

УДК 351.864:001.89 (043.2)

Б.О. Демідов, О.О. Хмелевська

МЕТОДИКА ОБҐРУНТУВАННЯ І ВИБОРУ СТРУКТУРИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ РІШЕНЬ, ЩО ПРИЙМАЮТЬСЯ ПРИ УПРАВЛІННІ ЖИТТЄВИМИ ЦИКЛАМИ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ І ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Розглядаються методичні питання обґрунтування і вибору структури автоматизованої інформаційної системи підтримки рішень, що приймаються при управлінні ЖЦ зразків ОВТ, з розподілом задач управління між організаційними структурами, які беруть участь у реалізації ЖЦ, при провідній і координуючій ролі замовника ОВТ.

Постановка проблеми

Автоматизована інформаційна система підтримки рішень, що формуються та приймаються в процесі управління життєвим циклом зразка озброєння і військової техніки (ОВТ), відноситься до класу складних розподілених систем. Від того, як вона структурно організована, буде залежати якість виконання покладених на неї функцій з інформаційно-методичного забезпечення управління життєвим циклом (ЖЦ) зразка ОВТ і, відповідно, ефективність рішення з її використанням управлінських задач. У зв'язку з цим обґрунтування і вибір структури даної системи повинні бути віднесені до числа основних етапів її розробки. Для обґрунтування структури автоматизованої інформаційної системи підтримки рішень необхідна науково-методична база, яка дозволить з системних позицій підійти до вибору такої структури, яка забезпечувала б реалізацію основних функцій системи оптимальним у визначеному сенсі чином. Вона повинна бути основою для побудови типової (робочої) методики вибору структури системи підтримки прийняття рішень (СППР), що враховує специфіку інформаційно-методичного забезпечення управління ЖЦ зразка ОВТ та існуючі обмеження організаційно-технічного і техніко-економічного характеру, а також обмеження за часом реалізації системи й інших обмежень.

Аналіз літератури

Питання, що пов'язані з принципами побудови, аналізом і синтезом структур систем різного призначення, розглядаються в ряді публікацій [1 – 5]. У них містяться постановки основних проблем і задач аналізу та синтезу структур складних систем, пропонуються різні моделі формалізованого представлення структур, математичні й евристичні методи їх оптимальної або раціональної побудови, а також викладаються інші питання теоретичного і практич-

ного характеру, що відносяться до задач обґрунтування і вибору структур складних систем, наводяться відповідні рекомендації. Ці моделі і методи, висунуті положення й пропозиції, що даються, у деякій мірі придатні для рішення задач аналізу і синтезу структур міжвідомчих автоматизованих інформаційних систем підтримки рішень, прийнятих при управлінні життєвими циклами зразків ОВТ, і у визначених межах можуть бути використані в методиках обґрунтування та вибору структур зазначених систем. Однак у відомих публікаціях відсутні обґрунтовані пропозиції з формування структур міжвідомчих СППР на базі існуючих організаційних структур різної відомчої приналежності, що беруть участь у супроводі зразків ОВТ й управлінні їх життєвими циклами. Оскільки створювати розглянуті СППР доводиться практично в рамках кооперації цих структур або з залученням їх ресурсів (технічних засобів, локальних відомчих СППР і т.ін.) і з урахуванням їх організаційної побудови, то при виборі структури СППР виникає необхідність враховувати обумовлені цим обмеження, видозмінювати існуючі в даній галузі методики, домагаючись при цьому адекватності застосовуваних методичних засобів вирішуваної задачі обґрунтування структури системи й існуючих обмежень у її виборі. Це, у свою чергу, вимагає поглибленого аналізу особливостей побудови розглянутих СППР, обумовлених специфічністю інформаційно-методичного забезпечення управління життєвими циклами зразків ОВТ.

Мета статті – розгляд принципів побудови методики обґрунтування і вибору структур автоматизованих інформаційних систем підтримки рішень, прийнятих при управлінні життєвими циклами зразків ОВТ на міжвідомчому рівні.

Основний матеріал

У прямій постановці задача безпосереднього синтезу оптимальної структури такої складної систе-

ми, якою є автоматизована інформаційна система підтримки рішень, що формуються та приймаються при управлінні ЖЦ зразка ОВТ, одними математичними методами практично не реалізована. Тому задачу обґрунтування і вибору структури даної системи доводиться розв'язувати з використанням як математичних методів, так і евристичних процедур, та говорити про вибір раціональної (прийнятної) структури системи з урахуванням існуючих обмежень як методичного, так технічного й іншого характеру.

Відповідно до одного з основних принципів системного підходу, такого як принцип функціональності [6], структуру і функції системи необхідно розглядати разом із пріоритетом функцій над структурою, тобто вибирати її треба після того, як будуть визначені функції системи. Структура і модульний склад СППР повинні бути підпорядковані виконанню нею як загальносистемним, так і внутрішньо-системним функціям.

У загальному випадку структура повинна забезпечувати виконання заданих функцій щонайкраще в умовах існуючих обмежень. Тому до числа вихідних даних для задачі синтезу структури насамперед повинні бути віднесені переліки покладених на систему функцій, сукупність розв'язуваних задач інформаційно-методичного забезпечення управління життєвим циклом супроводжуваного зразка ОВТ і обмеження, що враховуються, як організаційно-технічного, так і іншого характеру.

Методика обґрунтування і вибору структури автоматизованої інформаційної системи підтримки прийняття рішень повинна спільно використовувати системно-функціональний і системно-структурний підходи та визначати процедури формування і вибору структури цієї системи при комплексному використанні як евристичних, так і формальних математичних методів. При цьому задача вибору структури може бути зведена до таких методичних дій.

Визначається безліч функцій системи з їх взаємозв'язками, що відображають технологію виконання нею своїх функцій і формування інформаційних потоків, що протікають як усередині самої системи, так і надходять у зовнішнє середовище. Для функцій задаються (визначаються) варіанти їх виконання, що відрізняються алгоритмами, які використовуються, і технічними засобами їх реалізації, та вибирається такий варіант структури, при якому найкраще забезпечується виконання функцій системою.

Однак стосовно до рішення задач інформаційно-методичного забезпечення управління ЖЦ зразка ОВТ реалізувати цілком (у чистому вигляді) такий підхід практично не вдається з ряду причин. Одна з них полягає в тому, що вибирати структуру СППР доводиться не тільки відповідно до вимог про необхідність забезпечення найкращого виконання систе-

мою покладених на неї функцій, але й з урахуванням особливостей структурної організації і територіального розподілу організацій та установ замовників ОВТ і виконавців робіт, що беруть участь у реалізації життєвого циклу того або іншого зразка ОВТ за контрактам, які укладаються між ними.

Дійсно, перелік і кооперація організацій, установ, підприємств тощо міністерства оборони (замовників ОВТ) та оборонно-промислового комплексу (виконавців робіт), що беруть участь у науково-технічному супроводі конкретного зразка ОВТ і в управлінні його життєвим циклом, визначаються відповідними договірними угодами, які укладаються встановленим порядком. Їх діяльність у військово-технічній галузі регламентується існуючими організаційно-методичними і нормативно-технічними документами (стандартами, посібниками, положеннями і т.п.). Ці організаційні структури відповідно до орієнтації їх професійної діяльності виконують визначені комплекси робіт протягом ЖЦ зразка ОВТ, беручи участь у єдиному процесі реалізації ЖЦ на тих або інших його стадіях та їх етапах. Причому координуючу роль тут відіграє замовник ОВТ. У кожному конкретному випадку (стосовно до того або іншого зразка ОВТ) мають місце свої специфічні особливості виконання тих або інших організаційно-технічних заходів і робіт. Однак у цілому можна виділити типові функціональні елементи діяльності зазначених організаційних структур, вироблені практикою й закріплені єдиними міжвідомчими і відомчими (галузевими) нормативно-технічними й організаційно-методичними документами, та спиратися на їх зміст при розробці типових і робочих методик, пов'язаних з управлінням життєвими циклами зразків ОВТ і з його інформаційно-методичним забезпеченням.

Весь комплекс задач, що розв'язуються при науково-технічному супроводі зразка ОВТ і управлінні його життєвим циклом, може бути розбитий на групи порівняно однорідних за змістом задач, кожна з яких прив'язується до тієї або іншої організаційної структури відповідно до змісту організаційно-технічних заходів і робіт, виконуваних у межах професійної діяльності (компетенції) цих структур. Відповідно до цього функції і задачі, виконання та рішення яких покладаються на систему управління ЖЦ зразка ОВТ у цілому і підсистему його інформаційно-методичного забезпечення, повинні розподілятися по рівнях управління зазначених структур відповідно до їх професійної орієнтованості, відомчої приналежності і договірних угод, що укладаються, котрі визначають порядок взаємодії сторін, що беруть участь у загальному процесі управління ЖЦ супроводжуваного зразка ОВТ, і встановлюють межі їх відповідальності за якість і своєчасність вико-

нання підконтрольних заходів та робіт та їх результати, вимоги до яких закріплені договірними угодами.

Оскільки в кожній оргструктурі, як правило, функціонують відповідним чином орієнтовані локальні СППР із комплексом своїх автоматизованих робочих місць (АРМ), то, виходячи з економічних розумінь, їх доцільно у визначених межах залучати до рішення задач інформаційно-методичного забезпечення процесів управління ЖЦ супроводжуваного зразка ОВТ.

При такому підході, по-перше, немає необхідності створювати спеціальну локальну СППР, орієнтовану тільки лише на рішення задач інформаційно-методичного забезпечення в рамках процесу управління ЖЦ зразка ОВТ. У даному випадку можна використовувати відомчу СППР для підготовки тих даних, що повинні вводитися в міжвідомчу СППР, створювану в рамках міністерства оборони як органу, що здійснює наскрізний за життєвим циклом науково-технічний супровід зразка ОВТ і координуючого діяльність у цій галузі. Зазначені дані необхідні для забезпечення виконання останньою СППР свого призначення як автоматизованої інформаційної системи підтримки рішень, які формуються і приймаються у процесі реалізації усього ЖЦ супроводжуваного зразка ОВТ.

По-друге, із залученням локальних (відомчих) СППР для рішення задач інформаційно-методичного забезпечення управління життєвими циклами зразків ОВТ з'являється можливість більш повного використання об'єктивних даних про хід виконання робіт і заходів на рівні окремих організаційних структур, що беруть участь у реалізації ЖЦ супроводжуваного зразка ОВТ. Це обумовлюється тим, що кожна відомча структура, яка бере участь у науково-технічному супроводі того або іншого зразка ОВТ відповідно до свого призначення, може на більш високому професійному рівні створювати стосовні до її роду діяльності моделі, програмно реалізовані алгоритми й процедури, формувати бази даних, необхідні для забезпечення функціонування міжвідомчої системи підтримки рішень, супроводжувати зазначені структурно-функціональні елементи і т.ін. Створювана при цьому локальна СППР може більш повно врахувати специфіку тих робіт і заходів, відповідальною за виконання яких за родом своєї професійної діяльності є організаційна структура, що розробляє і використовує у своїх цілях дану СППР для рішення задач інформаційно-методичного забезпечення управління цими роботами й заходами.

При такому підході до формування структури міжвідомчої автоматизованої інформаційної системи підтримки рішень, прийнятих при управлінні

ЖЦ зразків ОВТ, коли необхідно враховувати обмежувальні ознаки організаційно-відомчого характеру і погоджувати на різних рівнях інформаційні потоки, які формуються, вхідні і вихідні дані для взаємозалежних та розосереджених по оргструктурах підсистем міжвідомчої СППР, зростає роль і відповідальність організації, що представляє інтереси замовника ОВТ. Вона повинна координувати і контролювати роботи зі створення і впровадження міжвідомчої СППР, відповідати за якість їх виконання і кінцеві результати, що представляються у вигляді прийнятих для практичного використання ефективно функціонуючих інструментальних засобів інформаційно-методичного забезпечення управління ЖЦ зразків ОВТ.

Замовникові ОВТ повинний віддаватися пріоритет у формуванні вимог, що ставляться до міжвідомчої СППР.

Схематично міжвідомча СППР може бути представлена сукупністю її локальних відомчих підсистем, об'єднаних у єдину мережну структуру за допомогою відповідних інформаційно-телекомунікаційних каналів. Крім цього, у міжвідомчу СППР повинні входити загальносистемні модулі, що забезпечують погоджене спільне функціонування всіх її функціональних підсистем, багатобічну взаємодію через ЕОМ (мережа ЕОМ) різних користувачів при наявності санкціонованого доступу їх до системи, діалогові режими роботи із системою і виконання інших загальносистемних функцій.

Локальні підсистеми міжвідомчої СППР можуть бути представлені модулями, що безпосередньо не входять у відповідні відомчі СППР загального призначення, або модулями, що включаються у їх склад. У першому випадку кожна відомча СППР загального призначення, яка призначається для вирішення всього комплексу задач інформаційно-методичного забезпечення діяльності відповідної відомчої організації, повинна забезпечувати підготовку даних, необхідних для функціонування локальної підсистеми міжвідомчої СППР. В другому випадку у відомчій СППР загального призначення повинен бути передбачений режим її роботи з міжвідомчою СППР, яка є інструментальним засобом, що входить до складу інформаційно-методичного забезпечення управління ЖЦ супроводжуваного зразка ОВТ.

Структура міжвідомчої СППР повинна відповідати структурі системи управління ЖЦ зразка ОВТ, в інтересах забезпечення функціонування якої вона створюється. Вибір структури цієї СППР повинен здійснюватися відповідно до покладених на неї загальносистемних функцій і функцій, які розподілені по відомчих оргструктурах (по рівнях ієрархії управління ЖЦ і вузлах рішення забезпечуючих його задач).

Грунтуючись на викладених положеннях, загаль-

ну процедуру обґрунтування і вибору структури розглянутої СППР можна представити в такому вигляді.

Відповідно до мети і задач інформаційно-методичного забезпечення управління ЖЦ супроводжуваного зразка ОВТ визначається призначення міжвідомчої СППР як його основного інструментального засобу, формулюються вимоги до неї, визначаються її загальносистемні та внутрішньосистемні функції, розв'язувані нею задачі інформаційно-методичного забезпечення, виконувани операції і необхідні технічні засоби. Для кожної задачі встановлюються варіанти рішення, вхідна і вихідна інформація, оцінюється обсяг операцій, необхідних для реалізації алгоритмів рішення задач. Аналізуються характеристики технічних засобів, котрі передбачається (необхідно) застосовувати в системі.

На підставі наявних даних про задачі СППР і алгоритмів їх рішення проводиться аналіз кожного алгоритму для визначення вимог до якості їх реалізації і технічних засобів, необхідних для цієї реалізації. З використанням характеристик засобів оцінюється обсяг роботи щодо вирішення кожної задачі.

Загальна задача синтезу структури міжвідомчої СППР може бути представлена двома задачами. До першої відноситься задача формування топологічної структури системи, що полягає у визначенні складу, територіального розташування і типу вузлів системи на всіх рівнях її ієрархії та каналів зв'язку між ними. Ця структура визначається системою кооперації оргструктур, що беруть участь у реалізації ЖЦ зразка ОВТ і знаходиться за допомогою експертного оцінювання, виходячи з цілей і стратегії управління реалізацією ЖЦ зразка ОВТ, інформаційних потоків, що повинні формуватися в системі управління ЖЦ (між об'єктами та суб'єктами управління), а також функцій, які повинні виконуватися цією системою і бути інформаційно підтримані (забезпечені). У результаті встановлюються рівні ієрархії і вузли СППР, тобто визначається її топологічна структура. Другою є задача синтезу функціональної структури міжвідомчої СППР із розподілом функцій і задач між її вузлами і технічними засобами по вузлах.

При управлінні ЖЦ зразка ОВТ розташування вузлів СППР визначається відповідними відомчими оргструктурами, які беруть участь у супроводі зразка ОВТ, та в розподіл функцій СППР і розв'язуванні з її допомогою задач інформаційно-методичного забезпечення здійснюється відповідно до покладених на ці оргструктури робіт та заходів, що підлягають виконанню ними відповідно до договірних зобов'язань на тих або інших стадіях ЖЦ або їх етапах.

Взагалі ж вузли повинні прив'язуватися безпосе-

редньо до об'єктів управління, якими в даному випадку є ті або інші стадії ЖЦ, їх етапи, комплекси робіт і заходів та т.ін. Оскільки ці об'єкти знаходяться у веденні (в галузі професійної діяльності і компетенції) тих або інших оргструктур, які задіяні у реалізації ЖЦ зразка ОВТ, то можна говорити про відображення (про прив'язку, розподіл) вузлів системи по відповідних оргструктурах, що беруть участь у реалізації ЖЦ, виконанні відповідних задач управління ним і науково-технічному супроводженні зразка ОВТ.

Можливі варіанти розподілу функцій і задач по вузлах формуються, виходячи з існуючих (заданих) обмежень і практичних розумінь, пов'язаних з доцільним їх закріпленням за тими або іншими оргструктурами, які обираються на конкурсній основі для реалізації ЖЦ зразка ОВТ із наступним укладенням з ними договірних угод про виконання тих або інших робіт та послуг.

Загальносистемні модулі міжвідомчої СППР обираються, виходячи з необхідності забезпечення найкращого виконання ними загальносистемних функцій і погодженого спільного функціонування локальних підсистем СППР (розв'язання координуючих задач).

Структура СППР повинна відповідати організаційній структурі системи управління ЖЦ зразка ОВТ (розподілові управлінських задач і повноважень з прийняття рішень між особами або групами осіб, що утворюють структурні підрозділи системи управління), в інтересах забезпечення функціонування якої розробляється СППР.

Складність міжвідомчої СППР обумовлює необхідність використання для вирішення загальної задачі синтезу її структури агрегативно-декомпозиційного підходу і здійснювати обґрунтування й вибір структури в два взаємозалежних етапи, реалізуючи послідовну декомпозицію виконуваних системою функцій та вирішуваних нею задач і агрегування їх на відповідних рівнях деталізації для генерування варіантів побудови системи в цілому. При цьому загальносистемні функції представляються сукупністю внутрішньосистемних функцій різних рівнів розукрупнення (деталізації), що забезпечують виконання загальносистемних функцій. Задачі, розв'язувані системою, підрозділяються на підзадачі відповідних рівнів деталізації. У цілому функції системи представляються у вигляді сукупності взаємозалежних задач, що, у свою чергу, розбиваються на сукупність операцій і процедур. Послідовно виконувани операції задачі утворюють етапи її рішення.

Для формалізації опису структури СППР, взаємозв'язків між її елементами, завдання спрямованості інформаційних потоків, які формуються у процесі функціонування системи, тощо. можуть бути вико-

ристані адекватні їм методи теорії графів, застосовані відповідні альтернативні графи, мережі, дерева, гіперграфи й ін. При альтернативно-графовій формалізації різні варіанти реалізації функцій системи і вирішувани нею задачі, варіанти побудови вузлів системи тощо задаються у вигляді вершин альтернативного графа, дуги якого відображають характер взаємозв'язків між ними.

На початкових етапах синтезу структури СППР обґрунтовуються і формулюються вимоги до неї та будуються альтернативні графи, що формалізують взаємозв'язок функцій і задач, які виконуються та розв'язуються системою. Альтернативні варіанти реалізації функцій задаються графом $G_F(H_F, D_F)$ з безліччю вершин H_F , що відображають альтернативні варіанти реалізації функцій системи, і безліччю дуг D_F , що відображають логічні взаємозв'язки між функціями і послідовність їх виконання при реалізації. Альтернативні варіанти реалізації функцій задаються графом $G_Z(H_Z, D_Z)$ з безліччю вершин H_Z , що відображають варіанти реалізації задач, розв'язуваних системою, і безліччю дуг D_Z , що відображають взаємозв'язки між ними. Елементи графа G_Z деталізують вершини графа G_F (відображають перелік і логічну послідовність рішення задач при виконанні тієї або іншої функції).

Взаємозв'язки між варіантами побудови вузлів СППР формалізуються у вигляді альтернативного графа $G_U(H_U, D_U)$ з безліччю вершин H_U і безліччю дуг D_U . Вершини цього графа ототожнюються з варіантами побудови вузлів переробки інформації, можливими місцями їх розміщення, комплексами технічних засобів і т.ін., а дуги відображають характер взаємозв'язків між вузлами.

Результатом виконання початкових етапів синтезу структури СППР є побудовані альтернативні графи G_F , G_Z і G_U .

На наступних етапах синтезу структури СППР формалізується відображення множини взаємозалежних функцій та задач і варіантів їх виконання і рішення, що задаються графами G_F і G_Z , на множині взаємозв'язаних вузлів та варіантів їх побудови, обумовлених графом G_U . Результат цього відображення формалізується у вигляді альтернативного багатодольного графа варіантів реалізації структури СППР $G_S(H_S, D_S)$, окремі частки якого відображають варіанти розподілу кожної з функцій по вузлах структури, а дуги характеризують взаємозв'язки між ними.

У загальному випадку альтернативний граф G_S представляється у вигляді орієнтованого мультиг-

рафа типу «I/АБО». У розглядуваній задачі синтезу структури СППР на цьому графі виділяються безлічі вхідних і вихідних вершин. Альтернативні множини графа містять елементи типу «АБО» варіантів виконання різних способів реалізації функцій і задач системи за допомогою комплексів технічних засобів у різних вузлах системи. Взаємозв'язки елементів альтернативних множин формалізуються елементами типу «I» – «АБО» і характеризують послідовність виконання функцій та вирішення задач системою.

Альтернативний граф варіантів реалізації структури СППР $G_S(H_S, D_S)$ відображає варіанти перетворення вхідних інформаційних масивів у масиви, необхідні на виході системи, і служить для вибору оптимального варіанта при заданих оптимізованих показниках якості та критеріях оптимальності, обмеженнях на характеристики структури системи, її окремих частин і елементів. Дана задача в оптимізаційній постановці зводиться до пошуку такого відображення функцій і задач на вузли системи, при якому досягається екстремум показника якості при виконанні заданих обмежень, тобто задача синтезу структури при такому підході полягає в побудові альтернативного графа припустимих варіантів побудови системи і виборі на цьому графі оптимального варіанта. Тут під оптимальним варіантом реалізації структури СППР розуміється підграф $G^* \subset G_S$, що має такі властивості: G^* – модель одного з припустимих варіантів реалізації структури системи; структура, реалізована відповідно до моделі G^* , найкраща створюється пред'являємим до її показників якості.

Задача синтезу структури СППР у графовій інтерпретації формулюється в такий спосіб. Задано альтернативного графа можливих варіантів реалізації структури системи G_S , необхідно вибрати його підграф $G^* \subset G_S$, який оптимізує задані характеристики якості реалізації й ефективності функціонування системи $E(G^*) \rightarrow \text{opt}$, де E – оптимізований у загальному випадку векторний показник якості системи, задовольняючий заданим обмеженням, наприклад, вигляду $g(G^*)Rb$, де g – вектор функцій обмежень, b – вектор констант обмежень, R – умови вигляду $\geq, =, \leq$. Ця задача розбивається на задачу синтезу графа припустимих варіантів реалізації структури і задачу вибору на цьому графі оптимального варіанта.

При обґрунтуванні і виборі структури СППР необхідно: розробити технологію одержання, збору, перетворення, збереження, відновлення, розподілу та передачі інформації від джерел до споживачів;

вибрати раціональну організацію вхідних, проміжних і вихідних інформаційних масивів; визначити процедури перетворення і контролю інформації та їх раціональну організацію; вибрати технічні засоби для збереження і виконання необхідних перетворень інформації; забезпечити виконання вимог до показників якості системи.

При формуванні структури СППР повинні бути вирішені такі типові задачі, як задача розробки алгоритмів обробки інформації і процедур формування інформаційних масивів, що використовуються в системі інформаційно-методичного забезпечення управління ЖЦ зразка ОВТ, та задача розробки процедур перетворення одних масивів в інші (алгоритми перетворення вхідної інформації в інформацію, необхідну на виході системи).

У вихідній постановці задача вибору структури міжвідомчої СППР є векторною задачею прийняття проектних рішень, оскільки в процесі їх формування аналізовані варіанти структури доводиться оцінювати і порівнювати між собою за декількома показниками якості. До таких показників можуть бути, наприклад, віднесені вартість розробки і впровадження системи, експлуатаційні витрати, тривалість розробки і впровадження системи, завантаження вузлів системи, обсяг пам'яті для розміщення і збереження масивів інформації, показники оперативності й ефективності виконання системою своїх функцій, величина цільового ефекту від застосування СППР, що характеризує її внесок у підвищення ефективності функціонування системи управління ЖЦ зразка ОВТ, і т.ін. У ряді випадків параметри СППР можуть бути задані лише з деякою ймовірністю, що призводить до неоднозначного визначення варіанту синтезованої структури системи. У даному випадку повинні вибиратися, наприклад, такий набір вузлів системи і такий розподіл задач по вузлах, при яких буде забезпечуватися виконання функцій системою з ймовірністю не менше заданої.

Як критерії оптимальності структури системи можуть бути використані: критерій мінімуму витрат на створення й експлуатацію системи при обмеженнях на значення інших показників якості; критерій максимуму показника ефективності функціонування системи (її цільового ефекту) при обмеженнях по витратах на створення й експлуатацію системи й інших показниках якості. Застосування того або іншого критерію оптимальності визначається вибором оптимізованого показника якості системи. В умовах обмежених можливостей з фінансування створення й експлуатації СППР доцільно використовувати перший із зазначених критеріїв вибору найбільш переважного варіанта структури СППР.

Нехай задача синтезу структури СППР полягає у виборі її вузлів і варіантів рішення задач з ураху-

ванням взаємозв'язку між ними і витрат на обмін інформацією між задачами, що забезпечує мінімізацію витрат на експлуатацію розроблюваної системи з урахуванням заданих обмежень. У ній необхідно визначити множину вузлів у системі на кожному рівні ієрархії і зв'язків між ними, множину задач, що розв'язуються системою, і розподіл їх по рівнях і вузлах системи з урахуванням техніко-економічних вимог, які ставляться до системи. Дана задача синтезу структури СППР зводиться до пошуку оптимального відображення множини взаємозв'язаних варіантів виконання функцій, задач та їх етапів на множину взаємозалежних варіантів реалізації елементів системи. Задачі i та i' вважаються зв'язаними, якщо для рішення i -ої задачі використовується інформація, що є вихідною для i' -ої задачі.

Дана задача синтезу структури може бути сформульована таким чином:

$$\text{знайти } \min \left(\sum_{i,j,k} b_{ijk} x_{ij} x_{j'k'} + \sum_{l,j} c_l x_{lj} \right)$$

при таких обмеженнях:

кожна задача виконується лише в одному з вузлів

$$\sum_{j,k} x_{ijk} = 1;$$

ресурси на розробку не перевищують заданої величини

$$\sum_{l,j} K_l x_{lj} + \sum_{i,j,k} K_{ik} x_{ijk} \leq K;$$

інші обмеження враховуються при необхідності.

Тут $b_{ijk} x_{ij} x_{j'k'}$ – якщо індекси у змінних x_{ijk} і $x_{i'j'k'}$ збігаються, та $b_{ijk} x_{ij} x_{j'k'}$ – $\alpha_{ik} \gamma_{j'}$ в протилежному разі; $x_{ijk} = 1$, якщо i -та задача розв'язується в j -му вузлі в k -му варіанті, і $x_{ijk} = 0$ в протилежному разі; a_{ijk} – експлуатаційні витрати на розв'язання i -ї задачі k -м варіантом у j -му вузлі; α_{ik} – середній обсяг переданої інформації між задачами ik і $i'k'$; $\gamma_{j'}$ – витрати на передачу одиниці обсягу інформації між вузлами j та j' ; c_{lj} – витрати на експлуатацію l -го технічного засобу в j -му вузлі; K_l – капітальні витрати на технічні засоби; K_{ik} – витрати на розробку та впровадження j -ї задачі в k -му варіанті.

Аналогічним чином може бути здійснена постановка задачі синтезу структури СППР у формалізованому вигляді з використанням критерію максимізації заданого показника ефективності функціонування системи.

Для пошуку рішення зазначених задач можуть

бути використані алгоритми, що реалізуються за схемою «гілок і меж».

У загальному випадку подібні задачі синтезу структури автоматизованих інформаційних систем підтримки рішень, які формуються і приймаються при управлінні ЖЦ зразків ОВТ, виявляються нелінійними і пошук їх роз'язання є досить трудомістким. Тому для пошуку рішення таких задач доцільно використовувати агрегативно-декомпозиційний підхід, що припускає декомпозицію вихідної задачі синтезу структури СППР на ряд часткових підзадач і агрегування (об'єднання, узгодження) отримуваних часткових результатів при формуванні структури системи.

У реальних задачах обґрунтування і вибору структури міжвідомчих СППР як інструментальних засобів, що входять до складу інформаційно-методичного забезпечення управління ЖЦ зразків ОВТ, їх параметри через існуючі невизначеності у вихідних даних можуть бути задані лише приблизно з деяким розподілом імовірностей їх значень або з деяким ступенем приналежності значень параметрів заданим інтервалам. Це призводить до неоднозначності вибору варіанта структури розроблюваної СППР. Залежно від ступеня інформованості і типу невизначеності на етапі формування й вибору структури СППР, а також від величини припустимого ризику при виборі варіанта структури можливі різні постановки задачі синтезу структури. Ці постановки призводять до максимінних задач математичного програмування (у разі потреби забезпечення максимального гарантованого результату), задач стохастичного програмування і задач, які формуються на нечітких множинах.

Висновки

Задача обґрунтування і вибору структури автоматизованої інформаційної системи підтримки рішень, які формуються при управлінні ЖЦ зразків ОВТ, є складною задачею, що вимагає застосування для пошуку її вирішення як математичних, так і евристичних методів. При цьому доцільно використовувати агрегативно-декомпозиційний підхід з розподілом загальної задачі синтезу на часткові підзадачі з наступним об'єднанням одержуваних при їх рішенні результатів і формуванням на цій основі структури розроблювальної СППР. У загальному випадку синтез структури міжвідомчої СППР включає: вибір складу її локальних (відомчих) підсистем і загальносистемних модулів, виходячи з покладених на неї функцій та вирішуваних задач; розподіл функцій, що виконуються по рівнях ієрархії і вузлах системи; вибір комплексу технічних засобів, що забезпечують виконання заданих вимог до якості

рішення задач. Одним з обмежуючих факторів, які необхідно враховувати при формуванні структури міжвідомчої СППР, є створювана кооперація оргструктур, які беруть участь у реалізації ЖЦ супроводжуваного зразка ОВТ, розподіл між ними плануваних комплексів робіт та заходів і відповідальності за результати їх виконання. Пріоритет в обґрунтуванні вимог, які ставляться до СППР, повинен віддаватися замовникові ОВТ, що здійснює координацію діяльності всіх оргструктур і управління ЖЦ зразка ОВТ у цілому.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Цвиркун А.Д. Основы синтеза структуры сложных систем. – М.: Наука, 1982. – 200 с.
2. Цвиркун А.Д., Акинфиев В.К., Филиппов В.А. Имитационное моделирование в задачах синтеза структуры сложных систем (оптимизационно-имитационный подход). – М.: Наука, 1985. – 174 с.
3. Гайкович А.И. Основы теории проектирования сложных технических систем. – СПб.: НИЦ «МОРИНТЕХ», 2001. – 432 с.
4. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учебн. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 336 с.
5. Герасимов Б.М., Дивизинюк М.М., Субач И.Ю. Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности. – Севастополь, 2004. – 320 с.
6. Демидов Б.А. Системный анализ вооружения и военной техники. Кн. 1. – Х.: ХВУ, 1994. – 366 с.

Надійшла 10.11.2005

Рецензент: д-р техн. наук професор В.І. Карпенко, Харківський університет Повітряних Сил.