

**КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ
ПОДДЕРЖКИ РЕШЕНИЙ, ПРИНИМАЕМЫХ ПРИ УПРАВЛЕНИИ
ЖИЗНЕННЫМИ ЦИКЛАМИ ОБРАЗЦОВ ВООРУЖЕНИЯ
И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ**

Б.А. Демидов, О.А. Хмелевская
(Харьковский университет Воздушных Сил)

С учетом особенностей предметной области применения рассматриваются общий замысел и принципы построения автоматизированных информационных систем, предназначенных для поддержки решений, принимаемых и реализуемых при управлении жизненными циклами образцов ВВТ

концептуальные основы, автоматизированные информационные системы, поддержка решений, жизненный цикл, военная техника

Постановка проблемы. Роль основного инструментального средства, входящего в состав информационно-методического обеспечения управления жизненными циклами образцов ВВТ и способствующего повышению качества (обоснованности, эффективности, реализуемости, оперативности и др.) плановых и управленческих решений, призваны играть автоматизированные информационные системы поддержки решений, формируемых, принимаемых и реализуемых в течение жизненных циклов сопровождаемых образцов ВВТ. Такое предназначение этих систем предопределено возросшими требованиями к эффективности управления жизненными циклами современных сложных, высокотехнологичных и затратных в разработке, производстве и эксплуатации образцов ВВТ, а их реализуемость подкрепляется значительными достижениями в области информационных технологий и средств вычислительной техники. Практической реализации и эффективному использованию указанных систем предшествует разработка научной методологии их проектирования и методик применения по назначению. В связи с этим возникает необходимость решения различных проблем, связанных с обоснованием требований к таким системам, общего замысла и принципов их построения, выполняемых ими функций, с выбором структуры, обеспечивающей реализацию этих функций, и ряда других проблем. Чтобы названные проблемы имели более выраженную прикладную направленность, они должны наиболее полно учитывать особенности

применения рассматриваемых систем в той предметной области, в которой с их помощью будут решаться задачи информационно-методического обеспечения.

Анализ литературы. С 70-х – 80-х годов прошлого века и особенно в его конце в связи со значительными достижениями в области информационных технологий и компьютерных систем как технических средств их реализации интенсивно и широким фронтом стали проводиться работы по созданию и применению в различных предметных областях автоматизированных информационных систем поддержки принятия решений (СППР). Существенно возрос объем публикаций по данной тематике как теоретического, так и практического характера, трудно поддающихся краткому аналитическому обзору. Обширная библиография по этой тематике содержится, например, в публикациях [1 – 10], в которых основное внимание сосредоточено на применении информационных технологий и СППР в гражданских отраслях экономики и соответствующих им областях научных исследований и проектных разработок. Без внимания, однако, не остались и области оборонной ориентации, включая направления работ как чисто военного, так и военно-технического, и военно-экономического содержания. В частности, в [12] приводится пример применения созданной и испытанной на межведомственном уровне автоматизированной информационно-управляющей системы «Арбат-НВ» для решения задач формирования и управления реализацией государственных программ вооружения и государственных оборонных заказов. В монографии [15] рассмотрена видовая автоматизированная информационно-аналитическая система «Пилот Б», ориентированная на решение задач комплексного оценивания технического уровня высокоточного управляемого авиационного оружия класса «воздух-поверхность» при выполнении проектно-исследовательских работ, в [11] изложены принципы построения автоматизированного рабочего места военного экономиста-исследователя, а в [14] – автоматизированного рабочего места, предназначенного для технико-экономического обоснования государственных программ вооружения. Известны и другие публикации, в которых в той или иной степени затрагиваются вопросы информатизации в военно-технической области. Однако во всех этих работах рассматриваются в основном верхние уровни иерархии управления развитием ВВТ и остаются в стороне вопросы, связанные с управлением жизненными циклами отдельных конкретных образцов ВВТ, его информационно-методическим обеспечением и применением СППР в качестве инструментальных средств поддержки формирования плановых и управленческих решений на уровне отдельных образцов ВВТ.

Образцы ВВТ относятся к тому уровню, на котором осуществляется

непосредственная деятельность по планированию и управлению развитием ВВТ, техническому оснащению вооруженных сил боевыми и обеспечивающими средствами. От того, насколько эффективно будут решаться задачи управления и информационно-методического обеспечения на этом уровне, будет зависеть и действенность управления развитием системы вооружения вооруженных сил в целом, систем вооружения их видов и родов войск. Последнее указывает на актуальность проблемы разработки и внедрения в практику планирования и управления жизненными циклами образцов ВВТ автоматизированных информационных систем как инструментальных средств поддержки решений, принимаемых и реализуемых в течение жизненных циклов сопровождаемых образцов ВВТ.

Целью статьи является рассмотрение общего замысла и принципов построения автоматизированных информационных систем поддержки решений, принимаемых и реализуемых при управлении жизненными циклами образцов ВВТ.

Основной материал. Автоматизированная информационная система как инструментальное средство в составе информационно-методического обеспечения управления ЖЦ образца ВВТ объективно (по своей природе) может быть реализована в виде как функционально, так и пространственно распределенной системы на базе сетевой вычислительной структуры (сети ЭВМ), которая служит в качестве технического средства реализации информационной системы. Такая сетевая структура при соответствующей ее организации способна выполнять асинхронные параллельные операции (вычисления) и обеспечивать эффективный обмен информацией между различными иерархическими уровнями управления и узлами сети, в которых решаются подзадачи общей задачи информационно-методического обеспечения управления жизненным циклом образца ВВТ.

Автоматизированная информационная система в целом должна выполнять распределенные процедуры поддержки плановых и управленческих решений в диалоговом режиме работы пользователей с ЭВМ (сетью ЭВМ) и многостороннего (через ЭВМ) их взаимодействия между собой. Объекты управления (ЖЦ образца ВВТ в целом, отдельные стадии ЖЦ, их этапы, комплексы работ и мероприятий и т.п.) информационно будут представляться в ней совокупностью их параметров состояния (параметров качества, стоимостных и временных параметров, параметров риска и т.д.), взаимосвязями и взаимозависимостями между параметрами и ограничениями на значения параметров в виде соответствующих информационных моделей, отображающих информационную структуру ЖЦ сопровождаемого образца ВВТ.

Пользователи – это субъекты управления, лица, формирующие, принимающие и реализующие плановые и управленческие решения в

процессе управления ЖЦ образца ВВТ. Пользователи входят в состав различных организационных структур заказчика ВВТ (его органов управления, научно-исследовательских и испытательных учреждений, представительств в организациях и на предприятиях оборонно-промышленного комплекса (ОПК) и т.д.) и исполнителей работ (научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций, предприятий опытного, серийного и ремонтного производства ОПК и т.д.).

Все эти структуры территориально рассредоточены и могут информационно взаимодействовать и участвовать в формировании плановых и управленческих решений через распределенную автоматизированную информационную систему с помощью соответствующих, находящихся в узлах сети локальных взаимосвязанных между собой автоматизированных рабочих мест (АРМ) конечных пользователей.

Для АРМ, представляющих собой комплексы технических и программных средств, должны быть предусмотрены как режим автономной работы, так и режимы взаимодействия друг с другом.

Технология их использования должна обеспечивать решение как частных подзадач, так и общей задачи управления ЖЦ образца ВВТ.

Для практических распределенных процедур формирования плановых и управленческих решений автоматизированная информационная система в целом должна обеспечивать возможность одновременной работы многих пользователей в режиме многостороннего взаимодействия их между собой и друг с другом. Для этого она должна содержать три основные части программного обеспечения:

- программы, используемые для имитации процессов в анализируемом объекте при различных вариантах управления, а также программы формирования решений;
- программы, обеспечивающие удобное и эффективное общение пользователей с ЭВМ;
- общую базу данных, имеющих определенную информационную структуру, отражающую специфику ЖЦ сопровождаемого образца ВВТ и выполняемых процедур.

Распределенная автоматизированная информационная система поддержки решений, входящая в состав информационно-методического обеспечения управления ЖЦ образца ВВТ, должна быть организована таким образом, чтобы обеспечивалось выполнение как общей задачи управления жизненным циклом, так и отдельных взаимосвязанных между собой ее подзадач.

Использование при ее построении принципа пространственно-функциональной распределенности способствует принятию согласованных решений группами специалистов, совместно работающих над реше-

нием как общей задачи управления ЖЦ образца ВВТ, так и выполняющих на своих организационных уровнях закрепленные за ними подзадачи. Этот принцип позволяет упростить работу пользователей и упорядочить обмен информацией между ними.

Структура автоматизированной информационной СППР должна соответствовать организационной структуре системы управления жизненным циклом (системы сопровождения образца ВВТ), в интересах обеспечения функционирования которой она создается. Выбор структуры СППР должен осуществляться в соответствии с возлагаемыми на нее общими функциями и функциями, распределенными по уровням иерархии управления и узлам решения обеспечивающих его задач.

Структура и модульный состав СППР должны быть подчинены выполняемым общесистемным и внутрисистемным функциям и отслеживать изменения состава и структур организаций и учреждений, задействуемых в процессах управления жизненными циклами образцов ВВТ в целом, их стадиями и комплексами (этапами выполнения) работ и мероприятий.

К основным формам поддержки решений, реализуемой автоматизированной информационной системой, должны быть отнесены вычислительная и информационная поддержка.

Задачей информационной поддержки плановых и управленческих решений, принимаемых в течение ЖЦ образца ВВТ, является обеспечение субъектов управления своевременной, необходимой и достоверной информацией по их запросу или в режиме регулярного информирования. В этом случае СППР выполняет функции информационно-справочной системы, что связано с созданием баз данных и управлением ими.

Вычислительная поддержка решений связана с использованием в соответствии с определенными технологиями программно-реализованных моделей объектов управления и процессов их функционирования под воздействием как управляемых, так и неуправляемых факторов, что предполагает создание необходимых для этого базы моделей и базы методов (программно реализованных алгоритмов) управления этими моделями и базой данных. В данном случае СППР выполняет функции информационно-расчетной системы.

В целом в СППР должны интегрироваться вычислительная и информационная поддержка решений и образовывать единую более эффективную информационно-вычислительную поддержку плановых и управленческих решений, принимаемых и реализуемых в течение всего ЖЦ сопровождаемого образца ВВТ.

В информационных технологиях, выполняемых СППР, можно выделить две основные части: неформально спроектированные процедуры обеспечения выполнения управленческих задач, являющиеся логической

основой информационных технологий, и подсистему поддержки решений, состоящую из автоматизированных рабочих мест, образуемых на базе ЭВМ (сети ЭВМ), и являющуюся средством автоматизации информационных технологий.

Реальные процедуры формирования решений, принимаемых при управлении жизненным циклом сопровождаемого образца ВВТ, включают ряд существенных принципиально не формализуемых операций и поэтому не поддаются полному формальному описанию. Это обуславливает применение человеко-машинных информационных технологий, в которых формализуемая часть представляется с помощью программно реализованных алгоритмов и моделей формирования решений, а неформализуемая часть требует введения диалоговых режимов работы с пользователями.

Рассмотрим один из возможных подходов к представлению формализуемых операций в процедурах формирования управленческих решений применительно к задачам управления реализацией типового жизненного цикла образца ВВТ.

Пусть состояние множества объектов управления $O = \{O_j\}$, $j = 1 \dots m$, к которым относятся ЖЦ образца ВВТ в целом, отдельные стадии ЖЦ, их этапы, комплексы работ (НИР, ОКР, разработка технических предложений (аванпроекта), эскизного и технического проектов, рабочей конструкторской документации, испытания образца ВВТ и т.д.) и мероприятия, выполняемые на соответствующих стадиях и их этапах, и т.п., характеризуется вектором параметров состояния

$$\mathbf{x} = (x_{11}, \dots, x_{j1}, \dots, x_{mn}) \in X, \quad j \in J; \quad l \in N,$$

где $J = \{1, 2, \dots, j, \dots, m\}$ – множество индексов (номеров) объектов управления; $N = \{1, 2, \dots, l, \dots, n\}$ – множество номеров параметров состояния совокупности объектов управления O ; X – n -мерное пространство значений вектора параметров состояния \mathbf{x} множества объектов управления O .

Аналогично, состояние каждого объекта управления O_j определяется соответствующим вектором параметров состояния

$$\mathbf{x}_j = (x_{j1}, x_{j2}, \dots, x_{jl}, \dots, x_{jn_j}) \in X_j; \quad l_j \in N_j,$$

где $N_j = \{1, 2, \dots, l_j, \dots, n_j\}$ – множество номеров параметров состояния объекта управления O_j , $j = 1 \dots m$; X_j – n_j -мерное пространство значений вектора параметров состояния \mathbf{x}_j объекта O_j .

Между объектами управления, а также между параметрами их состояния объективно существуют определенные отношения (причинные взаимосвязи и взаимозависимости).

Множествам объектов управления $O_j \in O, j=1..m$, и параметров их состояния, отношениям между различными объектами управления и взаимосвязям между параметрами состояния можно поставить в соответствие граф $G(H,D)$. В нем H – множество вершин, соответствующих множеству объектов управления O и множеству параметров состояния N , т.е. $O \cup N \rightarrow H$, а D – множество дуг, устанавливающих причинные связи (отношения) между каждым объектом управления и параметрами его состояния и между различными взаимодействующими объектами $O_j, j=1..m$, а также взаимосвязи (взаимозависимости) между параметрами состояний объектов.

Граф G с определенными на его вершинах и дугах параметрами состояния объектов управления и соотношениями между ними образует сеть \tilde{G} , отражающую информационную структуру объектов управления $O_j \in O$. Эта сеть, являющаяся комплексной информационной моделью объектов управления, вместе с совокупностью задач принятия плановых и управленческих решений и соответствующих моделей, человекомашинных процедур, программно реализованных алгоритмов формирования решений и базы данных может быть принята за основу построения автоматизированной информационной системы поддержки решений, принимаемых при управлении ЖЦ образца ВВТ.

Представление комплексной информационной модели объектов управления в виде сети имеет ряд преимуществ перед другими видами представления, к числу основных из которых могут быть отнесены:

- возможность использования единого вида представления моделей каждого объекта управления и каждого объекта, влияющего на процесс управления, при комплексировании их в единую комплексную информационную модель;

- относительная математическая простота представления модели при наличии большого числа взаимосвязанных параметров состояния объектов управления;

- возможность построения моделей для зависимостей как количественного так и качественного вида;

- согласованность структуры модели с древо-сетевой структурой множества объектов управления;

- возможность поэтапного наращивания сложности модели и быстрой ее адаптации к изменяющимся условиям (введения в модель новых неучтенных ранее параметров состояния, изменения характера и вида связей между параметрами и т.п.) путем изменения топологии графа;

- модульность структуризации модели, позволяющая осуществлять

построение модели в автоматизированном режиме с использованием заранее созданной библиотеки модулей;

- возможность оперативного перехода от одной задачи к другой – агрегированной или более детализированной – при выделении подграфа, соответствующего частной подзадаче;

- возможность оперативного получения новых значений всех параметров состояния, связанных с любым другим изменяемым параметром, а также возможность проследить его влияние и проверять, является ли такое изменение допустимым, т.е. не противоречащим ограничениям;

- возможность автоматически обеспечивать исходными данными все частные задачи при организации регулярного получения данных о состоянии каждого объекта управления;

- возможность унификации специального математического обеспечения на основе выделения типовой ячейки сети при создании программно-инструментальной системы, а также возможность повышения ее гибкости и оперативности совершенствования (развития).

Для построения информационной модели сетевого вида необходимо определить совокупности объектов управления и параметров их состояния, представляемые множеством вершин N графа $G(N,D)$, совокупности и виды взаимозависимостей (характер связей) между параметрами состояния объектов управления, отображаемые множеством дуг D графа $G(N,D)$.

В зависимости от степени информированности о характере связей между параметрами состояния каждой дуге графа $G(N,D)$ ставится в соответствие либо знак (G – знаковый граф), либо вес (G – взвешенный граф), либо функция (G – функциональный граф).

В первом случае положительный знак, поставленный в соответствие дуге, указывает на положительный (усиливающий) характер влияния одного параметра состояния на другой параметр, а отрицательный – об отрицательном (тормозящем) характере соответствующего влияния. Знаковый граф соответствует такой ситуации, когда можно высказать лишь качественное суждение (увеличивает, уменьшает) о влиянии параметров друг на друга.

Во втором случае вес дуги графа характеризует силу воздействия одного параметра на другой. Взвешенный граф соответствует ситуации, в которой может быть высказано качественное суждение о характере и силе влияния параметров друг на друга, что соответствует заданию некоторой лингвистической переменной (например с терм-множеством: очень увеличивает, увеличивает, слабо увеличивает, не влияет, слабо уменьшает и т.д.).

В третьем случае дуге графа ставится в соответствие функциональная

зависимость между параметрами состояния объектов управления. Функциональный граф соответствует управленческим ситуациям, в которых связи между параметрами состояния объектов управления могут быть выражены конкретными функциональными (аналитическими) зависимостями.

Совокупность значений параметров состояния, представленных в вершинах графа, описывает состояние объектов управления в определенный момент времени. Изменения значений параметров в вершинах графа можно интерпретировать как переход объекта управления из одного состояния в другое. Ориентированный маршрут, состоящий из совокупности дуг, которые связывают вершины графа G , позволяет устанавливать характер и силу влияния параметров состояния друг на друга. Функционирование модели описывается в терминах «событие-состояние»: состояние – это текущие значения параметров, событие – это изменение значений одного или нескольких параметров (смена состояния).

Пусть X – множество возможных значений параметров состояния рассматриваемой совокупности объектов управления O , а X^g – множество допустимых (приемлемых) значений этих параметров, $X^g \subset X$ (далее для краткости X будем называть множеством возможных состояний, а X^g – множеством допустимых (приемлемых) состояний объектов управления).

Если на множестве X^g определено отношение предпочтения $r = \langle X^g, R \rangle$, где R – график отношения r , то можно говорить о выделении из X^g подмножества X^* недоминируемых по r состояний (в частности, единственного наиболее предпочтительного состояния x^*):

$$X^* = \{x^* : x \ r \ x^*, x \in X^g, x^* \in X^g\}. \quad (1)$$

При управлении ЖЦ образца ВВТ (при формировании плановых и управленческих решений, реализуемых в процессе управления ЖЦ) возникает задача Z нахождения допустимого (приемлемого) или недоминируемого в заданном смысле (1) состояния (множества недоминируемых состояний) объекта управления. Такое состояние x^* может быть отнесено к решению задачи Z .

В общем виде задачу Z можно представить как кортеж

$$Z = \langle x_0, X_\phi^*, X_\phi \rangle, \quad (2)$$

где x_0 – начальное состояние объекта управления; X_ϕ^* – некоторое множество требуемых конечных (целевых) состояний, заданное в виде некоторого множества выходных параметров состояния (целевых показателей состояния) объекта управления X_ϕ , являющегося подмножеством множества до-

пустимых (приемлемых) состояний объекта управления $X^g(X_\phi \subseteq X^g)$.

Множество X_ϕ^* может задаваться различными способами, например, посредством некоторого отношения предпочтения (1), с помощью оптимизируемого функционала (функции выбора) $\phi(\mathbf{x})$, т.е. в виде

$$X_\phi^* = \{\mathbf{x}^* : \mathbf{x}^* = \arg \text{opt } \phi(\mathbf{x})\}. \quad (3)$$

Пусть $I = \{i\}$ – множество исполнителей, каждый из которых может использовать алгоритмы (операторы, методики) A_i из заданного класса алгоритмов A . При этом ни один из алгоритмов A_i при существующем комплексе условий не может реально реализовать функцию выбора (3), т.е. решение общей задачи Z в целом оказывается практически невыполнимым без ее разбиения на такие частные подзадачи Z_k , для каждой из которых существует хотя бы один алгоритм A_{ik} , дающий ее решение, т.е.

$$X_k^* = A_{ik}(\tilde{G}_k), \quad (4)$$

где \tilde{G}_k – модель, соответствующая подзадаче Z_k , т.е. подграф $G_k(N_k, D_k)$ графа $G(N, D)$ вместе с множеством заданных на нем взаимосвязей между параметрами состояния объектов управления.

При такой декомпозиции общей задачи Z на подзадачи Z_k в распределенной автоматизированной информационной системе поддержки решений будет порождаться кортеж

$$L = \langle \{Z_k\}, \{\tilde{G}_k\}, I, \{A_i\} \rangle, \quad (5)$$

где $\{Z_k\}, \{\tilde{G}_k\}, I, \{A_i\}$ – множества всех подзадач, соответствующих им моделей, исполнителей и классов алгоритмов.

Семейство множеств (5) порождает множество $B = \{B_k\}$ возможных операций распределенной процедуры формирования решений, описываемых кортежами вида

$$B_k = \langle Z_k, \tilde{G}_k, i_k, A_{ik} \rangle, \quad (6)$$

где Z_k – k -я подзадача, которой соответствует модель \tilde{G}_k , исполнитель i_k и алгоритм A_{ik} , дающий решение этой подзадачи.

В общем случае для поиска решения одной и той же подзадачи может быть использовано множество альтернативных операций, каждая из которых является элементом декартова произведения множеств, входящих в (5), т.е. декартова произведения $\{Z_k\} \times \{\tilde{G}_k\} \times I \times \{A_i\}$, а множество

операций $V = \{V_k\}$, являющееся подмножеством этого декартова произведения, характеризует возможности распределенной автоматизированной информационной системы по решению общей задачи Z , определенной на объектах управления O (для ЖЦ образца ВВТ, его стадии и т.д.).

Множество операторов, выполнение которых может привести к изменению состояния объекта управления (изменению значения хотя бы одного параметра его состояния), образует элементарную операцию.

Выделим в векторе параметров состояния $x = (x_{j_1 l_1}, \dots, x_{j_l l_l}, \dots, x_{m n})$ множества объектов управления O компоненты

$$x_{j_k} = (x_{j_k 1}, x_{j_k 2}, \dots, x_{j_k l_k}, \dots, x_{j_k n_k}), j_k \in J_k, l_k \in N_k,$$

где J_k – множество индексов (номеров) объектов управления; N_k – множество номеров параметров состояния, входящих в граф G_k локальной k -й модели.

Тогда компоненты $\{x_{j_k l_k}^{t-1}\}$ состояния $\{x_{j_l l}^{t-1}\}$ будут входной информацией для операции V_k , а компоненты $\{x_{j_k l_k}^t\}$ состояния $\{x_{j_l l}^t\}$ – выходной информацией для операции V_k . Тактом решения задачи будет реализация хотя бы одной элементарной операции, приводящей к изменению состояния объекта управления.

Пусть выполнено $t-1$ тактов и необходимо определить операции, выполняемые на такте t . Введем правило упорядочения работы операций

$$k_t = Y(B, x^1, x^2, \dots, x^{t-1}), \quad (7)$$

где k_t – наименование активизируемой на t -м такте операции; x^1, x^2, \dots, x^{t-1} – состояния объекта управления на предыдущих $t-1$ тактах.

Тогда реализация распределенной процедуры Π , ориентированной на решение взаимосвязанных подзадач $\{Z_k\}$, будет записываться короткем

$$\Pi = \langle B, Y \rangle. \quad (8)$$

Процедура будет сходящейся, если порождаемая ею по тактам последовательность состояний x^t сходится в каком-то определенном смысле. Можно выделить случаи сходимости к допустимому $x^g \in X^g$ или к наиболее предпочтительному решению $x^* \in X^*$.

Для обеспечения сходимости при поиске решения общей задачи Z помимо применения правила Y необходима коррекция локальных алгоритмов A_k поиска решения частных задач, выполняемых соответствующими исполнителями.

Пусть C_k – оператор коррекции, применяемый к операции B_k :

$$\mathbf{x}^t = C_k \left(A_k \left(\mathbf{x}^{t-1} \right), \mathbf{x}^{t-1}, B_k \right).$$

Можно выделить три варианта коррекции результата работы алгоритма A_k : коррекция управляющих параметров алгоритма A_k ; сужение множества X_k ; коррекция непосредственно решения, сформированного алгоритмом A_k .

Если процедура (8) допускает параллельное выполнение элементарных операций, то она является распределенной. Соответственно распределенной системой поддержки принятия решений будет такая система, с помощью которой можно реализовать распределенную процедуру. Данная система, ориентированная на выполнение определенного класса задач формирования плановых и управленческих решений применительно к множеству объектов управления $\{O_j\}$, может быть представлена в виде отображения

$$\langle \tilde{G}, \Pi, Z \rangle \rightarrow \langle \{S_k\}, \{Z_k\}, \{G_k\}, I, \{A_i\}, \{M\} \rangle, \quad (9)$$

где Z_k – задача, на которую ориентированна k -я подсистема системы; S_k – среда (пространство параметров), в терминах которой формулируются задачи Z_k и описываются модели \tilde{G}_k ; M – некоторый механизм, регламентирующий взаимодействие локальных подсистем.

Вариант отображения (9) с выбранными задачами Z_k , средами S_k и моделями \tilde{G}_k будет представлять собой реализацию распределенной автоматизированной информационной системы поддержки решений, формируемых и принимаемых при управлении жизненным циклом образца ВВТ. Добавление регламентирующего механизма M порождает распределенную процедуру

$$\Pi = \langle \{Z_k\}, \{G_k\}, I, \{A_i\}, M \rangle. \quad (10)$$

Если класс задач Z или объект управления O и соответственно его модель \tilde{G} изменяются, распределенная система поддержки решений должна адаптироваться к этим изменениям.

Итак, рассматриваемая автоматизированная информационная система объективно в соответствии со своим предназначением должна реализовывать распределенную процедуру, которая задает такую форму регламентации информационного процесса по формированию решений в режиме диалога и многостороннего взаимодействия пользователей, при которой общая задача Z разбивается на комплекс подзадач Z_k , являющихся элементами распределенной процедуры. Совокупность этих элементов вместе с информационными связями между ними образует структуру процедуры.

Для распределенной процедуры основным принципом ее построения является информационное представление ЖЦ образца ВВТ как объекта управления с помощью комплекса взаимосвязанных между собой параметров его состояния. Для этого формируется специальная информационная структура сетевого вида \tilde{G} , вершинами которой отображаются параметры состояния объекта управления, дугами – взаимосвязи между параметрами.

Сеть в целом задает комплексную информационную модель управляемого жизненного цикла образца ВВТ.

К числу основных проблем, возникающих при разработке распределенных процедур формирования плановых и управленческих решений, принимаемых при управлении жизненными циклами образцов ВВТ, относится проблема нахождения такой декомпозиции общей задачи управления на подзадачи и выбора таких моделей, методов и алгоритмов формирования решений, которые приводили бы к получению приемлемых по качеству результатов при существующих ресурсных и временных ограничениях.

Ряд других проблем обусловлен тем, что при разработке распределенных процедур требуется учитывать:

- наличие множества рассредоточенных по различным организационным структурам исполнителей со своими областями ответственности, компетенцией и возможностями, взаимодействие которых между собой и с ЭВМ должно быть обеспечено;

- ограничения на класс алгоритмов, учитывающих особенности информационной структуры ЖЦ образца ВВТ как объекта управления и приемлемых для пользователей;

- частичную формализуемость задач формирования и выбора управленческих решений, необходимость введения диалоговых режимов работы с пользователями;

- зависимость разбиения общей задачи управления ЖЦ образца ВВТ и соответствующего его информационно-методического обеспечения на подзадачи от состава и возможностей организационных структур различных уровней деятельности и профессиональной ориентированности, участвующих в процессах управления и его обеспечения;

- необходимость привязки программно реализуемых алгоритмов и человеко-машинных процедур к достаточно сложной структуре ЖЦ сопровождаемого образца ВВТ, которая в существенной степени зависит от нормативно-технической базы, регламентирующей деятельность в военно-технической области.

Общим требованием, предъявляемым к автоматизированной информационной системе поддержки решений, является обеспечение эффективного и удобного ее практического использования, а также возможности развития,

оперативной модернизации и адаптации системы в процессе ее эксплуатации, включая расширение, при необходимости, перечня решаемых задач и используемых данных, совершенствование и замену алгоритмов и т.п.

Для решения задач анализа последствий принимаемых и подлежащих реализации плановых и управленческих решений требуется разработка и включение в автоматизированную информационную систему моделей жизненного цикла образца, в их числе – моделей процессов НИР, ОКР, производства и т.д. Эти модели должны отражать: перечни существенных параметров и показателей качества анализируемых и сопровождаемых при управлении ЖЦ процессов и границы возможных изменений их значений; связи между параметрами и показателями; алгоритмы построения областей допустимых решений; правила выделения подлежащего реализации единственного решения из области допустимых решений; соответствующие алгоритмы формирования и принятия решений.

Выводы. Автоматизированная информационная система, ориентированная на решение задач информационно-методического обеспечения управления ЖЦ образца ВВТ, объективно должна быть распределенной человеко-машинной системой, реализующей распределенные процедуры формирования плановых и управленческих решений, принимаемых в течение ЖЦ сопровождаемого образца ВВТ.

Эта система как инструментальное средство информационно-методического обеспечения в качестве своих структурных элементов должна содержать взаимосвязанные АРМ конечных пользователей, участвующих в формировании решений в режиме диалога каждого из них с ЭВМ и одновременного многостороннего их взаимодействия с системой и через систему между собой.

Для комплекса взаимосвязанных АРМ, включающего технические (ЭВМ и средства общения с ними пользователей) и программные средства, должна быть определена технология его использования при решении задач информационно-методического обеспечения управления жизненным циклом образца ВВТ в целом, а также его отдельными стадиями и их этапами на всех уровнях взаимодействия пользователей при планировании и реализации комплекса работ и мероприятий в течение всего жизненного цикла сопровождаемого образца ВВТ.

Пространственная распределенность системы обуславливается распродоточенностью субъектов управления, лиц, формирующих и принимающих решения, других пользователей по различным организациям и учреждениям заказчика ВВТ и исполнителей работ со стороны оборонно-промышленного комплекса. Необходимость использования распределенных процедур обусловлена сложностью общей задачи формирования,

оценивания и выбора плановых и управленческих решений и невозможностью из-за этого практического решения такой задачи без декомпозиции ее на отдельные более простые и доступные для выполнения располагаемыми средствами взаимосвязанные подзадачи. Разбиение на подзадачи в значительной мере определяется также составом и возможностями исполнителей (технических средств и их пользователей).

Пользователи, являясь членами различных рассредоточенных организационных структур, имеют определенную специализацию (компетенцию) и несут ответственность за выполнение определенных функций (классы подзадач). Кроме распределенности по исполнителям подзадачи рассредоточены по стадиям ЖЦ и их этапам, т.е. распределены по времени.

Жизненный цикл образца ВВТ как объект управления в процессе формирования плановых и управленческих решений должен отображаться в системе поддержки решений информационной моделью, адекватной его информационной структуре.

С достаточно высокой степенью соответствия требованиям, предъявляемым к информационной модели ЖЦ образца ВВТ и его структурных компонентов (отдельных его стадий и их этапов, комплексов работ и мероприятий и т.п.), удовлетворяет модель сетевого вида. Эта модель представляется как граф с множеством вершин, соответствующих множеству объектов управления и параметров их состояния, и множеством дуг с заданными на них отношениями (взаимосвязями) между параметрами состояния ЖЦ образца ВВТ, его стадий и их этапов как объектов управления, относительно которых формируются плановые и управленческие решения с помощью автоматизированной информационной системы и с использованием распределенных процедур подготовки этих решений.

Автоматизированная информационная система поддержки плановых и управленческих решений, принимаемых в течение ЖЦ сопровождаемого образца ВВТ, должна обладать такими свойствами, как: ориентированность на объекты управления и класс задач на них, формулируемых в терминах множества параметров состояния ЖЦ образца ВВТ, его стадий и их этапов, рассматриваемых в качестве объектов управления; наличие механизма, который позволял бы для каждой подзадачи выделять среду ее описания из некоторого класса сред, формулировать в терминах данной среды эту подзадачу, выбирать алгоритм ее решения из некоторого класса алгоритмов; наличие механизма, регламентирующего взаимодействие подсистем системы за счет организации выполнения последовательности соответствующих алгоритмов, на основе композиции которых строится алгоритм решения общей задачи с использованием последовательно и параллельно выполняемых операций.

Характер распределенной процедуры, т.е. информационного процесса, протекающего в автоматизированной информационной системе поддержки решений, в значительной степени определяется этой системой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдикеев Н.М. Проектирование интеллектуальных систем в экономике: Учебник / Под ред. Н.П. Тихомирова. – М.: Экзамен, 2004. – 528 с.
2. Романов В.П. Интеллектуальные информационные системы в экономике: Учебное пособие / Под ред. Н.П. Тихомирова. – М.: Экзамен, 2003. – 496 с.
3. Балдин К.В., Уткин В.Б. Информационные системы в экономике: Учебник. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2004. – 395 с.
4. Гринберг А.С., Горбачев Н.Н., Бондаренко А.С. Информационные технологии управления: Учебн. пособие. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 479 с.
5. Лескин А.А., Мальцев В.Н. Системы поддержки управленческих и проектных решений. – Л.: Машиностроение, 1990. – 167 с.
6. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 336 с.
7. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии: Учебн. пособие. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 304 с.
8. Юсупов Р.М., Заболотский В.П. Научно-методические основы информатизации. – СПб.: Наука, 2000. – 455 с.
9. Герасимов Б.М., Дивизинюк М.М., Субач И.Ю. Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности. – Севастополь, 2004. – 320 с.
10. Гринберг А.С., Шестаков В.М. Информационные технологии моделирования процессов управления экономикой: Учебн. пособие. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 399 с.
11. Военная экономика: программно-информационное обеспечение на этапах планирования разработок и закупок военной техники. Ч.2 / Под ред. А.С. Сумина, Ю.И. Арпина. – М.: ВИМИ, 1997. – 167 с.
12. Михайлов Н.В. Как должно создаваться оружие завтрашнего дня // Независимое военное обозрение. – 2000. – № 43 (216). – С. 5.
13. Буренок В.М. Пути создания системы поддержки принятия решений при обосновании перспектив развития вооружения и военной техники // Вооружение. Политика. Конверсия. – 2002. – № 3. – С. 18 – 21.
14. Буренок В.М., Мельников И.Д. Информационное обеспечение автоматизированных систем обоснования перспектив развития ВВТ // Военная мысль. – 2002. – № 5. – С. 42 – 46.
15. Семенов С.С., Харчев В.Н., Иоффин А.И. Оценка технического уровня образцов вооружения и военной техники. – М.: Радио и связь, 2004. – 552 с.

Поступила 21.10.2005

Рецензент: доктор военных наук, профессор Г.А. Дробаха,

