом або проведення ремонту за технічним станом, або припинення експлуатації [5]. Періодичність проведення КГС погоджується з максимальним періодом технічного обслуговування і для зразків ЗРО складає один рік [6].

Оскільки прийняття рішення про проведення ремонту зразка ЗРО здійснюється за результатами КГС, а не відповідно до встановленого ресурсу (терміну служби) до середнього (капітального) ремонту, який передбачений регламентованою стратегією ТЕ і Р [7], виникає необхідність урахування особливостей експлуатації за технічним станом в межах існуючої системи планування ремонту ЗРО.

Існуюча система планування заходів технічного обслуговування і ремонту передбачає поточне (на наступний рік) і перспективне планування заходів технічного обслуговування і ремонту ЗРО. Згідно з діючими нормативними документами планування здійснюються відповідно до встановленого ресурсу (терміну служби) до середнього (капітального) ремонту, передбачених регламентованою стратегією ТЕ і Р, та результатів КГС зразків, що експлуатуються за технічним станом. Нормативними документами за результатами КГС визначено проведення наступних заходів [5]:

– відновлювальних робіт або заводського ремонту – для зразків ЗРО, які досягли граничного стану;

– технічного обслуговування великої періодичності та поточного ремонту – для зразків ЗРО, які не досягли граничного стану та мають запас ресурсу більший за період проведення КГС.

При цьому механізм знаходження запасу ресурсу зразків ЗРО, які не досягли граничного стану, не визначений, а для зразків ЗРО, які не досягли граничного стану та мають запас ресурсу менший за період проведення КГС не визначені заходи підтримання необхідного рівня готовності до використання за призначенням. Отже, існуючий механізм планування ремонту ЗРО потребує доопрацювання у таких напрямках:

– прогнозування показників надійності зразків ЗРО для визначення зразків ЗРО, які на момент КГС не досягли граничного стану та мають запас ресурсу більший за період проведення КГС;

– визначення порядку планування ремонту зразків ЗРО, які на момент КГС не досягли граничного стану та мають запас ресурсу менший за період проведення КГС.

Мета статті – розробка рекомендацій щодо планування ремонту зенітного ракетного озброєння при експлуатації за технічним станом.

Основна частина. З метою доопрацювання існуючого механізму планування ремонту ЗРО у [8] запропонований метод планування виходу у середній (капітальний) ремонт зразків ЗРО при експлуатації за технічним станом, який дозволяє розподілити однотипні зразки ЗРО на дві групи. До першої групи відносять зразки ЗРО, які протягом наступного року не потребують проведення ремонту. До другої групи відносять зразки ЗРО, які протягом наступного року потребують проведення ремонту. Крім того, для зразків ЗРО, які віднесені до другої групи, визначається черговість здійснення ремонту за технічним станом. Практична реалізація цього методу планування виходу у ремонт зразків ЗРО при експлуатації за технічним станом потребує виконання наступних дій:

1. Експлуатація зразків ЗРО за технічним станом з накопиченням даних про відмови зразків.
2. Щоквартальне оцінювання середнього наробітку на відмову кожного зразка ЗРО.
3. Проведення контролю граничного стану зразків ЗРО.
4. Перевірка досягнення зразком ЗРО граничного стану.
5. Прогнозування показника „середній наробіток на відмову” на наступний рік.
6. Перевірка досягнення показником „середній наробіток на відмову” гранично допустимого значення протягом наступного року.
7. Визначення кварталу, у якому показник „середній наробіток на відмову” досягає свого граничного значення.
8. Планування виходу зразка ЗРО у ремонт на наступний рік.
9. Організація заходів щодо проведення ремонту зразка ЗРО за технічним станом.

Блок-схема методу планування виходу у ремонт зразків ЗРО при експлуатації за технічним станом, яка реалізує вказану послідовність дій, приведена на рисунку 1.

Вихідними даними для застосування методу планування виходу у ремонт зразків ЗРО при експлуатації за технічним станом є результати контролю граничного стану зразків ЗРО та їх експлуатації між цими контролями. У випадку фіксування граничного стану зразка ЗРО під час проведення КГС, він потребує негайного проведення ремонту за технічним станом. Для решти зразків ЗРО за результатами експлуатації здійснюється індивідуальне щоквартальне оцінювання показника „середній наробіток на відмову”.

За отриманими оцінками середнього наробітку на відмову та результатами контролю граничного стану здійснюється прогнозування показника „середній наробіток на відмову” на наступний рік.

На теперішній час виділяють більш, ніж 150 методів прогнозування, однак більшість з них являють собою вдале практичне застосування окремих прийомів декількох базових методів з урахуванням особливостей конкретного процесу прогнозування [9]. Всі методи

прогнозування за ступенем формалізації поділяться на інтуїтивні (експертні) та формалізовані. Базовими формалізованими методами є метод найменших квадратів, метод експоненціального згладжування, метод ймовірнісного моделювання, метод адаптивного згладжування, метод регресії та метод групового урахування аргументів.

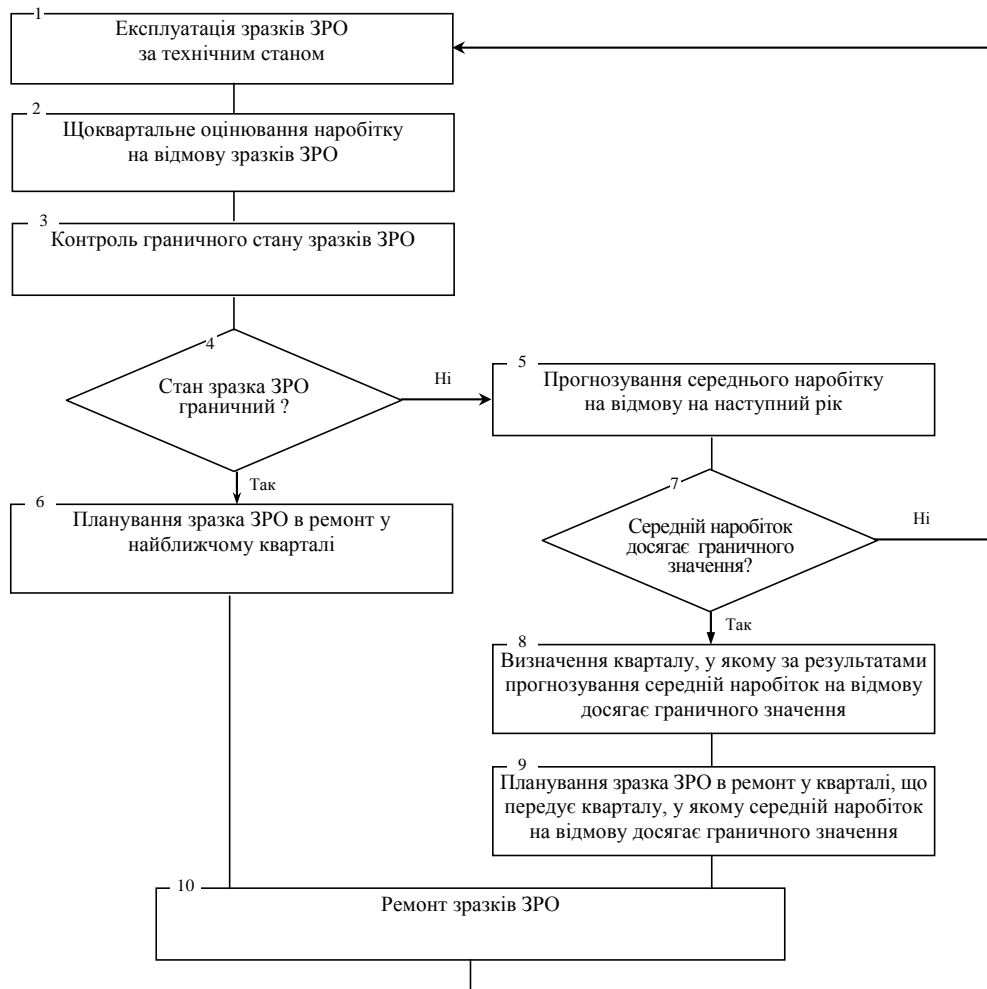


Рис. 1 – Блок-схема методу планування виходу у ремонт зразків ЗРО при експлуатації за технічним станом

Методи узагальненого згладжування та метод групового урахування аргументів не можуть бути застосовані для прогнозування показника безвідмовності зразків ЗРО, оскільки потребують великої кількості спостережень для забезпечення надійного прогнозу. Внаслідок ігнорування послідовності спостережень застосування методу узагальненого згладжування для прогнозування показника безвідмовності зразків ЗРО також недоцільно.

Досвід практичного застосування методу експоненційного згладжування свідчить, що у більшості практичних випадків використовуються поліноми першого і другого ступеню, оскільки використання моделей порядку більшого за другий, не призводить до суттєвого збільшення точності прогнозу, проте суттєво ускладнює розрахунки [9]. Слід відзначити, що метод найменших квадратів, метод експоненційного згладжування та метод регресії дають практично однакові вирази для функції прогнозу. Відмінність методів полягає у різному порядку визначення коефіцієнтів функції прогнозу. Причому перевагу слід віддати методу регресії, який на відміну від інших дозволяє урахувати, за необхідності, вплив на показник безвідмовності декількох факторів і навіть взаємодії цих факторів.

Обмеження методу регресії на відсутність кореляції факторів між собою та відсутність кореляції між факторами та помилкою прогнозування знімаються відомими процедурами

авторегресійних перетворень, переходу до різниць вхідних і вихідних величин та ін., отже не є принциповими [9].

Отже, для прогнозування середнього наробітку на відмову моделі лінійної регресії виду

$$y = b_0 + b_1 t,$$

де коефіцієнти регресії b_0, b_1 знаходяться з виразу векторно-матричного виразу

$$\vec{b} = (\theta^T \theta)^{-1} \theta^T \vec{y},$$

де

$$\vec{b} = (b_0, b_1)^T -$$

вектор коефіцієнтів регресії;

$$\theta = \begin{pmatrix} 1 & T \\ 1 & 2T \\ \dots & \dots \\ 1 & nT \end{pmatrix} -$$

матриця незалежних змінних (час, який урахує номер кварталу, на якому здійснюється оцінка середнього наробітку на відмову);

$$\vec{y} = (y_1, y_2, \dots, y_n)^T -$$

вектор результатів спостережень (щоквартальних оцінок середнього наробітку на відмову).

Згідно з вище наведеними виразами для кожного засобу ЗРО за результатами їх експлуатації за технічним станом протягом декількох останніх років отримують функцію індивідуального прогнозу середнього наробітку на відмову, наприклад, такого вигляду:

$$T_0 = 31,82 - 0,42T,$$

де T – номер кварталу.

Отриманій функції прогнозу відповідає залежність наробітку на відмову радіоелектронного засобу зразка ЗРО від тривалості експлуатації за технічним станом, яка наведена на рис. 2 суцільною лінією. Точками на рисунку 2 показані щоквартальні оцінки середнього наробітку на відмову за останні п'ять років експлуатації засобу за технічним станом, по яким отримана функція прогнозу. Пунктирною лінією приведені мінімально припустимі значення середнього наробітку на відмову для цього типу радіоелектронних засобів ЗРО.

Якщо за результатами прогнозування середній наробіток на відмову зразка ЗРО протягом наступного року досягає граничного значення, то цей зразок ЗРО планується у ремонт за технічним станом на наступний рік (дивись рис. 1). Причому здійснення ремонту необхідно спланувати хоча б на один квартал раніше за момент прогнозованого досягнення середнім наробітком на відмову граничного значення. Якщо за результатами прогнозування середній наробіток на відмову зразка ЗРО не досягає граничного значення, то здійснення ремонту цього зразка на наступний рік не планується.

Метод планування виходу у ремонт зразків ЗРО при експлуатації за технічним станом доповнює існуючий механізм планування ремонту зразків ЗРО в частині, що стосується зразків ЗРО, які експлуатуються за технічним станом. У випадку, якщо зразок ЗРО не переведений на експлуатацію за технічним станом, для застосування розробленого методу до цього зразка необхідно передбачити проведення контрольно-відновлювальних робіт [5].

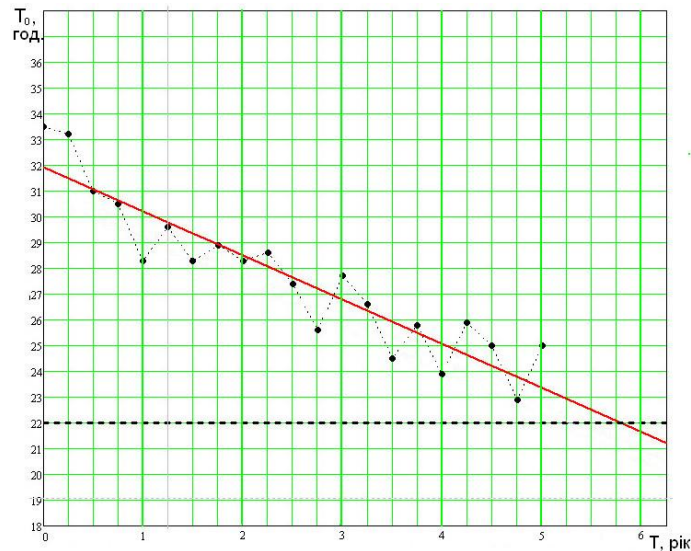


Рис. 2 – Залежність середнього наробітку на відмову радіоелектронного засобу зразка зенітного ракетного озброєння від тривалості експлуатації за технічним станом

З вище викладеного впливають наступні рекомендації щодо застосування методу планування виходу у ремонт зразків зенітного ракетного озброєння при експлуатації за технічним станом в існуючій системі планування ремонту зенітного ракетного озброєння:

1. Оскільки вихідні дані для застосування розробленого методу накопичуються протягом експлуатації зразка зенітного ракетного озброєння за технічним станом, необхідно проводити суворий облік сумарного наробітку елементів зразка зенітного ракетного озброєння та кількості відмов протягом цього наробітку. Щоквартальне оцінювання середнього наробітку на відмову зразків зенітного ракетного озброєння здійснювати у технічних частинах (службах ракетно-артилерійського озброєння) як відношення сумарного наробітку зразка зенітного ракетного озброєння протягом кварталу до кількості зафіксованих відмов апаратури та подавати отримані оцінки у порядку підпорядкованості разом з пропозиціями щодо термінів проведення заходів технічної експлуатації і ремонту на наступний рік.

2. У зв'язку з відсутністю рішення щодо створення у військових частинах бригад технічного обслуговування і ремонту, передбачених [5], контроль граничного стану проводити у військових частинах силами і засобами мобільних ремонтно-діагностичних комплексів, якими планується оснастити ремонтно-відновлювальні органи повітряних командувань. Для цього пропонується внести зміни у [5] та інші нормативні документи щодо порядку проведення контролю граничного стану та відновлювальних робіт, а також здійснити доукомплектування ремонтно-відновлювальних органів повітряних командувань.

3. При прийнятті рішення про досягнення зразком зенітного ракетного озброєння граничного стану в ході контролю граничного стану виводити цей зразок зенітного ракетного озброєння в ремонт у наступному кварталі шляхом внесення змін у відповідні плани на поточний рік.

4. Прогнозування середнього наробітку на відмову зразків зенітного ракетного озброєння на наступний рік здійснювати індивідуально для кожного зразка зенітного ракетного озброєння (його складових) у визначеному Командуванням Повітряних Сил Збройних сил України органі управління відповідно до виразів лінійної регресії. Кожного

року прогноз здійснювати за результатами експлуатації зразка зенітного ракетного озброєння за декілька останніх років, уточнюючи регресійні залежності. Для автоматизації процесу прогнозування та усунення впливу людського фактору на його результати розробити програмний продукт та ввести його в дію згідно з діючими нормативними актами.

5. Командирам військових частин (керівникам структурних підрозділів) планувати вихід у ремонт зразків зенітного ракетного озброєння, які за результатами прогнозування середнього наробітку на відмову протягом наступного року досягають граничного стану, у кварталі, що передує прогнозованому кварталу досягнення граничного стану.

Висновки. Розроблена блок-схема методу планування виходу у ремонт зразків зенітного ракетного озброєння при експлуатації за технічним станом, яка пояснює порядок його практичного застосування. Наведені отримані за результатами експлуатації зразків зенітного ракетного озброєння вирази, які дозволяють здійснити прогнозування середнього наробітку на відмову конкретних радіоелектронних засобів зенітного ракетного озброєння. Визначено місце методу планування виходу у ремонт зразків зенітного ракетного озброєння при експлуатації за технічним станом в існуючій системі планування виходу у ремонт зразків зенітного ракетного озброєння та визначені особливості вирішення задач планування ремонту зенітного ракетного озброєння на різних рівнях системи планування заходів технічного обслуговування і ремонту зразків зенітного ракетного озброєння з урахуванням їх експлуатації за технічним станом.

Напрямом подальших досліджень є розгляд питань автоматизації процесів прийняття рішення керівним складом з використанням створеного програмного забезпечення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Крижний А.В. Перспективы применения информационных технологий при исследовании надежности сложных технических систем / А.В. Крижний, П.В. Опенько // „Повышение качества, надежности и долговечности технических систем и технологических процессов”: сб.тр XII Междунар. Науч.-технич. конференции 09-16.12.2014 (г. Таба (Египет)): Хмельницкий: ХНУ, 2014. – С. 62 – 64.

2. Ланецкий Б.Н. Адаптивное управление техническим состоянием и надежностью сложных технических систем в условиях ресурсных ограничений / Б.Н. Ланецкий, В.В. Лукьянчук // Системи озброєння і військова техніка.– Х.: ХУПС, 2011. – Вип. 2 (26). – С. 149 – 151.

3. Гриб Д.А. Удосконалення методів технічної експлуатації і ремонту як основа підтримання боєготового стану зенітного ракетного озброєння в сучасних умовах / Д.А. Гриб, Б.М. Ланецкий, В.В. Лук'яничук // Наука і оборона. – 2012. – № 3. – С. 55 – 63.

4. Технічна експлуатація зенітного ракетного озброєння та радіоелектронної техніки за станом. Терміни та визначення: ВСТ 12.200.003 – 2012(01). – [Чинний від 2013-01-08]. – Х.: ХУПС, 2013. – 11 с.

5. Наказ МОУ від 05.02.2010 року № 53 „Про затвердження Порядку переведення та експлуатації за технічним станом озброєння та військової техніки зенітних ракетних та радіотехнічних військ, за якими не здійснюється авторський нагляд”. – 28 с.

6. Ланецкий Б.Н. Обоснование выбора моментов проведения контролей предельного состояния РЭС ЗРК, эксплуатируемых по техническому состоянию / Б.Н. Ланецкий, А.А. Артеменко // Системи обробки інформації. – Х.:ХУПС, 2015. – № 2(127). – С. 122 – 127.

7. Изделие 9С470М1. Инструкция по эксплуатации. Книга 1. ГС1.600.003ИЭ. – 223 с.

8. Опенько П.В. Метод планування виходу у середній (капітальний) ремонт зразків зенітного ракетного озброєння при експлуатації за технічним станом / П.В. Опенько, І.І. Сачук, П.А. Дранник, О.В. Калита // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХНУПС, 2017. – Вип. 1 (49). – С. 127 – 131.

9. Бестужев-Лада. И.В. Рабочая книга по прогнозированию / Э.А. Араб-Оглы, И.В. Бестужев-Лада, Н.Ф. Гаврилов и др.; под ред. И. В. Бестужев-Лада. – М.: Мысль, 1982. – 430 с.