

УДК 623.486.

М.О. Шишанов, С.Г. Парфеня, А.В. Гуляєв

Центральний НДІ озброєння та військової техніки Збройних Сил України, Київ

## ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО ПЛАНОВОГО РЕМОНТУ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ

*Запропонований підхід до оцінки якості планового ремонту радіоелектронних систем (РЕС) за критерієм ефективність – вартість. Показано, що якість при плановому ремонті задається показником ресурсу ремонтovanого виробу, який забезпечується різними витратами, сформованими під впливом багатьох факторів, серед яких важливе місце займають технічні вимоги до ремонту. Розглянуто взаємовплив якості, вартості і технологічності виробів, що ремонтуються, і можливості визначення їх оптимального сполучення. Викладений підхід дозволяє розв'язувати оптимізаційні задачі з вибору параметрів організації планового ремонту РЕС. Обґрунтовано необхідність використання запропонованого підходу до вирішення оптимізаційних задач з вибору параметрів організації планового ремонту РЕС.*

**Ключові слова:** *плановий ремонт, радіоелектронні системи, ефективність, вартість.*

### Вступ

Для ремонту взагалі й планового зокрема характерний досить тісний взаємовплив трьох найважливіших критеріїв оцінки технологічного процесу: якості, вартості й технічних вимог до його проведення [1].

При плановому ремонті якість задається у виді найважливішого його показника – ресурсу  $\bar{R}$  й  $R_\gamma$  (середнього й  $\gamma$ -процентного). Однак заданий рівень якості може бути забезпечений при різних витратах, сформованих під впливом багатьох факторів, серед яких важливе місце займають технічні вимоги до ремонту. Відповідно до цих вимог на ремонтному підприємстві встановлюються певні пропорції між витратами на придбання покупних комплектуючих виробів (ПКВ) і витратами на відновлення блоків, вузлів і систем об'єктів РЕС, що ремонтуються. Зміна технічних вимог може змінити ці пропорції, а отже і вартість ремонту в цілому, без істотної зміни якості ремонту. Іншими словами, рівень якості, заданий через технічні вимоги до ремонту, може бути забезпечений різними витратами.

Тому при оцінці ремонтного виробництва необхідний ретельний аналіз трьох названих критеріїв (якості, вартості й технологічності) з погляду їхнього взаємовпливу й знаходження оптимального поєднання оціночних показників для підвищення економічної ефективності ремонту. Розглянемо сутність цих критеріїв і їхній взаємозв'язок.

### Результати досліджень

Вимоги до якості планового ремонту сучасних зразків РЕС приблизно однакові. За ресурсом вони оцінюються нормативом міжремонтного наробітку  $R_H$ . Граничним рівнем ресурсу планово відремонтованої РЕС  $\bar{R}_{II}$  служить аналогічний ресурс тієї ж РЕС першої категорії  $\bar{R}_I$ , тобто РЕС, випущеної заводом промисловості. Відношення нормативних наробітків або величин ресурсу систем першої й другої категорій  $K_{RH}$  є відносним показником якості ремонту (довговічності) [2]:

$$K_{RH} = \frac{R_{RH}}{R_{IH}}; K_R = \frac{\bar{R}_{II}}{\bar{R}_I}.$$

Для зразків РЕС ці показники наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Порівняльні ресурсні показники  
зразків РЕС, що ремонтуються

Показник	Ремонтовані зразки			
	I	II	III	IV
$K_{RH}$	0,91	0,86	0,91	0,94
$K_R$	0,92	0,90	0,89	0,93

Плановий ремонт розглянутих зразків забезпечує відновлення досить високого й приблизно однакового рівня ресурсу для всіх типів РЕС [2].

При аналізі планового ремонту в розглянутому аспекті доцільно загальні витрати (собівартість) оцінювати як по видах (калькуляційних статтях), так і по спрямованості виробничих витрат. При будь-якому виді ремонту загальні витрати можуть бути розділені на три групи: витрати на розбірно-складальні роботи  $Q_1$ , включаючи мийку, фарбування й випробування; витрати на відновлення блоків, вузлів і агрегатів РЕС  $Q_2$ ; витрати на придбання покупних комплектуючих виробів  $Q_3$ , що використовуються безпосередньо при збиранні РЕС.

Обов'язковими етапами технології ремонту є етапи демонтажу РЕС, дефектація блоків, вузлів, агрегатів і систем. Це обов'язкова для всіх РЕС, що ремонтуються, частина технологічного процесу планового ремонту. За вартістю вона невелика, тому що для проведення цих робіт дорогі матеріальні цінності не потрібні, однак за обсягом трудовитрат ці етапи технологічного процесу досить значні. Для всіх типів РЕС різних поколінь величина  $Q_1$ , віднесена до собівартості ремонту, приблизно постійна.

Тільки трудовитратами через їхню вартість вплив названих технологічних етапів на вартість ремонту не обмежується. Розбирання й особливо дефектація значно впливають на обсяг ПКВ, що використовуються, і витрати на ремонт складальних одиниць. Дефектація – найважливіший етап технологічного процесу ремонту РЕС як з технічного, так і з економічного погляду. У процесі дефектації враховується технічний стан ремонтного фонду через визначення кількості складальних одиниць, що вимагають заміни на нові, й тих, що потребують відновлення, а також кількості комплектуючих, які можуть бути встановлені на РЕС без ремонту. Така оцінка стану складальних одиниць проводиться відповідно до технічних вимог на дефекацію, отже, технічні вимоги на ремонт зразків РЕС багаторазового використання багато в чому визначають обсяг складальних одиниць, що потребують заміни або ремонту, і значною мірою формують загальну собівартість відновлення зразка РЕС.

Аналіз структури собівартості показує, що досить значна питома вага в ній покупних комплектуючих виробів. Наприклад, при капітальному ремонті серійних зразків РЕС питома вага складальних одиниць, що замінюються, дуже висока і коливається від 60 до 80% [2].

Загальні витрати на ремонт можуть бути подані не у виді калькуляційних статей, а у виді двох складових, які у вартісній формі характеризують загальну технологію ремонту.

Перша з двох складових включає витрати на проведення обов'язкових робіт при плановому ремонті кожного зразка або його агрегату. Це витрати на розбирання, чищення, дефектацію, складання; на всі види випробувань і здачу відремонтованого зразка на склад. Перелічені роботи проводяться при плановому ремонті не залежно від технічного стану об'єкта ремонту або його типу. Те ж можна сказати й про інші види ремонту, звичайно, з поправкою на

обсяг розбірних і інших робіт. Це постійні витрати, обсяг яких визначається порівняно легко шляхом використання аналога  $Q_1$ .

Друга складова включає витрати, які відображають обсяг складальних одиниць, які потребуються, а також обсяг витрат на виконання ремонтних робіт для їхнього відновлення при плановому ремонті зразків кожного типу  $Q_{\text{пер}}$ . Витрати цієї групи є змінною часткою загальних ремонтних витрат і залежать від обсягу робіт з відновлення зразків РЕС, обсягу робіт з виготовлення комплектуючих деталей в умовах ремонтного органа й обсягу комплектуючих деталей і складальних одиниць, які потребуються, із складу ремонтних комплектів.

При порівняльному аналізі витрат на капітальний ремонт різних типів РЕС краще користуватися відносними величинами, тому що порівняння абсолютних величин через велику різницю у вартості (ціні) ремонту нових і старих зразків РЕС (4:1 і більше) не виявляє загальну тенденцію їхньої зміни. Аналіз показує, що для деяких зразків характерне зменшення обсягів ремонтного втручання при організації планового ремонту (зразки II і III). При плановому ремонті цих зразків складальні одиниці відновлюються в меншому ступені, а більшою мірою споживаються зі складу ЗІП. Така тенденція, по-перше, приводить до збільшення абсолютної вартості ремонту, по-друге, знижує реалізацію можливостей підприємств з відновлення складальних одиниць, що небажано, особливо для воєнного часу. Все це приводить до підвищення абсолютної й відносної вартості планового ремонту РЕС у порівнянні з вартістю виготовлення. Це явище – наслідок збільшеного споживання покупних комплектуючих виробів при скороченні їхнього відновлення силами ремонтного органу.

Таким чином, собівартість ремонту зразків РЕС в основному формується групою змінних витрат  $Q_{\text{зм}}$ , які, як було вже сказано, у свою чергу поділяються на дві частини  $Q_2$  й  $Q_3$ :

$$Q_{\text{зм}} = Q_2 + Q_3,$$

де  $Q_2$  – вся сума витрат на відновлення складальних одиниць зразка (трудова витрати на матеріали й вартість елементів ЗІП, необхідних для відновлення вузлів і агрегатів);  $Q_3$  – вартість елементів ЗІП, які безпосередньо використовуються при монтажі РЕС.

Залежно від рівня організації технології ремонту значення  $Q_2$  й  $Q_3$  змінюються. При значному збільшенні робіт з відновлення елементів РЕС використання елементів ЗІП скорочується, отже зменшується величина  $Q_3$ . Оскільки відновлення складальної одиниці становить за вартістю від 5 до 40 % вартості нової, то й собівартість ремонту при цьому також буде зменшуватися, й навпаки. Однак збільшення робіт з відновлення, зрештою, викликає значне споживання живої праці, матеріалів і ПКВ, що також приводить до інтенсивного зростання собівартості. Крім того, і якість ремонту при цьому буде погіршуватися. Отже існує оптимальний рівень організації технології виробництва, що дозволяє шляхом

раціонального поєднання величин  $Q_2$  й  $Q_3$  одержати краще значення якості  $R$  й собівартості  $S_{oc}$ .

Використання запасних частин так само, як і обсяг робіт з відновлення елементів ПЕС, залежить від рівня розробки технічної документації на ремонт, зокрема від технічних вимог на дефектацію, складання й ремонт складальних одиниць, а також від коефіцієнтів заміни складальних одиниць при ремонті. У технічних вимогах вказуються гранично припустимі величини контрольованих параметрів, за якими контрольована складальна одиниця або допускається до подальшої експлуатації, або відправляється в ремонт, або бракується й замінюється новою. Таким чином, забезпечуючи якість ремонту ПЕС (ресурс і рівень безвідмовності), технічні вимоги багато в чому формують обсяг витрат із заміни й ремонту її складальних одиниць.

Наведені розходження у вартості капітального ремонту й розходження в структурі його складових є відображенням рівня розробки або обґрунтування технічних вимог на ремонт, у першу чергу тієї її частини, що регламентує обсяг складальних одиниць, які замінюються і ремонтуються,  $Q_{sm}$ , тобто технічних вимог на дефектацію складальних одиниць, їхній ремонт і складання. Рівень розробки цієї частини технічних вимог на ремонт може оцінюватися коефіцієнтом зміни допуску на контрольований параметр  $K_A$ . Дійсно, основу технічних вимог на дефектацію складальних одиниць при будь-якому виді ремонту становлять гранично припустимі для даного виду ремонту величини оцінних параметрів їхнього технічного стану. Ці гранично припустимі значення, як правило, розширюють поле допуску, встановленого технічною документацією на виготовлення складальної одиниці. Чим «жорсткіше» технічні вимоги на ремонт, тобто чим у меншому ступені гранично припустимі величини оцінних параметрів складальних одиниць на ремонт відрізняються від технічних вимог на їх виготовлення, тим, природно, більша кількість складальних одиниць, що були в експлуатації, буде замінюватися новими й тим менше буде обсяг робіт з їхнього відновлення. Отже будуть вище витрати на покупку складальних одиниць і менше витрат на їх відновлення на ремонтному підприємстві. Таким чином, «жорсткі» технічні вимоги на ремонт вимагають збільшення вартості ремонту.

Розглянуті основні показники характеризують три найважливіші критерії оцінки технологічного

процесу планового ремонту: якість  $K_R$ , вартість  $K_Q$  і рівень технологічності  $\bar{K}_A$ .

Між цими показниками існує статистичний зв'язок, що відображає взаємовплив названих критеріїв. Дійсно, при порівняно невеликому розходженні у фактичних наробітках відремонтовані зразки і їхні агрегати мають значне розходження за вартісними показниками й ще більше розходження показників  $\bar{K}_A$ .

Якість ремонту, що задається, вартість і технічні вимоги на його проведення зв'язані таким співвідношенням [2]:

$$\rho' = S_{oc}/R,$$

де  $S_{oc}$  – ремонтні витрати;  $R$  – величина ресурсу.

З урахуванням відносних значень всіх розглянутих параметрів дане вираження набуде виду [2]

$$\rho = K_Q/K_R.$$

При постійному рівні якості ( $K_R = \text{const}$ ) величина  $\rho$  залежить від показника  $K_Q$  через показник  $\bar{K}_A$ . Ця залежність має показовий характер.

При постійних значеннях величин  $\bar{K}_A$  значення  $\rho$  буде мінатися у зв'язку зі зміною рівня якості, на яке при сталому  $\bar{K}_A$  впливає обсяг ремонтіваних блоків з відповідною зміною вартості.

## Висновки

Викладений підхід дозволяє розв'язувати оптимізаційні задачі вибору параметрів організації планового ремонту ПЕС за критерієм ефективність – вартість або оцінювати якість ремонту при заданих значеннях таких параметрів і обмеженнях на вартість планового ремонту ПЕС.

## Список літератури

1. Экономика производства, эксплуатации и ремонта вооружения и техники: Учебник. – М.: Изд. ВА БТВ, 1989. – 188 с.
2. Ковтуненко А.П., Шишанов М.А., Зубарев В.В. Основы теории восстановления эксплуатационных свойств технических систем: Монография. – К.: НАУ, 2007. – 294 с.

Надійшла до редколегії 22.05.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.В. Крижний, Центральний НДІ озброєння та військової техніки ЗС України, Київ.

## ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ НА ПЛАНОВЫЙ РЕМОНТ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

М.А. Шишанов, С.Г. Парфеня, А.В. Гуляев

*Предложен подход к оценке качества планового ремонта радиоэлектронных систем (РЭС) по критерию эффективность – стоимость. Показано, что качество при плановом ремонте задается показателем ресурса ремонтного изделия, который обеспечивается различными затратами, формируемыми под влиянием многих факторов, среди которых важное место занимают технические требования к ремонту. Рассмотрено взаимовлияние качества, стоимости и технологичности ремонтируемых изделий и возможности определения их оптимального сочетания. Изложенный подход позволяет решать оптимизационные задачи выбора параметров организации планового ремонта РЭС. Обоснована необходимость использования предложенного подхода к решению оптимизационных задач по выбору параметров организации планового ремонта РЭС.*

**Ключевые слова:** плановый ремонт, радиоэлектронные системы, эффективность, стоимость.

## MOTIVATION OF THE SPECIFICATIONS TO PLANNED REPAIR RADIOELEKTRONNYH SYSTEMS

M.A. Shishanov, S.G. Parfenja, A.V. Guljatv

*The offered approach to estimation quality planned repair radio electronic systems (RES) on criterion efficiency-cost. It is*

*shown that quality under planned repair is assigned by factor of the resource of the repaired product, which is provided by miscellaneous expenses, formed under influence many factor, amongst which important place occupy the specificationses to repair. It is considered interaction quality, cost and ease of manufacturing product, which are repaired, and possibility of the determination their optimum join. The stated approach allows to solve the optimizing problems from choice parameter to organizations of the planned repair RES. Motivated need of the use the offered approach to decision optimum problems from choice parameter to organizations of the planned repair RES.*

**Keywords:** *planned repair, radio electronic systems, efficiency, cost.*