

УДК 351.864 : 001.89(043.2)

С.О. Нікул

Військова академія, Одеса

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОГРЕСИВНОСТІ ЗРАЗКА ОЗБРОЄННЯ

Розроблено модель прогнозування показника властивостей зразка озброєння (ЗО) – прогресивності.

Ключові слова: зразок озброєння, модель, прогнозування, прогресивність.

Вступ

Постановка проблеми. У сучасних умовах головним напрямком розвитку ЗО є поліпшення їх якісних параметрів у ході розробки та виробництва. Як правило, найбільш важливі рішення щодо вибору напрямків розвитку ЗО приймаються на ранніх етапах розробки, де особлива роль відводиться прогнозним дослідженням, на основі яких приймається рішення на проектування. Важливе місце у прогнозних дослідженнях займає прогнозування властивостей ЗО і насамперед прогресивності.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Узагальнений підхід до формування технічного обрисів перспективних ЗО розглянутий в [1]. Але він не передбачає прогнозування властивостей перспективного ЗО.

Метою роботи є розробка моделі прогнозування прогресивності ЗО.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття. Практика розробки останніх ЗО показала, що існуючий апарат прогнозування показників їх властивостей застарів і не може ефективно використовуватись в ході досліджень, що передують проекту. В зв'язку з цим виникає необхідність створення моделей прогнозування властивостей ЗО які відповідають потребам сучасності. Однією з найважливіших властивостей ЗО є прогресивність.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів

Об'єктивно нові зміни у ЗО, як фактор розвитку, характеризуються ознакою прогресивності, під якою розуміють застосування в ньому наукового відкриття, технічного рішення на рівні винаходу та інші [2]. Це веде до позитивних зрушень у технічному рівні (ТР) ЗО. Відомо [3], що винахід у два і більше разів має підвищувати ефект використання того або іншого пристрою, будь то елемент, підсистема або блок. З урахуванням прийнятої схеми "базовий зразок – його наступник", доцільно розгляда-

ти прогресивність наступника по відношенню до базового ЗО. З метою формування вихідних даних для оцінки та прогнозування прогресивності розглянемо її якісні характеристики.

Припустимо, що прогресивність може бути слабкою (СПр), задовільною (ЗПр), нормальною (НПр), високою (ВПр) і переважаючою (ППр). Слабка прогресивність ЗО передбачає застосування в ньому $n_{окр}$ технічних рішень на рівні винаходів, які реалізуються для малозначущих окремих елементів і блоків. Задовільна прогресивність в свою чергу передбачає реалізацію в ньому винаходів для малозначущих і не основних елементів і блоків ($n_{но}$ – кількість винаходів для не основних елементів і блоків). Нормальна прогресивність, крім того, що реалізуються винаходи для малозначущих і не основних елементів і блоків, передбачає ще й використання $n_{осн}$ технічних рішень на рівні винаходів, що стосуються основних елементів та блоків. Відповідно висока прогресивність на відміну від нормальної володіє додатково застосуванням $n_{вк}$ технічних рішень на рівні винаходу, що стосуються всієї конструкції ЗО або її частини. Переважна прогресивність відрізняється від високої великим числом застосовуваних винаходів і наявністю технічних рішень, заснованих на розробці якісно інших принципів дії. Так, наприклад, на основі аналізу спадкоємного розвитку конкретного ЗО можна встановити наступні межі прогресивності:

$$n_{окр} \geq 1 - \text{СПр};$$

$$n_{окр} \geq 0, n_{но} \geq 1 - \text{ЗПр};$$

$$n_{окр} \geq 0, n_{но} \geq 0, n_{осн} \geq 1 - \text{НПр};$$

$$n_{окр} \geq 0, n_{но} \geq 0, n_{осн} \geq 1, n_{вк} \geq 1 - \text{ВПр}.$$

Можливе використання технічних рішень на якісно інших принципах дії – ППр.

Розгляд прогресивності виконується, як правило, при оцінці ТР ЗО, якості технологічних процесів, організаційно – ТР виробництва. Для оцінки ТР ЗО можливо використовувати індексний метод, який дозволяє встановити ступінь відповідності ЗО, що

створюється світовому рівню. Але така оцінка статична, тому що вона не дозволяє робити висновки про те, наскільки зразок АО прогресивний.

Щоб оцінити її, необхідно враховувати динаміку розвитку ЗО, тобто використовувати методологію наступності.

Відомі підходи оцінки прогресивності не враховують принцип єдності змінності та повторюваності, в еволюційному циклі розвитку, і в основному придатні для порівняння різнорідних зразків АО. Тому є логічним подати прогресивність наступника по відношенню до базового ЗО [4]. Коефіцієнт прогресивності в цьому випадку буде визначатися виразом:

$$W = W_n / W_0,$$

де W_n (W_0) – ТР наступника (базового ЗО).

У даному випадку здійснюється відхід від якісних характеристик прогресивності за рахунок введення коефіцієнта прогресивності, який передбачає їх вторинність.

Показник $W_{n(6)}$ враховує зміну сукупності основних характеристик ЗО.

Для кожної пари «базовий зразок – його наступник» можна визначити значення W_i , які в силу об'єктивних причин є випадковими величинами і мають певний закон розподілу, який знаходиться за вибірковими даним.

До таких причин належать: неоднозначність залежності щодо оцінки величин W_n , W_0 , обумовлена методом оцінки; неоднозначність при виборі для ЗО основних характеристик, що відображають його ТР; різні цілі щодо створення ЗО (наприклад, якщо метою є підвищення надійності, то оцінка W_n , що не враховує показник надійності, може бути нижчою, ніж оцінка W_0) тощо.

Результати досліджень дозволили визначити граничні коефіцієнти W^1, W^2, W^3, W^4 , при зміні яких змінюється вид прогресивності

$$W^j = \frac{1}{1_j} \sum_i W_i^j,$$

де 1_j – кількість пар ЗО відповідно з Спр ($j=1$), ЗПр ($j=2$), НПр ($j=3$), ВПр ($j=4$);

W_i^j – значення прогресивності для першої пари відповідно з j -м видом прогресивності.

Якщо такі граничні коефіцієнти відомі, то можна визначити імовірнісні оцінки прогресивності за виразами

$$P_1 = 1 - \exp(-\lambda(W^1 - W_0)) - \text{СПр};$$

$$P_j = \exp(\lambda W_0) \{ \exp(-\lambda W^{j-1}) - \exp(-\lambda W^j) \};$$

$$(j=2\text{-ЗПр}, j=3\text{-НПр}, j=4\text{-ВПр});$$

$$P_5 = \exp(-\lambda(W^4 - W_0)) - \text{ППр}.$$

Розгляд основних видів прогресивності і формування на основі значень прогресивності W_i їх вірогідних оцінок, дозволяє перейти безпосередньо до прогнозування прогресивності майбутнього ЗО. Для цього, за наявності достатньої статистики, здійснюється побудова екстраполяційних $W^j(t), j=1,4$ моделей і розрахунок прогнозного W^j , з урахуванням якого і за допомогою виразу знаходяться оцінки видів прогресивності P_j^* .

З урахуванням великої кількості факторів, що впливають на результат прогнозування, показник прогресивності W^* ЗО, що розробляється має імовірнісне трактування:

$$P(W^*) = P(W < W^*) = \int_0^{W^*} f(W) dW = 1 - \exp(-\lambda(W^* - W_0)),$$

де $W^* = W_p / W_0$ – значення прогресивності ЗО, що розробляється (W_p – ТР ЗО, що розробляється, сформований за даними оцінки).

Висновок щодо виду прогресивності можна зробити на основі послідовної перевірки нерівностей

$$P(W^*) \leq P_1^* - \text{СПр};$$

$$P(W^*) \leq \sum_j^2 P_j^* - \text{ЗПр};$$

$$P(W^*) \leq \sum_j^3 P_j^* - \text{НПр};$$

$$P(W^*) \leq \sum_j^4 P_j^* - \text{ВПр};$$

$$P(W^*) > \sum_j^4 P_j^* - \text{ППр}.$$

При цьому необхідно, щоб оцінка W_p відповідала періоду упередження прогнозу $T_{уп}$, для чого треба знати приблизний час впровадження ЗО, що розробляється в експлуатацію T . При визначенні часу T можна бути використана модель "швидкості" зміни терміну впровадження нового ЗО

$$dW/d\bar{W} = T(1 - \bar{W}),$$

де $\bar{W} = W_p / W_{max}$ – нормовані значення ТРЗО, що розробляється (W_{max} – максимальне значення ТР для вихідної сукупності).

На основі цієї моделі:

$$T = T_0 \exp(0.5\bar{W}^2 - \bar{W} - \bar{W}_0(0.5\bar{W}_0 - 1)),$$

де $\bar{W} = W_0 / W_{\max}$ – мінімальне нормоване значення ТР, яке відповідає аналогічним ЗО на даний час;

T_0 – середній період впровадження у виробництво сучасних зразків-аналогів. Величини \bar{W}_0 і T_0 формуються на основі вихідних даних. Таким чином, якщо на момент часу проведення прогнозу $t^{н.ч}$ розробка перспективного ЗО вже ведеться, час $(t^{н.ч} - t^{сп})$, то значення W_p визначається за даними опису ЗО, що розробляється. Якщо розробка перспективного ЗО не розпочата, то W_p формується на основі оперативних-тактичних вимог.

Виділимо основні етапи формування ймовірнісної оцінки прогресивності ЗО, що розробляється, характеристики його конструкції і термінів впровадження.

1. Аналіз спадкоємного розвитку ЗО. Вибір методу оцінки його ТР, визначення коефіцієнта прогресивності і побудова за набраними вихідними даними емпіричної гистограми з подальшим підбором теоретичного закону розподілу.

2. Формування якісних характеристик за видом прогресивності конструкції ЗО з відповідними його ймовірнісними оцінками.

3. Побудова екстраполяційних моделей $W^j(t), j = \overline{1,4}$ і розрахунок прогнозного значення W_*^j , з урахуванням якого за виразом визначаються оцінки видів прогресивності P_j^* .

4. Розрахунок коефіцієнта прогресивності майбутнього зразка W^* , його ймовірнісної оцінки, на основі якої отримують експрес-характеристику конструкції ЗО за видом прогресивності.

5. Оцінка ризику розробки. Аналіз спадкоємного розвитку полягає, насамперед, у виборі базових ЗО і їх наступників. Вибір методу оцінки ТР залежить від цілей дослідження. В [5] наведений порядок їх вибору. Аналіз сукупності схем «базовий зразок – його наступник», з наступним визначенням за виразом коефіцієнта прогресивності і за її виду, є попереднім етапом у прогнозуванні прогресивності і надалі використовується для встановлення зв'язку розрахункового коефіцієнта з її виглядом. Другий етап визначає зв'язок виду прогресивності конструкції з коефіцієнтом прогресивності.

З використанням граничних коефіцієнтів W^1, W^2, W^3, W^4 отримані ймовірнісні оцінки прогресивності. Особливістю четвертого етапу є те, що порядок формування прогресивності W^* ЗО, що розробляється, відповідає трактуванню W , як ймовірності. Крім того, робиться пропозиція про пропорційність "швидкості" зміни терміну впровадження нового ЗО (dT/dW) абсолютною величиною періоду впровадження (T).

Висновки

Основною перевагою даної моделі є те, що розробник, на основі кількісних характеристик перспективного ЗО, буде відразу одержувати його переваги над базовим (прогресивність) і термін впровадження.

Моделі прогнозування можуть використовуватися при наявності обмеженої та не повністю достовірної вихідної інформації, що відповідає умовам ранніх етапів розробки.

Перспективи подальших досліджень. Метою подальших досліджень є розробка моделей прогнозування інших показників зразка озброєння як об'єкта розвитку.

Список літератури

1. *Методологічні аспекти формування вимог до систем озброєння Збройних Сил України* / В.В. Антоненко, В.М. Миронович, О.В. Сафронов, С.Л. Луцук // *Наука і оборона*. – 2002. – № 4. – С. 52-55.
2. *Анискин Ю.П. Новая техника: повышение эффективности создания и освоения* / Ю.П. Анискин, Н.К. Моисеева, А.В. Проскуряков. – М.: Машиностроение, 1984. – 192 с.
3. *Андрианов Ю.М. Совершенствование методов оценки технического уровня и качества АТС* / Ю.М. Андрианов, А.Е. Сафонов, В.С. Соколов // *Автомобильная промышленность*. – 1985. – № 12. – С. 21-22.
4. *Бобриков А.А. Методология выработки оперативно-тактических требований к ракетно-артиллерийскому вооружению РВ и А СВ* / А.А. Бобриков. – М.: Воениздат, 1990. – 144 с.
5. *Бобровников Г.Н. Прогнозирование в управлении техническим уровнем и качеством продукции* / Г.Н. Бобровников, А.И. Клебанов. – М.: Изд. стандартов, 1984. – 232 с.

Надійшла до редколегії 5.01.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.В. Скачков, Військова академія, Одеса.

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОГРЕССИВНОСТИ ОБРАЗЦА ВООРУЖЕНИЯ

С.А. Нікул

Разработано модель прогнозирования показателя свойств образца вооружений – прогрессивности.

Ключевые слова: образец вооружения, модель, прогнозирование, прогрессивность.

MODEL PREDICTION PROGRESSIVITY ARMAMENT

S.O. Nikul

The model prediction parameter model properties arms - progressivity.

Keywords: arms like model, forecasting, progressive.