

УДК 629.7.017.1

ОДНОРАЛОВ І.В., ТВО директора Департаменту розробки і закупівлі озброєння та військової техніки Міністерства оборони України, кандидат технічних наук

БАГАТОВАРІАНТНЕ УПРАВЛІННЯ ДЕРЖАВНИМ ОБОРОННИМ ЗАМОВЛЕННЯМ

Розглядається метод коригування державних програм розвитку озброєння та військової техніки на основі принципу багатоваріантного (адаптивного) управління державним оборонним замовленням

Ключові слова: програмний варіант, динамічна багатопараметрична система, функціонал якості управління

Основним інструментом реалізації державних програм розвитку (далі – ДПР) озброєння та військової техніки (довгостроковий план) є державне оборонне замовлення (далі – ДОЗ) (короткостроковий план). Завданням розробки ДОЗ є формування таких його параметрів, які б забезпечили утримання розвитку озброєння та військової техніки (далі – ОВТ) на програмній траєкторії так, щоб на кінець планового періоду досягти заданої мети її розвитку (в першу чергу потрібної ефективності). Проте прогнозні умови реалізації ДПР можуть бути порушені внаслідок дій різних факторів ризику. В результаті можливе виникнення відхилень реальної траєкторії розвитку (тактико-техніко-економічних показників зразків продукції оборонного призначення) від програмної.

Основним методом, який дозволяє здійснювати управління розвитком системи озброєння в таких умовах, є метод коригування ДПР. До цього на етапі розробки чергового ДОЗ формується дослідний варіант розвитку системи озброєння, який передбачає трансформацію ДОЗ за рахунок так званих внутрішніх резервів (коригується склад робіт, збільшуються терміни розробки неперіоритетних робіт, змінюються обсяги їх фінансування та інше). Застосування методу коригування виправдано лише за наявності значної невизначеності у фінансуванні ДПР. В умовах достатньо стійкого макроекономічного прогнозу існує можливість використання іншого підходу до усунення (компенсації наслідків) небажаного розвитку подій [3,6].

В основу такого підходу пропонується покласти принцип багатоваріантного (адаптивного) управління ДОЗ, суть якого полягає у тому, що напрацьовані на етапі формування ДПР варіанти розвитку системи озброєння після затвердження програмного варіанта доповнюються варіантами можливих відхилень від програмної траєкторії з урахуванням використання розрахованих резервного та

страхового фондів, утворюючи тим самим поле можливих варіантів розвитку, що слугує основою для прийняття рішень при формуванні ДОЗ на черговий фінансовий рік.

Тоді основними завданнями на етапі формування ДОЗ є: ідентифікація подій, які відбулися до періоду, що розглядається, та оцінка наслідків реалізації кожної події (оцінка збитків) на кінець планового періоду; формування управляючих впливів, що забезпечують мінімум деформації програмної траєкторії розвитку системи озброєння.

Ідентифікація подій, які відбулися до моменту, що розглядається (до моменту формування ДОЗ на черговий фінансовий рік), полягає в аналізі виконання проектів, прийнятих до цього часу управлінських рішень, наявних ресурсів, а також оцінки розузгодження між плановими та поточними умовами реалізації ДПР.

Для кожного ДОЗ оцінюється динаміка ризику виконання кожного проекту та ДОЗ в цілому. Якщо показник ризику не перевищує рівень допустимого значення, то управляючих впливів не потрібно. В іншому випадку потрібне коригування ходу подій, для чого реалізується наступний етап – управління ризиком.

Способи управління ризиком повинні вибиратися, виходячи з величини спеціальних фінансових фондів та потрібного обсягу додаткових витрат на компенсування збитків.

Сам процес управління розвитком озброєння та військової техніки у цьому випадку представляється як процес зміни стану складної динамічної слабодетермінованої багатопараметричної системи. Під станом динамічної системи розуміється n – мірний вектор $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ у фазовому просторі R у фіксований момент часу. В якості параметрів стану цієї системи використовуються тактико-техніко-економічні показники зразків озброєння та військової техніки [1,4,5].

Процес зміни стану описується рівняннями вигляду:

$$Y(t+1) = f(t, Y(t), U(t), W(t)), \quad t = 0, 1, \dots, N-1, \quad (1)$$

де Y – вектор стану $Y \in R^n$; u – вектор управляючих впливів, $u \in U(t) \subseteq \Omega^q$; $U(t)$ – деяка задана замкнута множина допустимих значень; t – дискретний час, $t \in T = [0, 1, \dots, N-1]$; N – задане число шагів; $W(t) \in \Omega^m$ – m -мірний вектор W в просторі Ω , який описує невизначеність зовнішніх впливів на об'єкт управління; $f(t, Y, U, W) : T \times \Omega^q \times R^n \times \Omega^m \rightarrow R^n$ – вектор-функція зміни стану системи.

Початковий стан системи (1):

$$Y(0) = Y_0 \in R^n. \quad (2)$$

Ціль управління – деякий кінцевий стан $Y(N)$, причому в кінці інтервалу управління необхідно забезпечити виконання наступної умови:

$$G(Y(N)) = 0, \quad (3)$$

де $G(Y(N))$ – гіперплощина відхилень стану динамічної системи.

Послідовність векторів $u(0), u(1), \dots, u(N-1)$ називаються управляючими впливами $u(\cdot)$, а послідовність $y(0), y(1), \dots, y(N-1)$, яка визначається рівнянням (1) з початковими умовами (2) та управляючими впливами $u(\cdot)$, – траєкторією $y(\cdot)$ динамічної системи.

Значення компонентів $u(t)$ визначають:

динаміку реалізації життєвих циклів зразків: структуру закріплення завдань по розробці та виробництву зразків за конкретними виконавцями та моментами часу; послідовність створення зразків ОВТ різного типу для забезпечення їх комплексного надходження споживачу; моменти часу зміни поколінь однотипних зразків у виробництві і т.і.;

структуру та динаміку фінансування стадій життєвого циклу зразків ОВТ (розробки, виробництва та експлуатації): обсяги асигнувань, що виділяються на оплату розробки, виробництва та експлуатації; динаміку приросту інвестицій та можливості їх освоєння; динаміку розподілу асигнувань по етапах розробки; варіанти перерозподілу коштів між роботами та т.і.;

структуру системи озброєння: можливість еквівалентної по ефективності заміни однотипних зразків ОВТ; зміна комплектності угруповань ОВТ різного типу;

структуру використання потужностей: розвиток та спеціалізація потужностей підприємств та організацій-виконавців; можливе конвертування потужностей; створення та використання резервів; наявність виробництв дефіцитних комплектуючих та т.і.

При управлінні використовується інформація про фактичну $Y \in R^n$ та потрібну величину вектора стану динамічної системи при $t \in T$, що застосовується у кожний дискретний момент часу, має вигляд управління з повним зворотнім зв'язком по вектору стану.

Множина допустимих управляючих впливів U утворює функції $u(t) : T \times \Omega^q \rightarrow U(t)$, при яких траєкторія динамічної системи (1) для різних початкових умов (2) задовольняє умові (3).

Таке завдання управління розвитком ОВТ формується наступним чином: визначити множину допустимих управляючих впливів $u(t) \in U(t)$, $t = 0, 1, \dots, N - 1$ таких, що для заданих початкових умов (2) траєкторія системи (1) задовольняє умові (3).

Невід'ємною властивістю процесу управління розвитком ОВТ є наявність невизначених факторів $W(t) \in \Omega^m$, які наряду з управляючими впливами здійснюють вплив на розвиток ОВТ [4,5]. В сучасних умовах це пов'язано з важкопрогнозованим розвитком економіки та низькою вірогідністю макроекономічних показників ДІП та ДОЗ. Одним зі способів зниження невизначеності є отримання та використання в динаміці додаткової інформації про неконтрольовані фактори. Використання додаткової інформації приводить до управління у формі синтезу, тобто у вигляді функції від аргументів, значення яких заздалегідь невідомі. На практиці формальна побудова функції синтезу ускладнено із-за великої розмірності завдання, складності описання функціональних зв'язків, використання змінних різних типів (безперервних, дискретних, розпливчатих). Внаслідок цього завдання управління розвитком ОВТ в умовах невизначеності необхідно розбивати на дві частини:

1) завдання програмного управління, що використовує лише ту інформацію, яка є до початку процесу. Дискретну вектор-функцію $u(.)$ із шагом дискретизації $t = 0, 1, \dots, N - 1$ відрізка $[0, T]$, що називається плановим періодом, будемо називати програмою управління розвитком ОВТ. З формальної точки зору програма

управління є детермінований опис процесу управління розвитком ОВТ на деякому заздалегідь заданому інтервалі часу, що забезпечує перевід системи озброєння з поточного стану (1) у потрібний (6). В процесі управління розвитком ОВТ програмою управління є ДПР, яка може бути довгостроковою (середньострокова) чи короткостроковою;

2) завдання оперативного управління, в якому використовуються вихідні дані (умови та параметри зовнішнього середовища) для коригування реалізації програмного управління на основі відхилень реальних умов розвитку ОВТ від оцінок, які використовуються при їх розрахунку. Рішення завдання оперативного управління здійснюється при формуванні ДОЗ.

На етапі довгострокового планування здійснюється вибір програмної траєкторії розвитку ОВТ, відносно якої здійснюється зміна відхилень та визначаються ресурси по їх компенсації. В умовах затвердженого бюджету єдиним джерелом компенсування зовнішніх збурень є спеціальні фінансові фонди, які дозволяють усувати окремі відхилення та утримувати траєкторію в межах трубки допустимих траєкторій. Проте можлива ситуація, коли їх виявиться недостатньо для демпфірування зовнішніх збурень. Тоді виникає необхідність переходу на іншу траєкторію.

Визначимо множину допустимих процесів $D(y,u)$ як множину пар $d = (y(\cdot), u(\cdot))$, що включають траєкторію $y(\cdot)$ та управляючий вплив $u(\cdot)$, які задовольняють рівнянню (1) з початковою умовою (2) та кінцевою умовою (3). На множині $D(y,u)$ визначимо функціонал якості управління:

$$I = M \left\{ F(Y(N)) + \sum_{t=0}^{N-1} f^0(t, Y(t), W(t)) \right\}, \quad (4)$$

де M – знак математичного сподівання, причому опосередкування здійснюється на множині реалізацій випадкового процесу Y , породженого випадковим вектором $W(t)$, $t = 0, 1, \dots, N-1$ та допустимим управляючим впливом $u(\cdot) \in U$;

$F(Y(N))$ – термінальний член функціоналу, що характеризує стан в кінці інтервалу управління, тобто ступінь досягнення поставленої мети управління – кількісна величина, яка характеризується розбіжністю між потрібними та досягнутими результатами на кінець програмного періоду;

$f^0(t, Y(t), W(t))$ – інтегральний член функціоналу, що характеризує якість функції синтезу управління. Поняття “якість функції синтезу управління” фактично відображає ті аспекти процесу управління розвитком ОВТ, які пов’язані з організацією рішення усього комплексу завдань обґрунтування, узгодження, формування, коригування ДПР, а також оперативного управління його реалізацією. Дійсно, ідеальним варіантом та вищим рівнем якості функції синтезу управління можна було б вважати таку програму, яка не коригується протягом усього планового періоду. Проте, це може бути гарантовано або дуже великими ресурсними витратами, або неприйнятним зниженням ефективності системи ОВТ в кінці планового періоду. Даний критерій не має явного формального опису, проте можливе багатофакторне (у вигляді вектора-функції) представлення через набір часткових критеріїв (стійкість програми, вірогідність успішної реалізації, необхідні

резерви, внутрішні ресурси, очікувані втрати та т.і.).

При реалізації завдання багатоваріантного управління функціонал якості (4) представляється або термінальним, або інтегральним членом в залежності від масштабу зовнішніх збуджень.

У цьому випадку, якщо зовнішні збудження вдається компенсувати за рахунок спеціальних фінансових фондів, завдання полягає у тому, щоб максимально просунути уздовж програмної траєкторії до її кінцевої точки та забезпечити досягнення заданих значень показників стану (3). При цьому інтегральний член є обмеженням при виборі допустимих управляючих впливів, та завдання управління формується у вигляді:

$$I(d^*) = \min_{0 < t < N-1} M[F(Y(N))]. \quad (5)$$

Якщо резерву ДОЗ недостатньо для демпфірування зовнішніх збурень, здійснюється коригування програмної траєкторії, при цьому термінальний член є обмеженням та визначає область допустимих станів у кінці інтервалу програмного управління. Тоді задача управління формується у вигляді:

$$I(d^*) = \min_{0 < t < N-1} M \left[\sum_{t=0}^{N-1} f^0(t, Y_i(t), W(t)) \right]. \quad (6)$$

Вибір функціоналу якості управління ((5) чи (6)) є результатом співставлення ДПР та мети з інформацією про виконання програми та ступеня досягнення мети, або співставлення прогнозного стану реалізації ДПР потрібному стану. У першому випадку джерелом інформації є звіти в донесення про хід виконання програми, а у другому – методи та засоби аналізу інформації про зміну умов (зовнішнього середовища) розвитку ОВТ.

Запропонований багатоваріантний метод дозволяє забезпечити перехід від одного ДОЗ до другого без втрати системності рішень, зі збереженням збалансованості елементів системи озброєння на усьому протязі планового періоду.

Наведена математична формалізація потребує подальшого опрацювання при виконанні роботи по її числової реалізації, складанні відповідної комп'ютерної програми та її налагодженні, доведення цієї програми до рівня практично діючого інструменту для проведення практично важливих досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Буренок В.М., Лавринов Г.А. Методи снижения рисков реализации планов развития вооружения и военной техники. Военная мысль. 2002. № 3.
2. Буренок В.М., Ляпунов В.М., Мудров В.И. Теория и практика планирования и управления развитием вооружения. М.: Вооружение. Политика. Конверсия. 2005.
3. Буренок В.М., Мельников И.Д., Лавринов Г.А. Качество Государственной программы вооружения: проблемы и пути их решения. Военная мысль. 2002. № 2.
4. Военно-экономический анализ. М.: Военное издательство. 2001 год.

5. Лавринов Г.А. Организационно-экономические механизмы обеспечения реализации планов развития вооружения и военной техники. Научно- методические материалы “Проблемы военной науки”. М: ЦВНИ МО РФ, 2001. Вып. 12.
6. Рахманов А.А., Буренок В.М., Мельников И.Д. Государственная программа вооружения: этапы и принципы формирования. Военная мысль. 2000.

Надійшла до редакції 20.10.2013