



УДК 355.5
ГРНТИ 78.21.53

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВЫРАБОТКИ РЕШЕНИЯ КОМАНДИРОМ МОБИЛЬНОГО ФОРМИРОВАНИЯ НА ВЫБОР МАРШРУТА ДВИЖЕНИЯ ПРИ СОВЕРШЕНИИ МАРША НА ОСНОВЕ МЕТОДА СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

*В.А. НОВИКОВ, доктор военных наук, профессор
Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского (г. Санкт-Петербург)*
*Ю.В. КОВАЛЁВ
Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского (г. Санкт-Петербург)*

В статье описаны способы достижения требуемой оперативности управления мобильным формированием при планировании и совершении марша, которые обуславливают необходимость поиска нетрадиционных путей их решения. Анализ результатов исследований, проводимых в области автоматизации процесса при выработке решения на выбор маршрута движения командиром мобильного формирования при совершении марша, свидетельствует о том, что наиболее перспективным направлением является развитие и реализация автоматизации процесса выработки решения на основе метода ситуационного управления. Сущность метода ситуационного управления заключается в заблаговременном моделировании тактических ситуаций, перечень которых должен (в идеальном случае) перекрывать весь диапазон возможного их существования, обращение к соответствующим этим ситуациям готовым решениям. Обращение к готовым решениям должно проводиться в соответствии с выбранными критериями (признаками).

Ключевые слова: марш, автоматизация процесса управления, выработка решений, командир мобильного формирования, маршрут движения, метод ситуационного управления.

THE MOBILE FORCE COMMANDER DECISION-MAKING PROCESS AUTOMATION TO CHOOSE A TRAFFIC ROUTE WHEN MAKING A MARCH BASED ON THE SITUATIONAL MANAGEMENT METHOD

*V.A. NOVIKOV, Doctor of Military sciences, Professor
The Mozhaisky Military and Space Academy (Saint Petersburg)*
*YU.V. KOVALEV
The Mozhaisky Military and Space Academy (Saint Petersburg)*

The article describes ways to achieve the required efficiency of mobile force management when planning and performing a march, which make it necessary to search for non-traditional ways to solve them. analysis of the research results conducted in the field of automation of the decision-making process for choosing the traffic route by the mobile force commander when making a march indicates that the most promising direction is the development and implementation of the decision-making process automation based on the situational management method. The situational management method essence is to model tactical situations in advance, the list of which should (ideally) cover the entire range of their possible existence, and refer to ready-made solutions corresponding to these situations. Access to ready-made solutions should be carried out in accordance with the selected criteria (features).



Keywords: march, management process automation, decision-making, mobile formation commander, route, situational management method.

Введение. В настоящее время существенно усложнились условия управления войсками при подготовке и ведении операции (боя), повысился и продолжает увеличиваться объем задач и количество необходимой, и достаточной, для их решения информации. Вместе с тем значительно сократилось время, в течение которого должен осуществляться каждый цикл управления войсками. Применяемый в настоящее время порядок планирования марша предусматривает поиск и определение основного и нескольких запасных маршрутов движения. Метод ситуационного управления основан на классификации тактических ситуаций, их преобразовании и выборе соответствующих им рациональных решений [1].

Актуальность. В Воздушно-космических силах Российской Федерации для подвоза материальных средств, перевозки людей, вооружения и техники широко применяются транспортные средства (мобильные системы и комплексы) повышенной проходимости [2]. Применение мобильных систем и комплексов, как правило, осуществляется в пределах позиционных районов, оборудованных системой боевых позиций, связанных дорожной сетью [2]. Проведение маневренных действий мобильным формированием рассматривается как основной способ повышения его живучести. В этой связи выбор рационального маршрута при организации марша мобильным формированием, в особенности в трудных условиях тактической обстановки, является одним из условий успешного выполнения поставленной боевой задачи.

Сущность метода ситуационного управления. Всякий процесс принятия решения предполагает наличие следующих элементов:

- 1) лицо принимающее решение (ЛПР), то есть, того кому предстоит принять и решить проблему. Это может быть индивидуум, большой или малый коллектив людей;
- 2) управляемых переменных ситуаций, которыми может управлять ЛПР. Эти переменные могут быть как качественными, так и количественными;
- 3) неуправляемых переменных ситуаций, которыми не может управлять ЛПР, но которые совместно с управляемыми переменными могут влиять на результат выбора. Эти переменные также могут быть количественными и качественными. В совокупности с управляемыми переменными они образуют внешнюю среду (фон, проблемы);
- 4) внутренних и внешних ограничений на возможные значения управляемых и неуправляемых переменных;
- 5) не менее двух возможных линий поведения и возможных исходов выбора.

Исследование процесса формирования и принятия решений путём разделения его на элементарные операции показало, что он представляет собой ряд последовательных этапов или действий, в результате которых вырабатывается эффективное решение.

Общее формализованное описание метода ситуационного управления при принятии решения командиром мобильного формирования на выбор маршрута движения при совершении марша предлагается следующим [3].

Пусть на объект управления воздействуют неоднозначные факторы обстановки (параметры внешней среды) – $F_i (F_i \in \{F_{(го)}, F_{(но)}, F_{(пзо)}, \dots\})$ (рисунок 1). Кроме того, на объект управления воздействуют известные факторы – $X_i (X_i \in \{X_{(го)}, X_{(но)}, X_{(пзо)}, \dots\})$.

Таким образом, имеется связь между входными векторами $F_{(i)}$, $X_{(i)}$ и выходными векторами Y_{il} при соответствующих значениях управляющих воздействий Z_{il} . Другими словами, существует следующее соотношение:

$$Y_{il} = F(X_i, F_i, Z_{il}, U_{il}). \quad (1)$$



Требуется выработать такие величины управляющих воздействий Z_{il} , U_{il} на соответствующем командном пункте управления (КПУ), чтобы при известных величинах X_i и F_i получить требуемые значения выходных векторов Y_{il} .

Требуемые значения векторов U_{il} должны соответствовать определенным критериям управления объектом:

- максимизация или минимизация показателей эффективности группировки средств поражения;
- поддержание значения векторов U_{il} в требуемых пределах;
- недопущения каких-либо значений векторов U_{il} и т.п.

Иначе говоря, применение метода ситуационного управления необходимо для того, чтобы экспертная система управления маршем (ЭСУМ) выработала при известных X_i и неоднозначных F_i требуемые значения управляющих воздействий U_{il} .

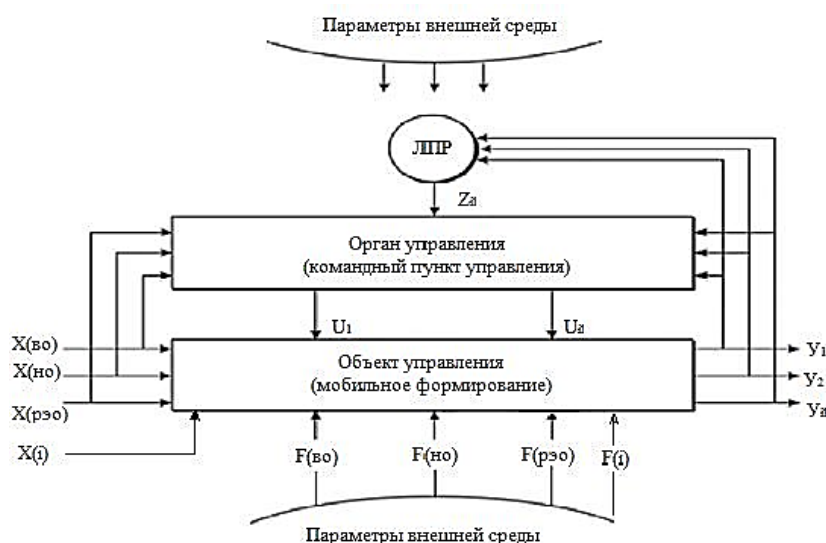


Рисунок 1 – Формализация метода ситуационного управления

Процесс решения задачи в такой постановке представляет собой формализованное воспроизводство логики ЛПР при выработке им решений при управлении объектом – мобильным формированием. Последовательность реализации метода предполагает преобразование (классификацию) текущих ситуаций $S_{ТЕК}^{60, no, pzo...}$ в опорную ситуацию $S_{ОП}^{60, no, pzo...}$ путём использования совокупности признаков. При этом необходима выработка управляющего воздействия $U_{il} = F(Z_{il})$, поступающего на объект управления.

Множество текущих ситуаций $\{S_{ТЕК}^{60, no, pzo...}\}$ необходимо классифицировать по количественным и функциональным признакам, каждому из которых должны соответствовать рациональное решение (совокупность решений) и отвечающие ему управляющие воздействия.

Таким образом, реализация метода ситуационного управления в ЭСУМ требует решения, по крайней мере, трех классов задач:

- формирование перечня (списка) тактических ситуаций, позволяющего перекрыть весь возможный диапазон потенциально существующих ситуаций (в идеальном случае), характеризующих условия воздушной, наземной, радиоэлектронной и другой обстановки;
- формирование банка вариантов решений, отвечающих широкому спектру требований, предъявляемых к этим решениям и соответствующих одной из тактических ситуаций (подклассу ситуаций);



– разработка правил сведения текущих ситуаций к одной из опорных и извлечение принадлежащего этой ситуации решения, путем использования блока правил.

Развитие метода ситуационного управления. Последовательность разработки метода ситуационного управления включает алгоритм решений, принимаемых командиром мобильного формирования, перечисленных выше трех классов задач [1].

Формирование *списка тактических ситуаций* основано на разработке и использовании признаков описания ситуаций и принципов модульности, декомпозиции и подтверждены количественными расчётами.

Формирование *банка решений* представляет один из наиболее сложных этапов разработки ЭСУМ. Решения должны быть обоснованы количественными расчетами и суждениями экспертов, что требует разработки и применения системы математических моделей и способов извлечения знаний экспертов.

Разработка правил (процедур) вывода составляющих решений должна осуществляться экспертами на основе синтеза знаний о предметной области, основу которых составляют количественные расчеты исходов реализации составляющих решений в системе управления маршем (СУМ).

Общая схема реализации метода ситуационного управления в ЭСУМ представлена на рисунке 2. При этом ЭСУМ функционирует следующим образом.

В блок описания текущей ситуации поступают данные от источников информации (разведывательные данные, полученные с беспилотного летательного аппарата) – X_i, F_i, Z_{il} , на основании которых в блоке описания текущей ситуации $S_{ТЕК}^{во,но,рзо...}$ формируются признаки описания. В блоке анализа текущей ситуации оцениваются поступающие сообщения (признаки описания) и формируются значения признаков классификации ситуаций. С помощью этих признаков текущая ситуация в классификаторе приводится к классу (подклассу) ситуаций.

Далее информация о соответствии текущей ситуации $S_{ТЕК}^{во,но,рзо...}$ поступает в блок экстраполяции, в котором по совокупности признаков выбирается принадлежащее ей одношаговое рациональное решение.

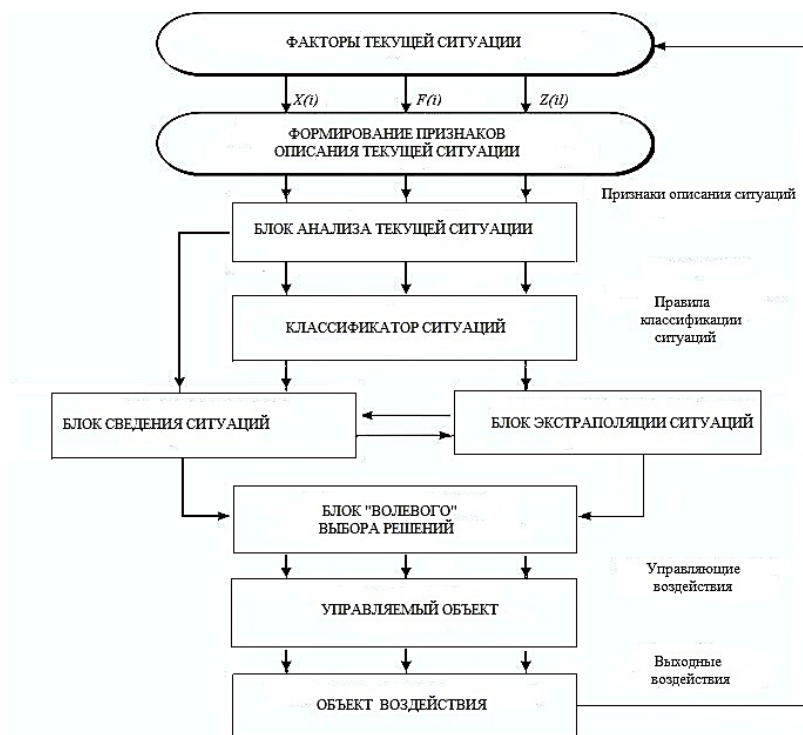


Рисунок 2 – Общая схема реализации метода ситуационного управления



Блок сведений ситуаций содержит набор логико-трансформационных правил вывода составляющих решений, соответствующих опорной ситуации (к которой приведена $S_{ТЕК}^{60,но,рзо...}$).

Если по описанию $S_{ТЕК}^{60,но,рзо...}$ нельзя сформировать правила вывода некоторых составляющих решений, то эти составляющие формируются в блоке «волевого» выбора решений, в котором предусмотрена совокупность правил, сформированных заблаговременно экспертами. В нем также даются заключения ЛПР о разделе функций управления маршем между ЛПР и ЭСУМ. Таким образом, реализуется принцип решающей роли ЛПР в выборе составляющих решений.

Выбранные составляющие решения в виде совокупности управляющих воздействий U_{il} по выбору целесообразного способа управления мобильным формированием на марше, поступают к управляемому объекту с целью корректировки его маршрута движения.

Управляемые соответствующим образом (с помощью U_{il}) элементы состава колонны мобильного формирования формируют выходное воздействие V_{il} (маневр) на параметры внешней среды.

Дальнейшим этапом разработки ЭСУМ является использование метода ситуационного управления согласно принятой схеме исследования вышеперечисленных трёх классов задач.

Формирование перечня тактических ситуаций. Классификация тактических ситуаций проводится с целью формирования функции принадлежности $S_{ТЕК}^{60,но,рзо...}$ к классу (подклассу) опорных ситуаций и последующим формированием составляющих решения. Список тактических ситуаций должен отвечать следующим требованиям:

- включать весь диапазон возможного изменения обстановки;
- иметь фиксированное конечное число тактических ситуаций, каждая при этом должна характеризоваться хотя бы одним отличительным признаком;
- иметь фиксированное конечное число признаков классификации ситуаций, позволяющих осуществить достаточно полное описание любой ситуации;
- включать три разновидности ситуаций: опорные, текущие и промежуточные.

Подмножество опорных ситуаций формируется с целью заблаговременной подготовки для них опорных решений. Промежуточные ситуации используются для повышения качества решений, которое достигается определением зависимости составляющих решений от динамики изменения признаков описания ситуаций. Это обстоятельство является отличительной особенностью, разрабатываемой ЭСУМ и представляет одно из направлений развития метода ситуационного управления [5].

Содержание требований, предъявляемых к списку тактических ситуаций, ограничивает возможный перечень как самих ситуаций, так и значений признаков их описания. Для разрешения этого противоречия предлагается осуществлять формирование списка ситуаций по принципу классификации ситуаций. В соответствии с этим предлагается классификацию ситуаций проводить по видам, типам, классам, пространствам и признакам.

Формирование банка опорных решений. Одной из основных проблем применения метода ситуационного управления в предметной области УМ (управление маршем) является разработка способов формирования банка решений, используемых в процессе функционирования ЭСУМ. Для реализации метода ситуационного управления, разрабатываемая ЭСУМ должна решать задачи диагностического типа – каждой текущей ситуации поставить в соответствие опорную ситуацию с соответствующим ей вариантом решения. Процесс наполнения банка решений связан с выработкой множества решений, принадлежащих множеству опорных ситуаций. Трудности выработки решений обусловлены следующими обстоятельствами:

- сложностью предметной области, характеризующейся большим объемом информации и высокой степенью её неопределенности;
- необходимостью поиска вектора составляющих решений, определяющих эффективность мобильного подразделения на марше;



– необходимостью выработки решений, соответствующих некоторому пространству тактических ситуаций (классу, подклассу) без существенного изменения значений составляющих этих решений;

– необходимостью разработки и использования (наряду с заключениями экспертов) формальных моделей и методик, обеспечивающих возможность решения специфических задач по оценке выбора маршрута движения мобильным подразделением.

В основу предлагаемого подхода положен принцип последовательной выработки решений для сформированных подклассов тактических ситуаций с установлением тенденций движения значений составляющих решений в подпространстве ситуаций. Иначе говоря, вырабатывается базовое решение, соответствующее подпространству ситуаций, с последующей его экстраполяцией в пределах количественных признаков, описывающих подпространство. Такой подход позволяет сформировать решения как для опорных (текущих) ситуаций, так и для прогнозируемых [3].

Выработка решений проводится последовательно по составляющим решения, в соответствии с логикой действий ЛПР при управлении мобильным формированием на марше с использованием совокупности методик знаний, содержание которых является предметом дальнейшего исследования.

Процедура формирования опорных решений включает следующую последовательность:

1. Пространство поиска решений классифицируется в соответствии с формируемыми классами и подклассами тактических ситуаций. Каждому сформированному классу и подклассу тактических ситуаций для l -го пункта управления (ПУ) ставится в соответствие перечень составляющих решений;

2. Для каждого сформированного подкласса, в которых осуществляется поиск базовых решений, выбирается совокупность показателей эффективности, на основании которых оценивается качество решений;

3. В пределах сформированных подклассов на основе полученных базовых решений выполняется процедура их экстраполяции (сведения). Целью этого этапа является установление тенденций изменений значений в зависимости от изменения признаков описания ситуаций в пределах, что позволит сформировать совокупность правил вывода составляющих решений [6].

Процедура классификации решений обуславливается их содержанием и принадлежностью к определенному уровню структуры ЭСУМ. В соответствии с этим определенное содержание имеют и выбранные показатели эффективности.

Таким образом, предложенный способ формирования банка решений позволяет удовлетворить целям исследований при формировании атласа значений показателей эффективности (ПЭФ), на основе которых рассчитываются обобщенные показатели и вырабатываются правила-процедуры вывода составляющих решений. Реализованная процедура экстраполяции решений позволит построить базу знаний ЭСУМ, содержащую совокупность решений, принадлежащих исследуемому пространству тактических ситуаций.

Выводы. Использование метода ситуационного управления на выбор маршрута движения мобильного формирования предопределяет существование подклассов ситуаций и соответствующих им решений с возможностью экстраполяции их составляющих. Возникает задача оперативного извлечения этих экстраполированных относительно текущих ситуаций решений и рекомендовать их ЛПР для утверждения или корректировки. В соответствии с принятым заключением из банка решений извлекается экстраполированное для данной ситуации решение.

Таким образом, предложенная схема реализации метода ситуационного управления с целью автоматизации процесса выработки решения командиром мобильного формирования на выбор маршрута движения при планировании совершения марша является развитием в теоретическом и прикладном плане применительно к предметной области УМ. При известной общей схеме метода ситуационного управления предложены подходы к классификации



текущих тактических ситуаций, способам их описания и приведения к опорным, формированию базы знаний опорными решениями и способам экстраполяции этих решений ЛПР. Достоинством предложенного подхода является возможность формирования правил поиска решений на выбор оптимального (рационального) маршрута движения мобильного формирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Симанков В.С., Черкасов А.Н. Структура и методология функционирования интеллектуальной системы ситуационного центра // Перспективы науки. 2015. № 2. С. 32–37.
2. Маслов В.П., Исаков Е.Е., Ковалёв Ю.В. Методика оценивания проходимости местности с учетом требований к повышению маневренности мобильных воинских подразделений Воздушно-космических сил // Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2020. № 13. С. 46–53.
3. Симанков В.С. Алгоритм синтеза системы поддержки принятия решений, как подсистемы ситуационного центра // Перспективы науки. 2014. № 4. С. 57–63.
4. Трухаев Р.И. Модели принятия решений в условиях неопределенности / Наука. 1981.
5. Уотермен Д.А. Руководство по экспертным системам // Мир. 1989. № 7. 388 с.
6. Шеннон Р.Е. Имитационное моделирование систем: искусство и наука // Мир. 1978.

REFERENCES

1. Simankov V.S., Cherkasov A.N. Struktura i metodologiya funkcionirovaniya intellektual'noj sistemy situacionnogo centra // Perspektivy nauki. 2015. № 2. pp. 32–37.
2. Maslov V.P., Isakov E.E., Kovalev Yu.V. Metodika ocenivaniya prohodimosti mestnosti s uchetom trebovanij k povysheniyu manevrennosti mobil'nyh voinskih podrazdelenij Vozdushno-kosmicheskikh sil // Vozdushno-kosmicheskie sily. Teoriya i praktika. 2020. № 13. pp. 46–53.
3. Simankov V.S. Algoritm sinteza sistemy podderzhki prinyatiya reshenij, kak podsistemy situacionnogo centra // Perspektivy nauki. 2014. № 4. pp. 57–63.
4. Truhaev R.I. Modeli prinyatiya reshenij v usloviyah neopredelennosti / Nauka. 1981.
5. Uotermen D.A. Rukovodstvo po `ekspertnym sistemam // Mir. 1989. № 7. 388 p.
6. Shannon R.E. Imitacionnoe modelirovanie sistem: iskusstvo i nauka // Mir. 1978.

© Новиков В.А., Ковалёв Ю.В., 2020

Новиков Владимир Александрович, доктор военных наук, профессор, профессор кафедры оперативного искусства и тактики, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, Россия, 197198, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13, kadet78-80@mail.ru.

Ковалёв Юрий Владимирович, преподаватель кафедры управления войсками и службы штабов, Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, Россия, 197198, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13, ura656@mail.ru.