

УДК 004.91

А.Г. ДОДОНОВ*, А.В. НИКИФОРОВ**, В.Г. ПУТЯТИН*, И.В. КНЯЗЬ*

СИТУАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИЛАМИ НА ПРИМЕРЕ СОЕДИНЕНИЯ ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЫ

*Институт проблем регистрации информации НАН Украины, г. Киев, Украина

**Научный центр Воздушных Сил Харьковского национального университета Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, г. Харьков, Украина

***Анотація.** Постійно зростаючі розмах і швидкоплинність сучасних процесів збройної боротьби призводять до ситуації досягнення порога можливостей людини щодо обробки різнопланової інформації під час управління силами. Рішення, що приймаються у процесі застосування сил (особливо сил ППО), як правило, приймаються в умовах гострого дефіциту часу і, одночасно з цим, потребують узгодження (уточнення) великої кількості параметрів перед видачею управлінських команд. Для рішення вказаної проблеми може бути використаний підхід ситуаційного управління – визначення управлінських параметрів на базі автоматизмів, які формуються заздалегідь, при наявності достатнього запасу часу. Для того, щоб автоматизми, які застосовуються, враховували особливості конкретних управлінських ситуацій, необхідно створити бази даних ситуаційного управління, адаптовані під конкретні процеси застосування сил. На практиці такі дані створюються у процесі повсякденної діяльності військ у ході заходів оперативної підготовки штабів. У цій статті запропоновано форму представлення даних, а також порядок заповнення і подальшого використання бази даних. Викладено загальну модель реалізації автоматизованого процесу ситуаційного управління силами на прикладі з'єднання ППО з використанням проблемно-орієнтованих баз знань. Описано структуру спеціального програмного забезпечення для перспективної автоматизованої системи, основні математичні методи і моделі, які необхідні для розробки комплексів функціональних задач спеціального програмного забезпечення. Запропоновано деякі механізми функціонування штабів частин і підрозділів з'єднання ППО, оснащених спеціальними засобами автоматизації, при розподіленому заповненні адаптованої бази даних та реалізації на цій основі ситуаційного управління.*

***Ключові слова:** ситуаційне управління, ознака класифікації, правило класифікації, розподілене планування, база даних, сили і засоби, з'єднання сил протиповітряної оборони.*

***Аннотация.** Постоянно растущие размах и быстротечность современных процессов вооружённой борьбы приводят к ситуации достижения порога возможностей человека по обработке разноплановой информации при управлении силами. Решения, принимаемые в процессе применения сил (особенно сил ПВО), как правило, принимаются в условиях острого дефицита времени и, одновременно с этим, требуют согласования (уточнения) множества параметров перед выдачей управляющих команд. Для решения указанной проблемы может быть использован подход ситуационного управления – определения управленческих параметров на базе автоматизмов, которые формируются заранее при наличии достаточного запаса времени. Для того, чтобы используемые автоматизмы учитывали особенности конкретных управленческих ситуаций, необходимо создавать базы данных ситуационного управления, которые адаптированы под конкретные процессы применения сил. На практике такие данные создаются в процессе повседневной деятельности войск в ходе мероприятий оперативной подготовки штабов. В данной статье предложена форма представления этих данных, а также порядок заполнения и дальнейшего использования базы данных. Изложена общая модель реализации автоматизированного процесса ситуационного управления силами на примере соединения ПВО при использовании проблемно-ориентированных баз знаний.*

Описаны структура специального программного обеспечения для перспективной автоматизированной системы, основные математические методы и модели, необходимые для разработки комплексов функциональных задач специального программного обеспечения. Предложены некоторые механизмы функционирования штабов частей и подразделений соединения ПВО, оснащённых специальными средствами автоматизации, при распределённом заполнении адаптированной базы данных и реализации на этой основе ситуационного управления.

Ключевые слова: ситуационное управление, признак классификации, правило классификации, распределённое планирование, база данных, силы и средства, соединение сил противовоздушной обороны.

Abstract. The constantly growing scope and transience of warfare modern processes lead to a situation of reaching the threshold of human capabilities for processing diverse information during the course of managing forces. Decisions made during the force application process (especially air defense forces), as a rule, are taken in conditions of acute time pressure and, at the same time, require the coordination (refinement) of many parameters before issuing control commands. To solve this problem, a situational management approach can be used – determining managerial parameters on the base of automatisms, which are formed in advance if there is a sufficient margin of time. In order for the used automatisms to take into account the specifics of specific managerial situations, it is necessary to create situational management databases that are adapted to specific processes of the force application process. In practice, such data is created in the course of the daily activities of troops during the operational training of headquarters. The paper proposes a form for presenting these data, as well as the procedure for filling and further using the database. The general model of the implementation of the automated process of situational control of forces is presented on the example of combining air defense using problem-oriented knowledge bases. The structure of special software for a promising automated system, the basic mathematical methods and models necessary to develop complexes of functional tasks of special software are described. Some mechanisms are proposed for the functioning of the headquarters of units and subunits of air defense units, equipped with special automation equipment, under the distributed filling of an adapted database and the implementation of situational management on this base.

Keywords: situational management, classification feature, classification rule, distributed planning, database, forces and means, air defense units.

DOI: 10.34121/1028-9763-2019-4-17-37

1. Введение

На современном этапе главными особенностями процессов применения сил, особенно сил противовоздушной обороны (ПВО), являются их возросшая сложность, размах и быстрота изменения обстановки. Это обуславливает такие проблемы при управлении, как недостаточную детальность (продуманность) решений по определению порядка согласованного применения сил и средств, принимаемых в условиях непредвиденных быстротечных изменений тактической обстановки.

Продолжительность цикла принятия решения и формирования на его основе системы управленческих команд (плана действий) при использовании традиционных методов существенно больше, чем среднестатистический временной период изменения обстановки, когда может потребоваться кардинальный пересмотр ранее принятого решения. Например, для отработки решения и плана применения оперативной группировки сил требуется от нескольких часов до нескольких суток работы соответствующих органов управления. Кардинальное же изменение обстановки, требующее нового решения, с учётом возможностей современных средств вооружённой борьбы, может произойти в течение нескольких часов или даже десятков минут (если говорить о применении сил ПВО). Поэтому, как правило, управление силами в ходе их применения осуществляется по заранее составленному плану, с корректировкой действий, предусмотренных в рамках этого плана. При необходимости осуществлять управление силами вне рамок ранее сформированного плана качество управления падает. Для сил ПВО это может выразиться в переходе к децентрализованно-

му управлению, в несогласованном использовании возможностей подчинённых сил и средств.

Выход из создавшегося положения видится в расширении сферы автоматизации управления силами. Использование средств автоматизации, по мнению ведущего американского специалиста в области управления силами Дж. Бойда, позволит перейти от управления посредством планирования к следящему управлению или управлению силами в реальном масштабе времени [1].

Во многом концепция Дж. Бойда созвучна получившему в конце прошлого века подходу ситуационного управления. Подходы ситуационного управления, когда управленческие решения формируются на основе накопленных знаний (библиотеки улучшаемых автоматизмов действий и правил программирования поведения на основе этих автоматизмов), рассматривались С. Биром при описании кибернетической модели жизнеспособных систем [2, 3]; М.М. Ботвинником при разработке алгоритма игры шахматного мастера [4]; Д.А. Поспеловым, В.М. Глушковым, А.А. Морозовым, В.Л. Косолаповым, В.А. Ковтуном при автоматизации процедур государственного управления [5–10].

В современной литературе присутствует двоякий подход к построению базы знаний, используемой для ситуационного управления. Это подход статистического обучения искусственного интеллекта (ИИ) на основе технологий «больших данных» (Big Data (BD)) и «интернета вещей» (Internet of Things (IoT)). Второй подход – метод извлечения экспертных знаний, позволяющий переносить знания ведущих, в своих областях, экспертов в автоматизированные проблемно-ориентированные системы принятия решений.

Методы статистического обучения ИИ, по мнению В. Майера-Шенбергера и К. Кукера [11], используют преимущества современных ЭВМ относительно хранения и переработки колоссальных объёмов данных. Проблемой для повсеместного распространения подобных подходов для решения задач управления является необходимость использования больших объёмов статистических данных для создания эффективных правил классификации (узнавания) ситуаций. Это возможно только в случае решения повторяющихся задач. В случаях, когда имеют место уникальные ситуации, не имеющие аналогов в прошлом, использование статистически обучаемого искусственного интеллекта не даёт должного эффекта. Также для обучения ИИ необходимы количественные данные, которые измеряются в абсолютных шкалах или шкалах порядка. При использовании качественной информации самообучение ИИ исключено. Необходимо участие человека, вносящего элемент упорядоченности в обучающую выборку.

Альтернативой статистическому обучению ИИ служат методы извлечения экспертных знаний [12–14]. Достоинством проблемно-ориентированных экспертных баз знаний является возможность эффективного построения решающих правил в отсутствии большого объёма обучающей статистики; работоспособность метода для случаев уникальных (мало повторяющихся) управленческих ситуаций и при использовании качественной информации.

По мнению авторов, для построения автоматизированной системы ситуационного управления силами ПВО следует, в основном, опираться на подход извлечения экспертных знаний. В статье изложена общая модель реализации автоматизированного процесса ситуационного управления силами на примере соединения ПВО при использовании проблемно-ориентированных баз знаний. Описаны структура специального программного обеспечения (СПО) для перспективной автоматизированной системы, основные математические методы и модели, необходимые для разработки комплексов функциональных задач (ФЗ) СПО. Предложены некоторые механизмы функционирования штабов частей и подразделений соединения ПВО, оснащённых специальными средствами автоматизации, при реализации ситуационного управления.

2. Общая модель реализации автоматизированного процесса ситуационного управления силами

Под общей моделью автоматизированного процесса ситуационного управления силами понимается некоторый контур, включающий основные элементы рассматриваемого процесса и связи между ними (рис. 1).

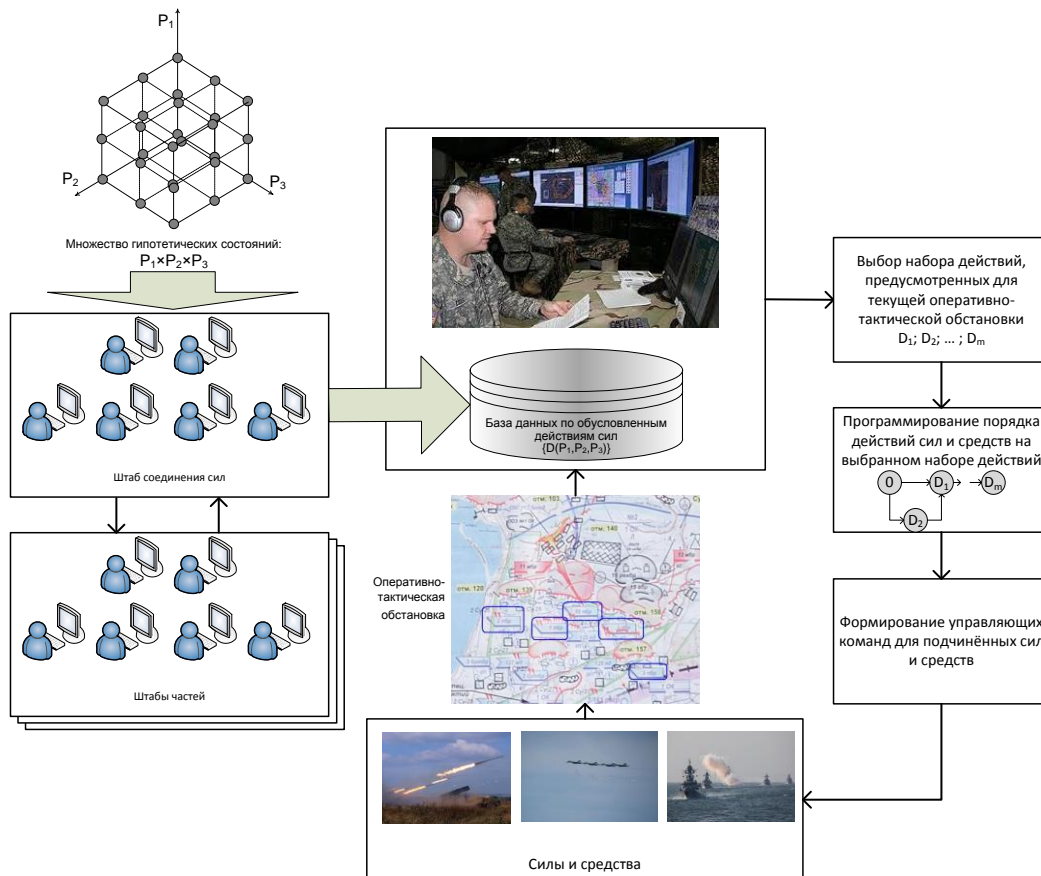


Рисунок 1 – Модель автоматизированного процесса ситуационного управления силами

Процесс управления силами условно можно разделить на два этапа или режима управления. Первый этап (режим) связан с заблаговременной подготовкой сил к их применению. Второй этап – собственно является ситуационным управлением силами в ходе их применения.

На первом этапе, в результате согласованной работы иерархии штабов, происходит формирование множества альтернативных вариантов тактических действий сил с целью решения поставленных перед ними задач (достижение метацели). При использовании обычной технологии управления результатом работы штабов является план применения сил, может, несколько вариантов плана. При использовании технологии автоматизированного ситуационного управления – это есть база проблемно-ориентированных данных, где содержатся сведения о действиях и порядке применения сил и средств для условных тактических ситуаций, а также правила узнавания этих ситуаций. Тактические ситуации формируются на основании замысла применения сил, описываемого в признаках классификации этих тактических ситуаций. В пространстве признаков задаются границы области гипотетических состояний процесса применения сил. На рис. 1 это трёхмерное пространство $P_1 \times P_2 \times P_3$. Информационно-аналитическая работа штабов, по определению параметров порядка применения сил, упорядочивается за счёт использования пространства гипотети-

ческих состояний. Правила классификации (узнавания) тактических ситуаций представляют собою определённые соотношения между признаками, P_i , $i = 1, 2, \dots, N$, где N – количество учитываемых признаков, при которых наступает та или иная тактическая ситуация, S_j , $j = 1, 2, \dots, M$, где M – количество учитываемых тактических ситуаций. В формализованном виде правила распознавания ситуаций имеют вид некоторого графа (фрейма) узлов в пространстве признаков P_i .

Данные признаки, в основном, являются качественными и измеряются с помощью шкалы порядка $P_i = (p_{i,1}, p_{i,2}, \dots, p_{i,n})$, где n – число градаций рассматриваемого качественного признака. Данные соотношения создаются в рамках рассматриваемого замысла в процессе заблаговременной подготовки сил непосредственно командиром (командующим) или узким кругом должностных лиц из состава командования силами. Методы и модели, с помощью которых формируются правила узнавания тактических ситуаций, относятся к области извлечения экспертных знаний.

То есть, на первом этапе происходят извлечение и формализация взглядов командира (командования) на создаваемый замысел применения сил, а также заполнение библиотеки шаблонных действий сил (реакций системы) для характерных тактических ситуаций, которые образованы с помощью системы формализованных правил (из формализованных воззрений командира на замысел).

На втором этапе происходит ситуационное управление силами в ходе их применения. Сформированная база знаний (действия и правила применения этих действий) переносится в средства автоматизации управления, которые используются на командных пунктах в системе управления силами. На вход поступает координатно-объектная информация о действиях и состоянии сил и средств противника, а также своих сил и средств. Эта информация преобразовывается в тактическую (оперативно-тактическую) обстановку, являющуюся исходной для принятия решений управления своими силами и средствами. Решения принимаются путём выбора из сформированного средствами автоматизации перечня альтернативных вариантов порядка применения сил. Альтернативные варианты применения сил и средств формируются системой путём узнавания ранее рассмотренных тактических ситуаций и синтеза последовательности действий сил из набора шаблонных действий, применимых для узнанной тактической ситуации. Поскольку тактическая ситуация, рассматриваемая в качестве эталонной для установленного класса ситуаций, может отличаться от ситуации, которая имеет место фактически, осуществляется корректировка параметров порядка применения сил и средств в соответствии с фактической обстановкой. Последовательность действий сил формируется с учётом произведенных корректировок. При выборе командиром варианта последовательности действий из перечня альтернатив, представленных средствами автоматизации, формируется система команд и распоряжений управления силами и средствами.

3. Укрупнённая информационно-логическая схема работы и взаимодействия комплексов функциональных задач, математических моделей и методов из состава специального программного обеспечения

Описанный контур ситуационного управления может быть реализован с помощью математических методов и моделей, объединённых в комплексы функциональных задач специального программного обеспечения автоматизированной системы (рис. 2).

На этапе оценки обстановки и выработки замысла применения сил целесообразно использование комплексов функциональных задач, позволяющих:

– рассчитывать показатели возможностей своих сил и сил противника с учётом особенностей района их применения, а также содержания решаемых задач. Перечень и уро-

вень детализации используемых показателей должны соответствовать иерархическому уровню звена управления. Математические модели и методы, используемые для оценки возможностей сил, широко освещены в существующей литературе по системному анализу и оценке эффективности группировок сил и систем вооружений, например, в [15–17];

– формировать визуальные когнитивные модели проблемной ситуации в контексте замысла применения сил. Известная авторам литература в основном посвящена созданию когнитивных моделей тактического звена управления или управления производственным процессом [18]. Визуализация проблемных ситуаций управления силами на оперативном и оперативно-тактическом уровнях в открытых источниках не встречается. Это требует проведения дополнительных исследований по данному направлению, в том числе усовершенствование системы условных обозначений обстановки на карте в сторону обеспечения их большей гибкости и информативности при отображении порядка применения сил;

– генерировать альтернативные способы решения проблемных ситуаций (альтернативные варианты замысла применения сил). В качестве основных методов здесь могут быть использованы метод ассоциативного поиска способов решения похожих проблемных ситуаций [19], а также метод случайного конструирования замыслов действий [20]. Оба метода для своей реализации требуют описания замыслов применения сил в предельно-обобщённых категориях. Например, в категориях «пространство – время – силы», предложенных А.А. Свечиным в [21]. Указанное направление также несёт значительную долю новизны при его приложении к проблемам управления силами и требует проведения обширных поисковых исследований.

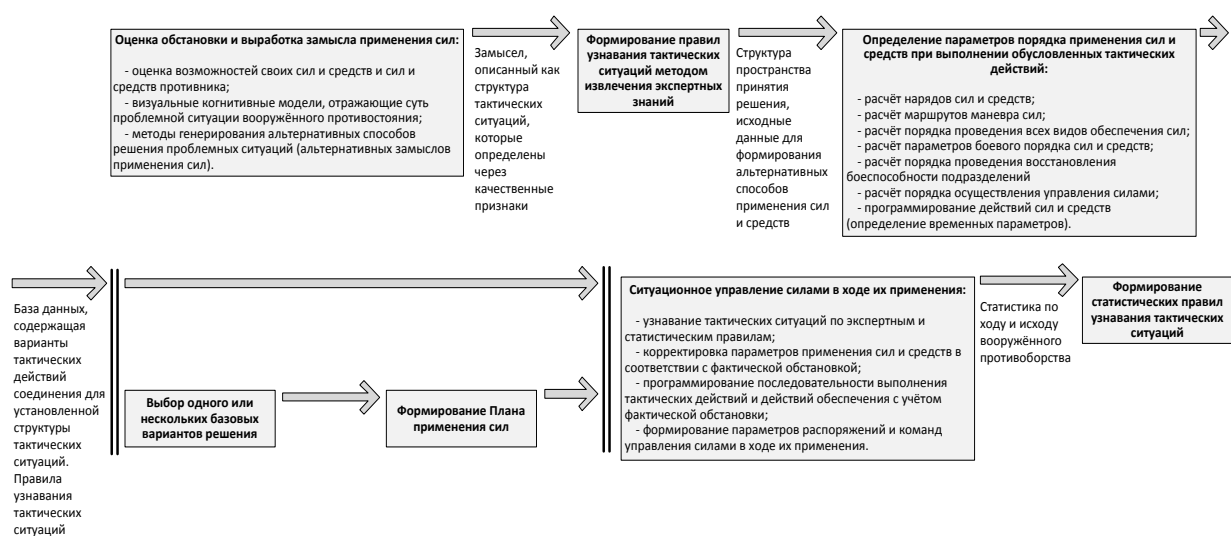


Рисунок 2 – Математические модели и методы специального программного обеспечения автоматизированной системы ситуационного управления силами

По результатам решения комплекса функциональных задач оценки обстановки и выработки замысла применения сил синтезируется описание вариантов замысла с использованием установленных признаков классификации тактических ситуаций:

$$\mathfrak{Z}_n(D_{n,1}^{(1)}, \dots, D_{n,M}^{(1)}, P_1, \dots, P_N, t),$$

где \mathfrak{Z}_n – n -ый вариант замысла применения сил;

$D_{n,1}^{(1)}, \dots, D_{n,M}^{(1)}$ – действия сил первого уровня детализации (укрупнённые действия, с помощью которых описывается замысел применения сил), здесь M – количество укрупнённых действий;

P_1, \dots, P_N – признаки классификации тактических ситуаций, где N – количество признаков.

То есть формализованное представление замысла есть некоторая последовательность укрупнённых действий сил во времени с указанием тактических условий совершения этих действий.

На основании формализованного описания вариантов замысла решается группа функциональных задач синтеза правил узнавания тактических ситуаций. Используемые здесь математические модели и методы относятся к области извлечения экспертных знаний и принятия решений на основе качественной информации. Известен ряд методик синтеза правил классификации, успешно себя зарекомендовавших в системах безопасности в банковской сфере [22].

Синтезированные правила узнавания тактических ситуаций позволяют некоторым образом организовать (упорядочить) пространство гипотетических состояний, описываемых с помощью признаков, $P_i, i = 1, \dots, N$. При использовании полученной структуры пространства организуется распределённый процесс подготовки вариантов действий сил для обусловленных тактических ситуаций. Варианты действий сил представляют собою способы выполнения действий первого уровня (укрупнённых действий замысла). Каждый такой способ описывается некоторой совокупностью действий второго и третьего уровней детализации, разворачивающихся во времени:

$$D_{n,j,v}^{(1)} = D_{n,j,v}^{(1)}(D_1^{(2)}(\{D_k^{(3)}\}), \dots, D_F^{(2)}(\{D_k^{(3)}\}), t),$$

где $D_{n,j,v}^{(1)}$ – v -ый вариант выполнения j -го укрупнённого (первого уровня детализации) действия в рамках реализации n -го варианта замысла действий сил;

$D_f^{(2)}, D_k^{(3)}, f = 1, \dots, F, k = 1, \dots, K$ – действия второго и третьего уровней детализации, представляющих содержание действий первого уровня, где F и K – количество действий второго и третьего уровней детализации соответственно.

К действиям первого уровня следует относить тактические задачи, решаемые силами отдельных частей и подразделений сил. Например, нанесение огневого поражения противнику в установленном районе силами ракетно-артиллерийского дивизиона или авиационное прикрытие действий своих сил на установленном операционном направлении силами истребительного авиационного полка и т.д.

К действиям второго уровня относятся задачи (действия), решаемые отдельными средствами (экипажами, расчётами). Например, полётное задание для определённого экипажа авиации; задача противовоздушной обороны, поставленная перед определённым боевым расчётом сил противовоздушной обороны.

К действиям третьего уровня относятся действия, выполняемые в рамках задач (действий) второго уровня детализации. Например, элементы (этапы выполнения) определённого полётного задания (взлёт, нанесение удара и т.д.), этапы применения боевым расчётом определённого средства противовоздушной обороны.

Распределённый процесс формирования параметров выполнения $\{D_{n,j,v}^{(1)}\}$ организуется на множестве вариантов характерных гипотетических состояний, $\{W_h\}, h = 1, \dots, H$, где $W_h = (P_{1,c_1}, \dots, P_{N,c_N}); (P_{1,c_1}, \dots, P_{N,c_N}), c_1 = 1, \dots, C_1, c_N = 1, \dots, C_N$ – отдельный узел в пространстве гипотетических тактических ситуаций, $P_1 \times \dots \times P_N, c_1, \dots, c_N$ – порядковые индексы, задающие качественные значения признаков $P_1, \dots, P_N, C_1, \dots, C_N$ – диапазоны изменения качественных значений рассматриваемых признаков, H – рассматриваемое количество вариантов характерных гипотетических тактических состояний.

Распределённое формирование параметров порядка применения сил и средств осуществляется для каждого отдельного характерного гипотетического состояния W_h , $h = 1, \dots, H$. Распределённость данного процесса заключается в последовательно-параллельном решении офицерами штабов частей, соединений и объединений сил групп функциональных задач по расчёту параметров порядка применения сил и средств. При этом происходит последовательная детализация (разбивка) действий первого уровня на действия второго и третьего уровней детализации. Реализуемый процесс аналогичен методике распределённого планирования научно-технического прогресса методом последовательной декомпозиции, предложенной в [23].

На каждом иерархическом уровне системы управления силами, для соответствующей степени детализации, на средствах автоматизации решаются следующие группы функциональных задач по расчёту:

- потребных нарядов сил и средств;
- маршрутов маневра сил, полёта, перехода и марша средств;
- параметров порядка проведения всех видов обеспечения сил;
- параметров боевого порядка сил и средств;
- параметров порядка проведения мероприятий восстановления боеспособности частей и подразделений сил;
- параметров порядка осуществления управления силами;
- временных параметров действий (программирование последовательности действий) сил и средств.

База данных по вариантам тактических действий в обусловленных ситуациях используется для последующего ситуационного управления силами в ходе их применения, а также для создания традиционного решения на применение и плана применения сил.

Для формирования решения и плана из сформированного множества действий выбирается какой-либо один вариант (или несколько вариантов), относящийся к наиболее вероятной характерной ситуации. Для выбора варианта действий используются известные показатели результативности применения сил, применимые в контексте замысла и содержания рассматриваемых действий. Для формирования и оформления плана используются методы сетевого планирования, а также программные приложения, позволяющие создавать текстовые и картографические документы. Создание документов такого рода является, в большей степени, данью устоявшейся традиции управления силами, организационной (юридической) необходимостью при подготовке сил к применению и при их применении.

В ходе применения сил осуществляется ситуационное управление, предполагающее реализацию с помощью программного обеспечения таких функций, как:

- узнавание тактических ситуаций по экспертным и статистическим правилам классификации. Экспертные правила, как было указано выше, создаются в период подготовки сил к конкретному применению в рамках реализации замысла, как правило, уникального. Статистические правила создаются на основе анализа результатов применения сил в прошлом для типовых повторяющихся ситуаций;
- корректировка параметров применения сил и средств в соответствии с фактической обстановкой. Для реализации данной функции могут быть использованы те же модели и методы, которые применимы для расчёта параметров порядка применения сил, но с учётом дополнительных ограничений и условий относительно порогового уровня возможных корректировок;
- программирование последовательности выполнения тактических действий (действий обеспечения) с учётом фактической обстановки. Для реализации этой функции применимы методы и модели сетевого планирования;
- формирование параметров распоряжений и команд управления силами в ходе их применения.

По результатам применения сил накапливается статистика по ходу и исходу вооружённого противоборства. В состав собираемых статистических данных целесообразно включить:

- значения параметров фактической обстановки (координатно-объектная информация, результаты её обработки и приведения к модели оперативно-тактической (тактической) обстановки, команды и распоряжения по управлению силами) в динамике их изменения;
- наименования классифицированных тактических ситуаций;
- планируемые и фактически реализованные параметры порядка применения сил и средств;
- результативность предпринятых действий. Для измерения результативности следует использовать не только показатели достигаемого эффекта, но также ресурсные затраты (включая потери), временные затраты и побочные эффекты (например, сопутствующие разрушения гражданской инфраструктуры, гибель мирного населения).

На основании накопленной статистики могут быть:

- сформированы правила классификации тактических ситуаций для повторяющихся случаев. Методы формирования статистических правил классификации широко представлены в современной литературе, например в [12, 24, 25];
- изменены математические модели и методы, используемые для определения параметров порядка применения сил и средств. Методы статистического анализа, применимые к решению такого рода задач, как корреляционный, регрессионный анализ, оценки статистических параметров, проверки статистических гипотез, достаточно полно представлены в [26, 27].

4. Признаки и правила классификации управленческих ситуаций при ситуационном управлении соединением ПВО

Основным элементом, определяющим содержание специального программного обеспечения системы ситуационного управления, являются признаки классификации управленческих ситуаций. Авторами статьи предлагается перечень качественных признаков для ситуационного управления силами и средствами соединения ПВО.

К таковым признакам относятся (рис. 3):

- операционное направление сосредоточения главных усилий противника, P^{DrG} ;
- направления (районы) проведения противником обеспечивающих действий, P^{DrV} ;
- цели (объекты воздействия) на основном и вспомогательных направлениях действий противника, P^{ObgG} , P^{ObgV} ;
- степень задействования противником своих сил при осуществлении налёта, P^R ;
- степень втягивания (проникновения) противника в зону действия соединения ПВО, P^{Deep} ;
- интенсивность (плотность) налёта средств воздушного нападения (СВН), P^{Int} ;
- количественно-качественный состав и тактика применения противником СВН, P^{Taktik} ;
- достаточность возможностей используемых активных средств соединения ПВО на рассматриваемом операционном направлении, наличие резервов для наращивания возможностей соединения (использование резерва, перестроение боевого порядка в пределах допустимого времени), P^{Rlz} ;
- оперативное время, P^{Time} ;
- метеорологические условия, P^{Meteo} .



Рисунок 3 – Признаки классификации управленческих ситуаций для соединения ПВО

Перечисленные признаки классификации первого уровня определены на множестве гипотетически возможных дискретных качественных значений.

Признак главного операционного направления может гипотетически принимать значения, соответствующие индикатору какого-либо одного направления из перечня сформированных операционных направлений:

$$P^{DrG} = \{P_1^{DrG}, \dots, P_m^{DrG}, \dots, P_{M^{Dr}}^{DrG}\}, P_m^{DrG} = k^{Dr}, \quad (1)$$

где k^{Dr} – идентификатор одного из установленных операционных направлений (районов).

Признак направлений (районов) проведения противником действий обеспечения (использование направлений для вспомогательных действий) может принимать значения:

$$P^{DrV} = \{P_1^{DrV}, \dots, P_u^{DrV}, \dots, P_{M^{DrV}}^{DrV}\}, M^{DrV} = \sum_{m=1}^{(M^{Dr}-2)} C_{(M^{Dr}-1)}^m, \quad (2)$$

$$C_{(M^{Dr}-1)}^m = \frac{(M^{Dr}-1)!}{(M^{Dr}-1-m)! \cdot m!}, \quad (3)$$

$$P_u^{DrV} = k_1^{Dr} \wedge k_2^{Dr} \wedge \dots \wedge k_{m_u}^{Dr}, \quad (4)$$

где M^{DrV} – полное число возможных вариантов сочетаний операционных направлений (районов), кроме направления сосредоточения основных усилий, которые противник может использовать в качестве вспомогательных; $k_1^{Dr} \wedge k_2^{Dr} \wedge \dots \wedge k_{m_u}^{Dr}$ – идентификаторы операционных направлений (районов), которые противник использует для проведения вспомогательных (обеспечивающих) действий для u -го значения признака вспомогательных направлений, P_u^{DrV} .

При использовании неформализованного описания упомянутые признаки, например, будут звучать следующим образом: «Противник в качестве направления главного сосредоточения усилий использует операционное направление №1; вспомогательные действия производятся на операционных направлениях № 2 и № 3».

Признаки целей (объектов воздействия) на основном и вспомогательных направлениях действий противника могут принимать значения:

$$P^{ObjG} = \{P_1^{ObjG}, \dots, P_g^{ObjG}, \dots, P_{M^{ObjG}}^{ObjG}\}, M^{ObjG} = N^{ObjG} \times N^{impact}, \quad (5)$$

$$P^{ObjV} = \{P_1^{ObjV}, \dots, P_g^{ObjV}, \dots, P_{M^{ObjV}}^{ObjV}\}, \quad (6)$$

$$P_g^{ObjG} = (q_1^{ObjG}; w_1^{impact}) \wedge (q_2^{ObjG}; w_2^{impact}) \wedge \dots \wedge (q_{N^{ObjG}}^{ObjG}; w_{N^{impact}}^{impact}), \quad (7)$$

$$P_g^{ObjV} = (q_1^{ObjV}; w_1^{impact}) \wedge (q_2^{ObjV}; w_2^{impact}) \wedge \dots \wedge (q_{N^{ObjV}}^{ObjV}; w_{N^{impact}}^{impact}). \quad (8)$$

$$(q_s^{ObjG}; w_f^{impact}) = \begin{cases} (0;0), & \text{если по } q - \text{му объекту противник не воздействует,} \\ (1;1), & \text{если по } q - \text{му объекту противник воздействует,} \\ & \text{применяя } f - \text{ый способ воздействия,} \end{cases} \quad (9)$$

где N^{ObjG} – количество объектов, которые рассматриваются как объекты воздействия противника, N^{impact} – количество возможных способов воздействия противника на объекты.

В неформализованном виде указанные признаки звучат следующим образом: «На основном направлении удара целью противника являются средства ПВО и объекты инфраструктуры войск. По объектам ПВО применяются противорадиолокационные ракеты. По объектам инфраструктуры применяются корректируемые авиационные бомбы больших калибров. На вспомогательных направлениях ставятся радиолокационные помехи для радиотехнических средств. Для постановки помех применяются беспилотные летательные аппараты – постановщики помех».

Признак степени задействования противником своих сил при осуществлении налёта может принимать значения:

$$P^R = \{P_1^R, P_2^R, P_3^R, P_4^R\}, \quad (10)$$

$$\left. \begin{aligned} P_1^R &= \text{задействование всех сил} \\ P_2^R &= \text{задействование большей части сил} \\ P_3^R &= \text{задействование половины сил} \\ P_4^R &= \text{задействование незначительной части сил} \end{aligned} \right\}. \quad (11)$$

Признак степени втягивания (проникновения) противника в зону действия соединения ПВО может принимать значения:

$$P^{Deep} = \{P_1^{Deep}, P_2^{Deep}, P_3^{Deep}\}, \quad (12)$$

$$\left. \begin{aligned} P_1^{Deep} &= \text{втягивание в бой всех сил} \\ P_2^{Deep} &= \text{основная часть сил втянута в бой} \\ P_3^{Deep} &= \text{основная часть сил на подходе} \end{aligned} \right\}. \quad (13)$$

Признак интенсивности (плотности) налёта СВН может принимать значения:

$$P^{Int} = \{P_1^{Int}, P_2^{Int}, P_3^{Int}\}, \quad (14)$$

$$P_1^{Int} = \text{одновременный вход в зону ПВО в плотных порядках} \\ P_2^{Int} = \text{разновременный вход в зону в составе групп в плотных порядках} \\ P_3^{Int} = \text{малая интенсивность} \quad (15)$$

Признак количественно-качественного состава и тактики применения противником СВН может принимать значения:

$$P^{Taktik} = \{P_1^{Taktik}, \dots, P_v^{Taktik}, \dots, P_{M^{Var}}^{Taktik}\}, M^{Var} = M^{tipe} \times M^{Taktik}, \quad (16)$$

$$P_v^{Taktik} = k_{1,v}^{Taktik} \wedge \dots \wedge k_{j,v}^{Taktik} \wedge \dots \wedge k_{M^{tipe},v}^{Taktik}, \quad (17)$$

где $k_{j,v}^{Taktik}$ – значение идентификатора (индекса) варианта тактических приёмов (порядка применения: высоты, скорости полёта, применяемые средства и режимы их применения и так далее), которые применяются СВН j -го типа для v -го варианта тактики действий противника, M^{tipe} – количество рассматриваемых типов СВН, M^{Taktik} – количество вариантов порядка применения СВН различных типов.

Признак достаточности возможностей используемых средств соединения ПВО на рассматриваемом операционном направлении, наличия резервов для наращивания возможностей соединения (использование резерва, перестроение боевого порядка в пределах допустимого времени) может принимать значения:

$$P^{Rlz} = \{P_1^{Rlz}, \dots, P_n^{Rlz}, \dots, P_{M^{Dr}}^{Rlz}\}, \quad (18)$$

$$P_n^{Rlz} = \begin{cases} 1, \text{ на } n\text{-ом операционном направлении достаточно} \\ \text{сил, есть резервы для наращивания возможностей,} \\ 2, \text{ на } n\text{-ом операционном направлении достаточно} \\ \text{сил, резервы для наращивания возможностей использованы,} \\ 3, \text{ на } n\text{-ом операционном направлении недостаточно} \\ \text{сил, резервы для наращивания возможностей использованы,} \end{cases} \quad (19)$$

где M^{Dr} – количество введённых операционных направлений.

Признак оперативного времени может принимать значения:

$$P^{Time} = \{P_1^{Time}, \dots, P_s^{Time}, \dots, P_{N^T}^{Time}\}, N^T = \frac{T^{Opr}}{\Delta\tau}, \quad (20)$$

$$P_s^{Time} : t^{Opr} \in [(s-1)\Delta\tau; s\Delta\tau], 0 \leq t^{Opr} \leq T^{Opr}, \quad (21)$$

где T^{Opr} – запланированная продолжительность действий соединения ПВО, $\Delta\tau$ – установленный шаг продвижения по оси оперативного времени, t^{Opr} – переменное оперативное время.

Признак метеорологических условий может принимать значения:

$$P^{Meteo} = \{P_1^{Meteo}, P_2^{Meteo}, P_3^{Meteo}, P_4^{Meteo}\}, \quad (22)$$

$$\left. \begin{aligned} P_1^{\text{Meteo}} &= \text{день, простые метеорологические условия (ДПМУ)}, \\ P_2^{\text{Meteo}} &= \text{день, сложные метеорологические условия (ДСМУ)}, \\ P_3^{\text{Meteo}} &= \text{ночь, простые метеорологические условия (НПМУ)}, \\ P_4^{\text{Meteo}} &= \text{ночь, сложные метеорологические условия (НСМУ)}. \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

С помощью приведенных признаков классификации, по мнению авторов статьи, возможно осуществлять достаточно полное описание текущей обстановки при ведении действий соединением ПВО. На основе данных признаков строятся правила классификации (узнавания) тактических ситуаций, обуславливающих переход к выполнению определённых групп запланированных действий.

Вид правил, сформированных с помощью экспертов (командира и лиц из состава высшего руководства соединения ПВО), представляется как некоторый граф, связывающий отдельные узлы пространства гипотетических состояний $P^{\text{DrG}} \times P^{\text{DrV}} \times P^{\text{ObgG}} \times P^{\text{ObgV}} \times P^{\text{R}} \times P^{\text{Deep}} \times P^{\text{Int}} \times P^{\text{Taktik}} \times P^{\text{Rlz}} \times P^{\text{Time}} \times P^{\text{Meteo}}$ (рис. 4).

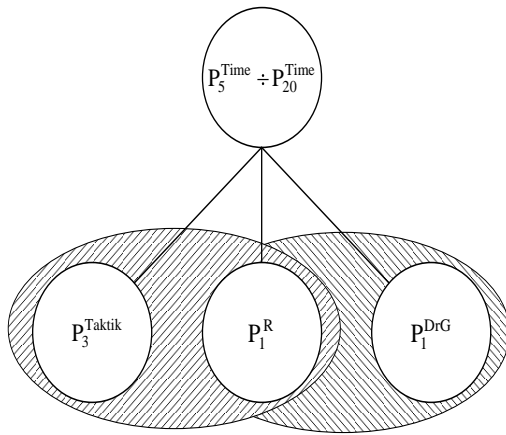


Рисунок 4 – Граф, задающий правило классификации тактической ситуации (пример)

В верхнюю вершину графа помещается тот признак, который присутствует во всех частных условиях классификации рассматриваемой тактической ситуации. В примере, приведенном на рис. 4, таким признаком является оперативное время. Рассматриваемая тактическая ситуация классифицируется в период времени, начиная с пятого и заканчивая двадцатым дискретным участком периода применения соединения ПВО. В нижних узлах графа размещены признаки, которые образуют условия, перечисляемые с союзом «или». В приведенном примере это два условия:

– первое условие: $[P_5^{\text{Time}}; P_{20}^{\text{Time}}] \wedge P_3^{\text{Taktik}} \wedge P_1^{\text{R}}$

– «в период времени от $5\Delta t$ до $20\Delta t$ противник задействовал все свои силы, его СВН используют

тактику по варианту №3»;

– второе условие: $[P_5^{\text{Time}}; P_{20}^{\text{Time}}] \wedge P_1^{\text{DrG}} \wedge P_1^{\text{R}}$ – «в период времени от $5\Delta t$ до $20\Delta t$ противник задействовал все свои силы, направление сосредоточения основных усилий – операционное направление № 1».

Оба условия используются для того, чтобы классифицировать одну и ту же тактическую ситуацию. В свою очередь, тактическая ситуация является условием или «переключателем» для перехода к обусловленным действиям.

При работе над замыслом применения соединения командир и другие должностные лица из руководства формируют такие условия для выполнения обусловленных действий:

$$\{P^{(\text{name})}\}_s : \langle D_{s,k}^{(1)} \rangle, s = 1, \dots, S, k = 1, \dots, N^D,$$

где $\{P^{(\text{name})}\}_s$ – множество узлов пространства гипотетических состояний, описанных в признаках классификации тактических ситуаций, соответствующих s -ой ситуации, $\text{name} = \text{DrG}, \text{DrV}, \dots, \text{Meteo}$;

$\langle D_{s,k}^{(1)} \rangle$ – совокупность укрупнённых (первого уровня детализации) обусловленных действий, которые должны выполняться в случае наступления s -ой ситуации;

S – количество рассматриваемых в рамках формируемого замысла тактических ситуаций;

N^D – количество обусловленных действий.

К обусловленным тактическим действиям, на примере соединения ПВО, можно отнести:

- сосредоточение огня по заданной одиночной или групповой воздушной цели, сосредоточение огня на заданном рубеже, эшелоне, в заданном секторе;
- изменение коэффициента огневого воздействия для установленных групп СВН;
- применение части средств соединения из засады;
- сосредоточение усилий на установленных направлениях;
- смена и маскировка боевого порядка (смена позиций после их вскрытия, обусловленный маневр сил и средств, а также маневр режимов функционирования средств);
- ракетно-техническое обеспечение процесса функционирования подразделений ПВО (перебазирование и обслуживание средств по заранее сформированному плану);
- обеспечение электромагнитной совместимости при работе своих радиотехнических средств и работе средств взаимодействующих частей и подразделений радиоэлектронной борьбы и радиотехнической разведки (активация и деактивация условий и ограничений по использованию типов радиотехнических средств и диапазонов радиочастот);
- перебазирование сил и средств соединения ПВО в новый позиционный район.

5. Адаптированная база данных по тактике применения подразделений соединения ПВО в обусловленных ситуациях и способ её заполнения при подготовке сил к применению

Под адаптированной базой данных по тактике применения подразделений соединения ПВО понимается база данных, где содержатся обусловленные тактические действия сил и средств, а также правила определения (классификации) тактических действий в контексте рассматриваемого замысла применения соединения ПВО.

В основу адаптированной базы данных положено формализованное описание замысла применения сил с помощью тактических ситуаций и тактических действий первого уровня детализации (рис. 5).

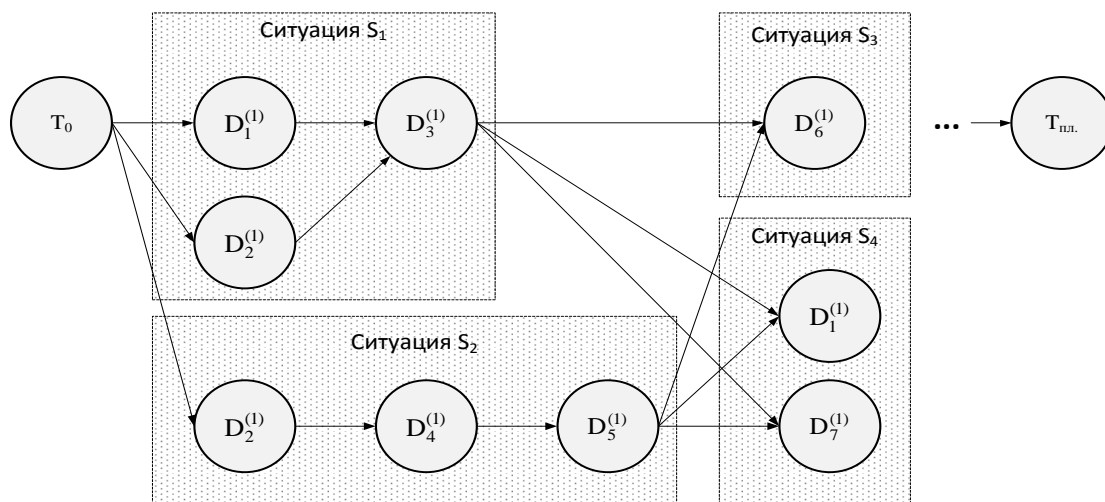


Рисунок 5 – Формализованное описание замысла применения сил

Такое формализованное представление замысла содержит набор тактических ситуаций, классифицируемых с помощью качественных признаков. Ситуации рассматриваются как гипотетически возможные и при определённых условиях могут проистекать одна из

другой, образуя каскады развития ситуаций. Для каждой выделяемой ситуации формируется определённый перечень тактических действий, выполняемых в установленной последовательности.

На основании такого формализованного представления замысла осуществляется распределённое планирование действий соединения ПВО. Каждое тактическое действие первого уровня детализации детализируется на действия второго и третьего уровней. Определение параметров действий происходит путём решения групп ФЗ на средствах автоматизации офицерами штабов различных иерархических уровней (рис. 6).

Заполненная база данных имеет вид структурной таблицы действий (табл. 1) и содержит сведения о:

- тактических ситуациях;
- тактических действиях.

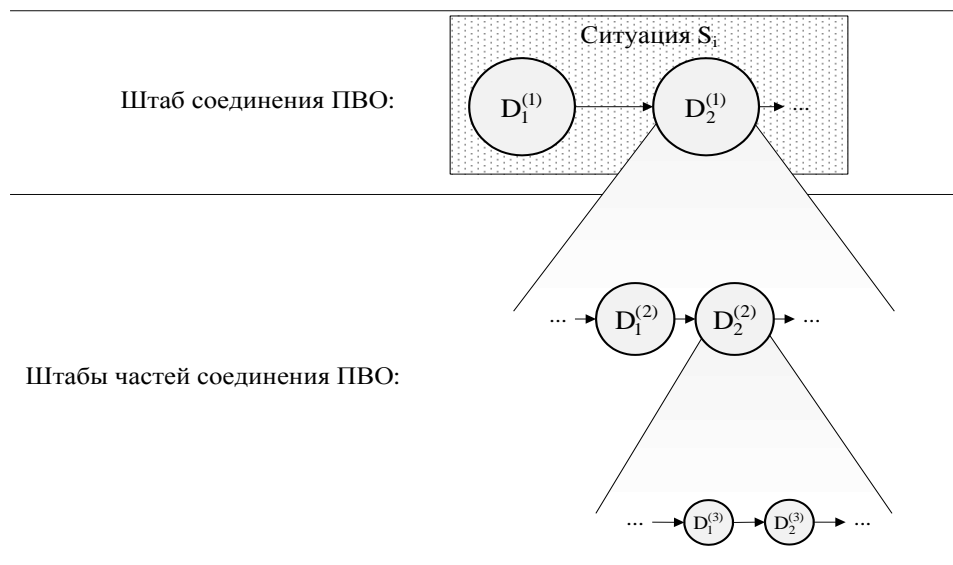


Рисунок 6 – Определение параметров порядка применения сил и средств соединения ПВО при распределённом планировании

Сведения о тактических ситуациях включают в себя смысловое описание ситуации и правило её классификации (условие перехода к обусловленным действиям).

Сведения о тактических действиях приводятся для каждой рассмотренной тактической ситуации и содержат наименование действия, данные о логической связи действия с другими действиями в структурной таблице, параметры порядка применения сил и средств при выполнении рассматриваемого действия. Параметры порядка выполнения каждого действия в структурной таблице могут быть подготовлены в нескольких вариантах, что обеспечит дополнительную гибкость при ситуационном управлении (рис. 7).

Механизм создания вариантов выполнения тактических действий с помощью средств автоматизации, за счёт варьирования результатов решения функциональных задач (ФЗ) специального программного обеспечения (СПО), реализуется с помощью процедуры диспетчеризации. За счёт данной процедуры происходит управление очередностью решения ФЗ на распределённых АРМ в автоматизированной системе планирования действий сил с одновременным установлением вариантов исходных данных для ФЗ, решаемых разными должностными лицами.

Благодаря процедуре диспетчеризации удаётся получить единое информационное пространство для операторов АРМ (офицеров штабов, участвующих в планировании применения соединения ПВО). Процесс подготовки предложений в решение командира соединения ПВО при использовании средств автоматизации выглядит, как последовательное

решение операторами распределённых АРМ различных информационно-расчётных задач по поддержке принятия решения на едином, постепенно усложняющемся тактическом фоне.

В рамках процедуры диспетчеризации оперативно-тактических расчётов осуществляется:

- формирование сетевого графика очередности решения управляемых функциональных задач с учётом логико-информационных связей между ними;
- активация исходных данных – результатов решения предыдущих функциональных задач, которые актуальны для формируемого варианта решения рассматриваемой функциональной задачи;
- управление запуском функциональной задачи;
- заполнение структурной таблицы вариантов выполнения тактических действий или, иначе, «матрицы шаблонов действий».

Таблица 1 – Структурная таблица действий

Тактическая ситуация			Тактические действия			
Наименование	Ситуации предшеств.	Правило классификации	Наименование	Действия предшеств.	Продолжительность	Параметры
Ситуация № 1	–	$S_1(\{P^{name}\})$	Действие 1	-	$\Delta\tau_1$	
			– вариант № 1			$\{X_k^{D_1}\}_{var.1}$
			– вариант № 2			$\{X_k^{D_1}\}_{var.2}$
			Действие 2	D_1	$\Delta\tau_2$	
			– вариант № 1			$\{X_k^{D_2}\}_{var.1}$
			Действие 3	D_2	$\Delta\tau_3$	
			– вариант № 2			$\{X_k^{D_3}\}_{var.2}$
Ситуация № 2	S_1	$S_2(\{P^{name}\})$	Действие 4	D_3	$\Delta\tau_4$	
			– вариант № 1			$\{X_k^{D_4}\}_{var.1}$
			Действие 5	D_4	$\Delta\tau_5$	
			– вариант № 1			$\{X_k^{D_5}\}_{var.1}$
			– вариант № 2			$\{X_k^{D_5}\}_{var.2}$
			– вариант № 3			$\{X_k^{D_5}\}_{var.3}$

Формирование и расчёт временных параметров сетевого графика очередности решения ФЗ осуществляется с использованием известных методов сетевого планирования. Логико-информационные связи между решаемыми функциональными задачами и количество создаваемых вариантов их решения, необходимые для расчёта сетевого графика, задаются с помощью структурной таблицы решения функциональных задач.

Функции управления очередностью решения ФЗ, активации исходных данных, актуальных для формируемого варианта решения запускаемой функциональной задачи, и

заполнения структурной таблицы вариантов применения подчинённых сил и средств при решении планируемых задач выполняются как единый процесс.

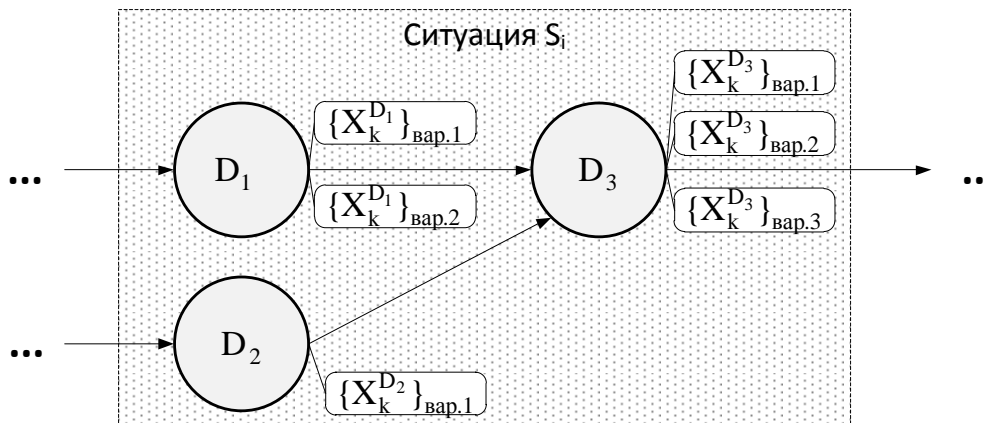


Рисунок 7 – Адаптированная база данных по тактике применения соединения ПВО с подготовленными вариантами тактических действий

Управление запуском ФЗ осуществляется посредством отправки с автоматизированного рабочего места (АРМ), где решается задача «диспетчер», формализованных распоряжений для операторов АРМ нижнего иерархического уровня на запуск определённых функциональных задач. В распоряжении указываются наименование задачи, которая должна быть запущена, и количество вариантов её решения для одних и тех же исходных данных (кратность решения функциональной задачи).

По своей сути автоматизированный процесс оперативно-тактических расчётов, реализуемый с использованием процедуры диспетчеризации, весьма близок к реальному процессу отработки вариантов карты командира офицерами штаба соединения во время принятия решения на боевые действия. Каждое должностное лицо привносит на карту свой элемент решения (свои предложения), но соотносясь с отработываемым вариантом решения и информацией, которая уже была нанесена на карту ранее другими должностными лицами.

6. Ситуационное управление соединением (программирование действий соединения) ПВО на основе использования адаптированных шаблонов тактических действий

При ситуационном управлении процессом применения соединения ПВО в автоматическом режиме определяются значения признаков классификации тактических ситуаций P^{name} , $name = DrG, \dots, Meteo$, которые соответствуют текущей тактической обстановке и представляют собою какой-то один узел, Ψ , из множества узлов гипотетически возможных состояний, $\Psi \in \Omega$.

Текущее состояние, описанное с помощью введённых признаков классификации, Ψ , проверяется на предмет наступления актуальности выполнения обусловленных тактических действий, $S_i, i = 1, 2, \dots, N^S$:

$$\text{ситуация } S_i \text{ актуальна, если } \Psi \in S_i(\{P^{name}\}), \quad (24)$$

где $S_i(\{P^{name}\})$ – правило узнавания i -ой тактической ситуации;

N^S – количество учитываемых тактических ситуаций.

Перечень и параметры вариантов выполнения обусловленных тактических действий и правила узнавания тактических ситуаций, для которых эти действия предусматриваются,

$S_i(\{P^{name}\})$, $i = 1, 2, \dots, N^S$ определяются по результатам решения комплексов ФЗ при рас-
пределённом планировании применения соединения ПВО.

Для группы актуальных тактических действий заранее определены значения параметров порядка применения сил и средств соединения, $\{X_k^{D_j}\}_{var.n}$, $j = 1, \dots, N^D$, $k = 1, \dots, N^X$, $n = 1, \dots, N^{var.D_j}$, где N^D – количество тактических действий, отобранных в группу, N^X – количество параметров, определяющих порядок применения сил и средств соединения, $N^{var.D_j}$ – количество вариантов выполнения j -го тактического действия.

Исходя из особенностей фактической тактической обстановки, для каждого тактического действия выбирается наиболее подходящий вариант его выполнения. Критерий выбора вариантов устанавливается применительно к содержанию тактической ситуации в контексте реализуемого замысла применения сил. Выбор вида и формирование параметров таких критериев адаптации действий осуществляется заранее, на этапе планирования.

Для определённого порядка применения сил и средств формируется (уточняется уже существующий) сетевой график действий.

Для выполнения тактических действий, которые в текущий момент времени стали актуальными, определяются параметры команд по управлению процессом применения соединением ПВО. Например, это могут быть команды на:

- перевод обусловленного перечня средств соединения в активный (вывод из резерва) или пассивный (ввод в резерв) режим;
- сворачивание обусловленных средств и их перебазирование на новую установленную позицию;
- включение (выключение) установленных режимов работы для обусловленных радиотехнических средств;
- присваивание обусловленной группе средств определённого значения коэффициента тактической целесообразности их использования на заданных операционных направлениях;
- присваивание воздушным целям определённых значений коэффициентов регулирования огневого воздействия.

При создании процедур определения порядка применения (программирования действий) сил и средств в конкретной обстановке на основе использования адаптированной базы данных требует проведения дополнительных исследований такой вопрос, как установление рациональных пропорций по степени участия в ситуационном управлении разноуровневых центров принятия решений (командных пунктов различного уровня). Используемые подходы позволяют реализовать ситуационное управление в следующей области. Условно названная, «левая» граница этой области соответствует такому положению дел, когда всё управление формируется из единого центра, где определяются детальные параметры порядка применения подчинённых сил и средств. В данном случае имеет место вариант управления автоматами при полном устранении из процесса управления подчинённых командиров. Вторая, «правая», граница области представляет систему, когда решение принимается на местах непосредственно теми командирами, которые решают задачи, параметры выполнения которых определяются.

Очевидно, что «левая» граница, давая некоторые (кажущиеся) преимущества в быстродействии, потребует существенно увеличить информационную нагрузку на центр принятия решений. К тому же далеко не всегда возможно получить на вышестоящем уровне весь объём сведений, которые важны для определения порядка применения сил и средств. В конечном итоге излишне централизованная система, где исключается свобода действий подчинённых управленческих уровней, приведёт к замедлению процессов обработки информации и неполноте данных, используемых при принятии решений.

Система ситуационного управления, построенная на «правой» границе, учитывает главенствующие особенности процессов управления силами – наличие субъектности (свободы воли) у исполнителей и распределённость процессов принятия решений. Проблема в том, чтобы согласовать действия подчинённого уровня таким образом, чтобы они, во-первых, соответствовали единому замыслу (реализовывали бы единую метацель) и, во-вторых, были бы системны или согласованы по времени, месту и ресурсам.

По всей видимости, при конструировании систем ситуационного управления силами следует использовать в основном подходы распределённого принятия решений (приближаться к «правой» границе области реализации таких систем). Проблема же согласования решений подчинённых уровней будет решаться за счёт формирования единого информационного пространства, адаптированного под конкретный замысел и район применения сил базы данных с вариантами порядка применения сил и средств. На местах принимаются решения по порядку применения подчинённых сил и средств, но принимаются они на множестве вариантов действий, которые были сформированы этим же штабом, но заранее, при проведении мероприятий по подготовке сил, в рамках единого замысла и при оптимизации параметров взаимодействия с другими (частями) подразделениями.

Открытым остаётся вопрос по определению степени участия высшего уровня управления в определении параметров порядка применения сил на местах. Вероятно, как показывает практика управления силами, такая возможность (непосредственного вмешательства в управление на нижестоящих уровнях) старшему уровню должна быть предоставлена. Вопрос в том, насколько детально должно быть решение старшего уровня.

Как видно из приведенных рассуждений, предлагаемый авторами подход к управлению ходом применения соединения ПВО на основе адаптированной к конкретным условиям базы данных тактических действий и правил классификации тактических ситуаций позволяет реализовать цикл управления силами в масштабе времени, приближенном к реальному. Основная масса расчётов по определению параметров применения сил и средств, которые необходимы для достижения слаженности и согласованности действий сил, производится заранее. Это означает, что нет цейтнота времени при принятии решений. Вероятность неверных решений сводится к минимуму.

7. Выводы

1. В статье предложен подход к осуществлению автоматизированного ситуационного управления силами. Предложена системная модель процесса ситуационного управления, включающая этапы подготовки базы данных к процессу применения сил и анализа их применения с целью корректировки моделей и методов ситуационного управления.
2. Комплексы функциональных задач, образующие специальное программное обеспечение автоматизированной системы ситуационного управления силами, должны строиться по иерархическому принципу с использованием на каждом иерархическом уровне математических моделей с соответствующей степенью детализации управляемых процессов.
3. К приоритетным направлениям научных исследований, при разработке специального программного обеспечения для перспективных автоматизированных систем ситуационного управления силами, следует отнести:
 - разработку визуальных когнитивных моделей проблемных ситуаций в контексте формирования замысла применения сил;
 - генерирование альтернативных способов решения проблемных ситуаций на основе ассоциативного поиска способов решения похожих проблем, а также случайного конструирования замыслов;
 - разработку методов сбора и анализа статистических данных большого объёма и размерности («больших данных») с целью получения правил классификации повторяю-

щихся ситуаций и корректировки используемых математических моделей и методов определения параметров порядка применения сил и средств.

4. На примере соединения ПВО авторами предложены одиннадцать качественных признаков классификации тактических ситуаций, позволяющих проводить достаточно полную оценку обстановки при отражении воздушного нападения. Правила классификации на основе предложенных качественных признаков, получаемые с помощью методов извлечения экспертных знаний, имеют вид графа достаточно компактного объёма. Это позволяет использовать предложенный подход при построении адаптированных систем данных по ситуационному управлению.

5. Предложенная форма хранения данных по ситуационному управлению имеет вид структурной таблицы действий с вариантами порядка применения сил и средств. Действия сгруппированы по тактическим ситуациям, которые проявляются либо одиночно, либо в виде каскадов событий при гипотетическом развитии ситуаций.

6. Заполнение базы данных ситуационного управления происходит в процессе распределённого планирования в штабе соединения и штабах частей соединения ПВО. Для реализации процесса распределённого планирования с использованием средств автоматизации предлагается механизм диспетчеризации процесса решения комплексов ФЗ. Для операторов АРМ (офицеров штабов соединения) это позволяет создать единую систему вариантов исходных данных в виде наращиваемой тактической обстановки.

7. В процессе ситуационного управления происходит распределённое программирование (определение параметров порядка) действий сил и средств на основе сформированных для каждой тактической ситуации тактических действий и вариантов их выполнения. Вариативность тактических действий в адаптированной базе данных позволяет увеличить степень гибкости ситуационного управления применительно к фактической обстановке.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Ивлев А.А. Основы теории Бойда. Направления развития, применения и реализации: монография. М., 2008. 64 с.
2. Бир С. Мозг фирмы. М.: УРСС, 2005. 414 с.
3. Бир С. Кибернетика и менеджмент / пер. с англ. М.: УРСС, 2006. 280 с.
4. Ботвинник М.М. О решении неточных переборных задач. М.: Советское радио, 1979. 152 с.
5. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. М.: Наука, 1986. 228 с.
6. Глушков В.М., Иванов В.В., Яненко В.М. Моделирование развивающихся систем. М.: Физматлит., 1983. 351 с.
7. Морозов А.О. Ситуаційні центри (теорія і практика) / ред. А.О. Морозова, Г.Є. Кузьменко, В.А. Литвинова. К.: Інтертехнодрок, 2009. 346 с.
8. Косолапов В.Л., Казачкова О.М., Суперсон С.І., Ковтун В.О. Розробка агрегованих динамічних моделей складних об'єктів для проблемно-орієнтованих систем підтримки прийняття рішень. *Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС '2012*: зьомка міжнар. наук.-практ. конф. (Чернігів – Жукін, 25–28 червня 2012 р.). Чернігів – Жукін, 2012. С. 288–291.
9. Косолапов В.Л., Казачкова О.М., Ковтун В.О., Суперсон С.І. Деякі проблеми та напрямки запровадження систем підтримки прийняття рішень до електронного урядування. *Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика*: зб. доп. наук.-практ. конф. з міжнар. участю. Київ: ІПММС НАНУ, 2013. С. 16–19.
10. Косолапов В.Л. Деякі проблеми створення ситуаційних центрів як технології інформаційної і модельної підтримки для забезпечення ситуаційного управління складними об'єктами. *Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика*: зб. доп. наук.-практ. конф. з міжнар. участю. Київ: ІПММС НАНУ, 2017. С. 24–27.
11. Майер-Шенбергер В., Кукьер К. Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живём, работаем и мыслим / пер. с англ. И. Гайдюк. М.: Манн, Иванов, Фербер, 2014. 240 с.
12. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных Странах: учебник для вузов. М.: Логос: Физматкнига, 2006. 392 с.

13. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем: учебник. СПб.: Питер, 2000. 354 с.
14. Джарратано Дж., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование / пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. 1152 с.
15. Вентцель Е.С. Введение в исследование операций. М.: Советское радио, 1964. 388 с.
16. Чуев Ю.В., Мельников П.М., Петухов С.И., Степанов Г.Ф., Шор Я.Б. Основы исследования операций в военной технике / ред. Ю.В. Чуева. М.: Советское радио, 1965. 592 с.
17. Дуров В.Р. Боевое применение и боевая эффективность истребителей-перехватчиков. М.: Воениздат, 1970. 280 с.
18. Зенкин А.А. Когнитивная компьютерная графика. *Искусственный интеллект. Модели и методы*. М.: Радио и связь, 1990. С. 137–143.
19. Додонов А.Г., Ландэ Д.В., Путятин В.Г. Компьютерные сети и аналитические исследования. К.: ИПРИ НАН Украины, 2014. 486 с.
20. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа. 3-е изд., испр. и доп. Томск: НТЛ, 2001. 564 с.
21. Свечин А.А. Стратегия. М.-Л.: Госвоениздат, 1926. 400 с.
22. Асанов А.А., Борисенков П.В., Ларичев О.И., Нарыжный Е.В., Ройзензон Г.В. Метод многокритериальной классификации ЦИКЛ и его применение для анализа кредитного риска. *Экономика и математические методы*. 2001. Т. 37, № 2. С. 14–21.
23. Баскас А.С. Декомпозиционный метод решения некоторых задач сетевого планирования: дис. ... канд. техн. наук. Вильнюс, 1973. 164 с.
24. Кононюк А.Е. Общая теория распознавания. Парадигма развития науки. Методологическое обеспечение. Книга 1: Начала. К.: Освіта України, 2012. 586 с.
25. Певцов Г.В., Олейник М.А., Батулин Н.Г. Синтез алгоритмов многоальтернативного распознавания образов на основе количественных и качественных оценок признаков и проверки сложных гипотез по критерию максимума апостериорной вероятности. *Прикладная радиоэлектроника. Тематический выпуск, посвящённый актуальным проблемам радиоэлектроники, решаемым в ОАО «АО Научно-исследовательский институт радиотехнических измерений»*. Т. 5. Х.: АН прикладной радиоэлектроники, Министерство образования и науки Украины, ХНУРЭ, 2006. № 4. С. 515–518.
26. Крупкина Т.В., Гречкосеев А.К. Математическая статистика: курс лекций. Красноярск: ИПК СФУ, 2009. 189 с.
27. Уилкс С. Математическая статистика. М.: Наука, 1967. 632 с.

Стаття надійшла до редакції 03.07.2019