



УДК 355/359.07  
ГРНТИ 78.19.13

## СЕТЕВАЯ МОДЕЛЬ РАБОТЫ ПОЛНОГО БОЕВОГО РАСЧЕТА КОМАНДНОГО ПУНКТА АРМИИ ВОЕННО-ВОЗДУШНЫХ СИЛ И ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЫ, АЛГОРИТМ ЕГО РАБОТЫ НА ЭТАПЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ НА БОЕВЫЕ ДЕЙСТВИЯ

*В.Л. ЛЁН*

*ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)*

В статье предложен вариант повышения оперативности принятия решения командующим армии Военно-воздушных сил и противовоздушной обороны на боевые действия за счет совершенствования алгоритма работы должностных лиц полного боевого расчета командного пункта. Предложена сетевая модель работы полного боевого расчета командного пункта армии военно-воздушных сил и противовоздушной обороны, алгоритм его работы на этапе принятия решения на боевые действия, в основе которой заложен графоаналитический метод сетевого планирования, опирающийся на математический аппарат теории графов.

*Ключевые слова:* сетевая модель, теория графов, принятие решения, полный боевой расчет, графоаналитический метод.

## NETWORK MODEL OF THE FULL COMBAT CALCULATION WORK OF THE ARMY AIR FORCE AND AIR DEFENSE COMMAND POST, THE ALGORITHM OF ITS WORK AT THE DECISION-MAKING STAGE ON THE BATTLE ACTION

*V.L. LEN*

*MESC AF «N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin Air Force Academy» (Voronezh)*

The article proposes the option of increasing the efficiency of decision-making by the commander of the army of the Air Force and air defense for combat operations by improving the algorithm of work of officials of the full combat calculation of the command post. A network model of the full combat calculation of the command post of the army of the air force and air defense, an algorithm for its operation at the stage of deciding on hostilities, based on the graph-analytical method of network planning based on the mathematical apparatus of graph theory, is proposed.

*Keywords:* network model, graph theory, decision-making, full combat crew, graphic-analytical method.

**Введение.** Анализ тактико-технических характеристик и возможностей разрабатываемых перспективных комплексов средств автоматизации (КСА) [1], а также результатов полигонных испытаний, позволил сделать вывод о том, что посредством оптимизации выполнения оперативно-тактических расчетов и осуществления информационной поддержки принятия решений и планирования применения авиации и войск ПВО в автоматизированном режиме появляются резервы времени выполнения частных задач группами и пунктами управления полного боевого расчета командного пункта армии ВВС и ПВО, на всех этапах принятия решения и планирования боевых действий.

**Актуальность.** Потребность в изменении организации управления определяется невозможностью эффективно противостоять сетевым действиям противника при



традиционном командовании. В случае, когда действия войск (сил) по выполнению поставленных задач планируются, а затем этим же органом управляются, возникает пауза, однако при этом противник решает те же задачи одновременно, для чего создаются специальные группы. Работа подобных групп осуществляется следующим образом, например, при организации адаптивных действий по последовательному поражению объектов противника авиацией. Группа планирования, на основе данных разведки о новых вскрытых объектах, которые согласно цели военных действий должны быть поражены, определяет объект или их группу, по которому (которым) в данный момент необходимо своевременное воздействие. Также выделяются наиболее рациональные боеготовые средства поражения для удара и на основе моделирования по выбранным показателям и критериям определяется вариант способа его нанесения. План реализуется в том случае, если ожидаемые результаты удовлетворяют предъявленным требованиям по эффективности при приемлемых потерях выделяемых сил и средств. Пока идет управление нанесением очередного удара, разрабатывается новый план, в подобном случае задержек не происходит.

Стоящие на вооружении Российской Федерации КСА оперативного уровня с частными информационно-расчетными задачами (ИРЗ) не приспособлены для формирования рациональных способов действий разнородных группировок войск, сил и средств и не обеспечивают адекватную оценку ожидаемых результатов. Несвершенство КСА, построенных на частных ИРЗ, состоит в том, что они не позволяют в режиме онлайн, в ходе боевых действий, обеспечивать автоматизированную корректировку ранее сформированных способов действий, а также их разработку для решения внезапно возникающих задач.

Построение и функционирование КСА на основе информационно-моделирующей среды необходимо для оперативного органа управления. Использование такого КСА для руководства авиацией и войсками (силами) ВКО в сетевых действиях позволит сократить до нескольких минут время с момента возникновения очередной задачи до начала ее выполнения, реализовать цикл управления не больший, чем у противника.

Для ведения адаптивных действий на стратегическом уровне КСА должен позволять решать оптимизационные задачи и осуществлять моделирование для рационального распределения войск (сил), средств и их ресурса между военными округами (объединениями ВВС и ПВО) не только до начала стратегических действий (операций), но и в их ходе.

Адаптивные действия формирований противовоздушной обороны, ракетно-космической обороны и в перспективе воздушно-космической обороны тактического звена осуществляются за счет управления непосредственно подразделениями, боевыми расчетами, экипажами и средствами вооруженной борьбы с помощью алгоритмов КСА.

Для доказательства гипотезы о том, что требуемый уровень оперативности принимаемых решений командующим армии ВВС и ПВО на боевые действия, может быть достигнут за счет совершенствования алгоритма работы должностных лиц полного боевого расчета командного пункта армии ВВС и ПВО, оснащенного перспективными комплексами средств автоматизации на основе информационно-моделирующей среды, был выбран графоаналитический метод сетевого планирования, опирающийся на математический аппарат теории графов. На основе сетевого графа определяются временные и ресурсные резервы, позволяющие для каждого варианта перераспределения оперативно-тактических расчетов и ИРЗ между функциональными группами полного боевого расчета находить критический путь достижения цели. Выявление и использование резервов времени является основной целью сетевого планирования, дающей возможность сократить продолжительность критического пути, а поэтому и сроки выполнения планируемого процесса [1].

Сложность современной военной управленческой деятельности вызвала необходимость разработки целого ряда КСА управления войсками (силами) на всех уровнях. Однако, в существующих разработках существует ряд недостатков. Основной из них состоит в том, что



КСА, построенные как информационные командно-сигнальные системы и на отдельных частных информационно-расчетных задачах не могут выполнять свою главную функцию, которая должна состоять в поддержке принятия решения на операции (боевые действия), обеспечение их планирования и реализации разработанных планов в ходе военных действий. То есть боевые алгоритмы любых современных КСА не имеют ничего общего с содержанием разрабатываемых «бумажных» планов операций (боевых действий) воинских формирований, для которых эти КСА предназначены. Реально КСА в управлении группировками войск (сил) играют роль только приемника, частичной обработки информации и передатчика распоряжений. Исключение составляют некоторые автоматизированные системы, в которых управляющие и боевые средства объединены при разработке этих систем.

Следующий недостаток КСА связан с разработкой их специального программного обеспечения для решения частных ИРЗ. В то же время, современные военные действия уже на оперативном уровне включают применение десятков тысяч средств во всех сферах: на земле, в воздухе, на море и в космосе. Поэтому, если даже и автоматизировать процессы сбора, обработки и отображения информации об обстановке, без ее агрегирования никакому командиру и органу управления в целом невозможно воспринять и осмыслить и, тем более, разработать рациональные способы действий группировок войск (сил) для решения многочисленных задач. Получаемые же частные результаты решения ИРЗ не агрегируют огромный поток информации, который необходим органу управления группировки войск (сил) для разработки эффективных способов действий в условиях современных локальных войн и вооруженных конфликтов [2].

Отдельные ИРЗ позволяют получать только частные показатели результатов применения однородных войск (сил) и средств. При этом для применения каждой ИРЗ оператору необходимо задавать исходные данные во всем спектре условий обстановки, соотносясь с оперативным или тактическим смыслом выполняемой задачи. Пользователь должен самостоятельно придумывать характеристики, описывающие свойства анализируемых объектов и параметры условий обстановки, которые, как правило меняются во времени и представляются пользователями неоднозначно. Задание большого количества характеристик, описывающих свойства анализируемых объектов и параметров условий обстановки существенно усложняет применение ИРЗ, а также ведет к рассогласованию получаемых результатов разными пользователями. Поэтому, как правило, для КСА разрабатываются ИРЗ, не требующие большого количества исходных данных и, соответственно, с упрощенными алгоритмами расчета сложных задач в ущерб достоверности получаемых с их помощью результатов. Этот недостаток полностью относится и к моделям боевых действий, внедренным в КСА. Они представляют собой достаточно грубые коэффициентные методики, реагирующие только на состав сил и средств [3].

Еще один недостаток разработок состоит в отсутствии единого подхода к разрабатываемому специальному программному обеспечению для КСА, что привело к невозможности их сопряжения между разными видами, а в некоторых случаях и внутри Вооруженных сил.

Отсутствие сопряжения КСА не позволяет эффективно управлять не только общевойсковыми группировками войск (сил), но и некоторыми видовыми. В то же время, не смотря ни на какие изменения в средствах и способах борьбы современные, и на обозримую перспективу, военные действия носят и будут носить общевойсковой характер. Устранение указанных недостатков возможно при предъявлении к разрабатываемым КСА новых требований.

В данном случае, как и в ряде других, на одно из первых мест по своей значимости выступает функция координации деятельности функциональных групп полного боевого расчета командного пункта. При этом требуется максимальное исключение дублирования в работе функциональных групп, что, в свою очередь, вызывает необходимость более конкретного определения для них решаемых ими задач.

Кроме того, опыт проведения мероприятий оперативной подготовки и проведенные исследования подтверждают и другие противоречия в организации боевой работы на командном



пункте и, в первую очередь, в вопросе дублирования задач, решаемыми функциональными группами в ходе подготовки боевых действий. Особенно явно дублируются задачи, решаемые в процессе сбора, анализа и обработки данных по состоянию своих войск, оценки их боевых возможностей, проведения тех или иных оперативно-тактических расчетов, выработки предложений командующему, о действиях и состоянии противника и т.п. Должностные лица функциональных групп для решения задач боевого управления вынуждены практически по одним и тем же вопросам обращаться в другие группы и направления, загружая при этом их непроизводительной работой. Данная ситуация может в конечном итоге привести к нарушению требуемого соотношения между потребным и располагаемым временем на принятие решения командующим из-за повышения затрат времени на решение задач управления системой в целом и органами управления в частности. А это, в свою очередь, ведет к снижению оперативности управления.

Под алгоритмом работы в исследовании понимается жестко регламентированная последовательность шагов, позволяющая за конечное число итераций (выполняемых операций) получить искомое решение. Каждый последующий шаг строго следует за предыдущим, причем в алгоритме однозначно указываются логические разветвления, четко формулируются условия оценки альтернатив [4].

Особенностями предлагаемого алгоритма являются:

обеспечение реализации в каждом шаге алгоритма полной определенности (информационной, организационной и методической составляющей), в независимости от того к какому классу процедур принадлежит этот шаг – логическому, обеспечивающему или расчетному;

полная проработанность каждого из элементов алгоритма, позволяющая выполнить без дополнительных пояснений любой из его шагов (блоков, модулей).

Методической основой комплексной двухэтапной методики формирования алгоритма работы полного боевого расчета командного пункта армии ВВС и ПВО при принятии решения на боевые действия является сетевая модель, которая реализована в «информационно-расчетной программе «Упреждение»» для ЭВМ.

Входными параметрами модели являются:

рабочие времена выполнения всего перечня оперативно-тактических расчетов и ИРЗ, решаемых с помощью перспективного комплекса автоматизации оперативного уровня;  
время автоматизированной разработки документов для организации работы должностных лиц функциональных групп;

время выполнения комплексов работ по оценке обстановки;

время автоматизированной разработки вариантов способов действий противника и своих войск (сил) с использованием информационно-моделирующей среды.

Исходными данными для построения сетевой модели являются:

целевая установка для построения графа – рассчитать ранние параметры начала и окончания каждой из работ графа;

состав полного боевого расчета командного пункта армии ВВС и ПВО по функциональным группам и должностным лицам;

перечень оперативно-тактических расчетов и информационно-расчетных задач, решаемых в автоматизированном режиме [5];

система поддержки принятия решения, разработанная на основе информационно-моделирующей среды.

В качестве критериальных условий при разработке алгоритма в модели были использованы следующие:

первоочередное включение (в график использования ресурсов) фиктивных работ, поскольку они открывают возможность выполнения новых работ графа, а сами не требуют ни расходования ресурса, ни трудозатрат;



приоритетное выполнение работ, принадлежащих критическому пути;  
 приоритетное выполнение работ, имеющих наибольшую трудоемкость.

На основе анализа перечня работ, выполняемых при принятии решения на боевые действия, производится их распределение между функциональными группами (должностными лицами) и определяется общая последовательность их выполнения.

Методика формирования алгоритма работы полного боевого расчета командного пункта армии ВВС и ПВО при принятии решения на боевые действия (далее методика) включает последовательность процедур (операций) показанных на рисунке 1.

Приведенную ниже методику формирования алгоритма можно условно объединить в два последовательно реализуемых этапа:

на первом этапе осуществляется определение основных расчетных шагов на базе используемой модели решения задачи. Их набор (состав) будет являться основой для выбора методов, которые могут быть использованы при разработке и принятии решения.

на втором этапе соответственно формируется алгоритм путем логического соединения отдельных шагов в единый комплекс.

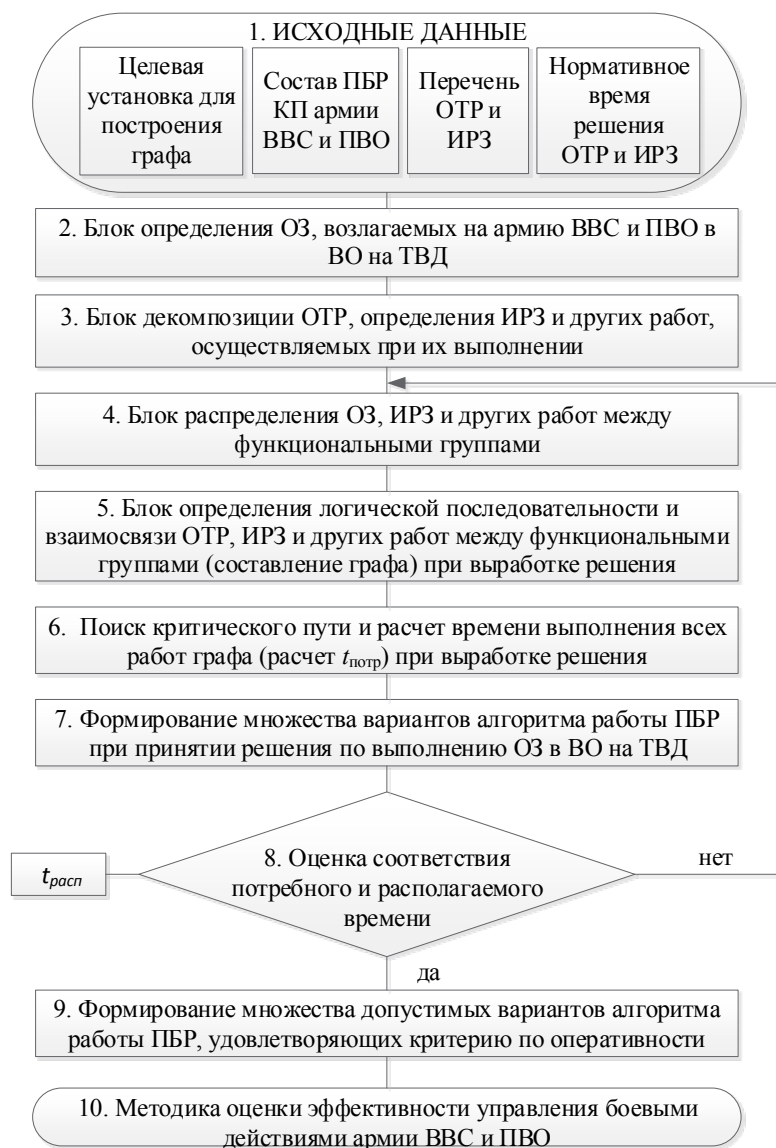


Рисунок 1 – Структурная схема сетевой модели работы полного боевого расчета командного пункта армии ВВС и ПВО при формировании алгоритма на принятие решения на боевые действия





Исходными данными (блок 1) для работы графоаналитической модели являются:  
 целевая установка для построения графа – поиск критического пути выполнения всего комплекса работ по принятию решения с наименьшими временными затратами;  
 состав и структура полного боевого расчета командного пункта армии ВВС и ПВО;  
 перечень оперативных задач, выполняемых армией ВВС и ПВО в воздушной операции на театре военных действий (ТВД);  
 перечень оперативно-тактических расчетов и информационно-расчетных задач, решаемых в автоматизированном режиме и нормативное время потребное комплексу по их решению.

Целевая установка вербально и формально имеет следующий вид – необходимо рассчитать ранние параметры работ сетевого графа – ранние начала  $T_{i-j}^{PH}$  и окончания ( $T_{i-j}^{PO}$ ) каждой из работ графа  $(i-j) \in GRAF$ .

Модель расчета этих параметров представлена в следующем виде (1):

$$T_{i-j}^{PH} = \begin{cases} 0, & \text{если } i = 1; \\ \max_{(i-j) \in GRAF} T_{\lambda-i}^{PO} & \text{иначе;} \end{cases}$$

$$(i-j) \in GRAF, i = \overline{1, (m-1)}, j = \overline{2, m}; \quad (1)$$

$$T_{i-j}^{PO} = T_{i-j}^{PH} + t_{i-j},$$

где  $T_{i-j}^{PH}$  – ранее начало  $(i-j)$ -й работы;  $(T_{i-j}^{PO})$  – ранее окончание  $(i-j)$ -й работы;  $t_{i-j}$  – продолжительность  $(i-j)$ -й работы.

В блоке 2 осуществляется определение оперативных задач, для выполнения которых применяются силы и средства А ВВС и ПВО в воздушной операции на ТВД с использованием выражения (1).

Далее, в блоке 3 происходит определение комплексов оперативно-тактических расчетов и информационно-расчетных задач, решаемых на всех этапах принятия решения на боевые действия.

В блоке 4 осуществляется их распределение между функциональными группами полного боевого расчета в соответствии с их функционалом. Распределение может быть осуществлено либо из числа уже имеющихся готовых и адаптированных к конкретной ситуации вариантов замысла боевых действий, либо выполнено непосредственно для выполнения конкретной оперативной задачи.

Затем, в блоке 5 осуществляется определение последовательности выполнения работ в функциональных группах путем установления логики расчетных процедур и выявления взаимосвязи между решаемыми в функциональных группах задачами, формирование цепочек действий последовательно выполняемых работ алгоритма в пошаговом исполнении.

В содержание данного блока входят основные расчетные процедуры алгоритма. Так ранние параметры работ сетевого графа (GRAF) рассчитываются последовательно по каждой работе  $(i-j) \in GRAF$ , где  $i$  – начальное событие этой работы,  $i = \overline{1, (m-1)}$ ,  $j$  – конечное событие этой работы,  $j = \overline{2, m}$ .

Расчет начинается с работ, выходящих из начального события. Ранее начало этих работ  $T_{i-j}^{PH} = 0$ . У работ, непосредственно следующих за данными, ранее начало будет определяться максимальным ранним окончанием всех работ, входящих в то событие  $i$ , из которого выходит работа  $(i-j)$ , по которой ведется расчет:



$$\begin{aligned}
 T_{i-j}^{\text{PH}} &= \max_l T_l^{\text{PO}}, \text{ если } i \neq 1; \\
 l &\in \text{GRAF}; \\
 T_{i-j}^{\text{PO}} &= T_{i-j}^{\text{PH}} + t_{i-j}.
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

В 6 блоке запускается процесс работы модели и рассчитывается  $t_{\text{потр}}$  по критическому пути выполнения всех работ графа.

В дальнейшем, в блоке 7 формируется множество вариантов алгоритма работы полного боевого расчета А ВВС и ПВО. В блоке 8 происходит оценка соответствия потребного и располагаемого времени, при выполнении условия ( $t_{\text{потр}} \leq t_{\text{расп}}$ ), полученный алгоритм работы полного боевого расчета отбирается в блок 9 для дальнейшего рассмотрения в методике оценки эффективности управления боевыми действиями армии ВВС и ПВО в военном округе на ТВД и в базу данных. В случае невыполнения условия ( $t_{\text{потр}} \leq t_{\text{расп}}$ ), вариант алгоритма корректируется в блоке 4 путем перераспределения оперативно-тактических расчетов и ИРЗ между функциональными группами полного боевого расчета.

**Выводы.** Таким образом, полученная сетевая модель позволяет выполнять требования по своевременности (оперативности) принятия решения, за счет усовершенствованного алгоритма работы должностных лиц полного боевого расчета командного пункта, что позволило сократить продолжительность цикла управления и тем самым повысить эффективность принятия решения командующим армии Военно-воздушных сил.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жиров А.Ю. Основы и применение методов прикладной математики в военном деле: учебник / А.Ю. Жиров и др. Монино: ВВА им. Ю.А. Гагарина, 1991. 512 с.
2. Коновалов Б.И. Теория авиационного управления: учебное пособие / Б.И. Коновалов, Ю.М. Лебедев. СПб.: Издательство «Лань», 2010. 219 с.
3. Гульбис С.И. Классификация показателей эффективности систем управления войсками // Наука и военная безопасность. 2008, № 4. С. 28–31.
4. Сендеров В.Л. Методы принятия управленческих решений: учебное пособие / В.Л. Сендеров, Т.И. Юрченко, Ю.В. Воронцова, Е.Ю. Бровицина. М.: ИНФРА-М, 2016. 227 с.
5. Зубов Н.П. Информационно-расчетное обеспечение выработки решения командующего армией ВВС и ПВО на операцию (боевые действия). Военная мысль № 1 (77), 2017. С. 25–27.

#### REFERENCES

1. Zhiron A.Yu. Osnovy i primenenie metodov prikladnoj matematiki v voennom dele: uchebnik / A.Yu. Zhiron i dr. Monino: VVA im. Yu.A. Gagarina, 1991. 512 p.
2. Kononov B.I. Teoriya aviacionnogo upravleniya: uchebnoe posobie / B.I. Kononov, Yu.M. Lebedev. SPb.: Izdatel'stvo «Lan'», 2010. 219 p.
3. Gul'bis S.I. Klassifikaciya pokazatelej `effektivnosti sistem upravleniya vojskami // Nauka i voennaya bezopasnost'. 2008, № 4. pp. 28–31.
4. Senderov V.L. Metody prinyatiya upravlencheskih reshenij: uchebnoe posobie / V.L. Senderov, T.I. Yurchenko, Yu.V. Voroncova, E.Yu. Brovicina. M.: INFRA-M, 2016. 227 p.
5. Zubov N.P. Informacionno-raschetnoe obespechenie vyrabotki resheniya komanduyushego armiej VVS i PVO na operaciyu (boevye dejstviya). Voennaya mysl' № 1 (77), 2017. pp. 25–27.

© Лён В.Л., 2019



Лён Владислав Леонидович, начальник командного факультета, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж), Россия, 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54А, lenvlad72@gmail.com.