

УДК 623.1/7

DOI: [10.26102/2310-6018/2022.37.2.005](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2022.37.2.005)

Методика построения диалогового режима решения полиадических автоматизированных задач управления на естественно-подобном языке в комплексах средств автоматизации военного назначения

П.А. Морозов , Ю.А. Круталевич, Р.И. Аношин, Н.Н. Беликов

*Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны,
Ярославль, Российская Федерация
tra24@mail.ru *

Резюме: Непрерывное совершенствование средств воздушно-космического нападения вероятного противника приводит к резкому сокращению располагаемого времени на их уничтожение и актуализирует повышение оперативности автоматизированного управления войсками, что, в свою очередь, предъявляет возрастающие требования к быстродействию работы боевых расчетов органов управления. Известные подходы сокращения рабочего времени боевых расчетов органов управления либо малоэффективны, либо приводят к значительным финансовым затратам. Целью исследования является сокращение рабочего времени боевого расчета органа управления за счет уменьшения времени решения полиадических автоматизированных задач управления в комплексах средств автоматизации военного назначения. Для достижения данной цели предложена модификация метода формирования оперативной информации боевым расчетом органа управления за счет представления необходимых данных в процессе решения автоматизированных задач управления в виде продукционно-фреймовой модели. Также использованы совокупности предметных, языковых и графических моделей в качестве информационного ресурса, что позволяет учитывать предикатную структуру запроса боевого расчета органа управления и понятийно-графическое представление объектов отображения при решении полиадических автоматизированных задач управления в диалоговом режиме на естественно-подобном языке. Проведенные экспериментальные исследования на программно-аппаратном комплексе показали, что среднее значение рабочего времени боевого расчета органа управления сократилось на 19,3 % для всех категорий участников эксперимента. Представленное решение предлагается реализовать в виде программного модуля в рамках выполненного на языке программирования высокого уровня C/C++ с применением библиотеки Qt, что позволит его интегрировать в специальное программное обеспечение комплекса средств автоматизации военного назначения.

Ключевые слова: комплекс средств автоматизации, автоматизированные задачи управления, диалоговый режим, оперативная информация, воздушная обстановка, естественно-подобный язык.

Для цитирования: Морозов П.А., Круталевич Ю.А., Аношин Р.И., Беликов Н.Н. Методика построения диалогового режима решения полиадических автоматизированных задач управления на естественно-подобном языке в комплексах средств автоматизации военного назначения. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2022;10(2). Доступно по: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1149> DOI: 10.26102/2310-6018/2022.37.2.005

Methods of constructing a dialog mode for solving polyadic automated control tasks in a natural-like language in military sets of automation tools

P.A. Morozov[✉], Yu.A. Krutalevich, R.I. Anoshin, N.N. Belikov

*Yaroslavl Higher Military School of Air Defense,
Yaroslavl, Russian Federation
mpa24@mail.ru[✉]*

Abstract: The continuous improvement of a potential enemy's means of attacking from air or space leads to a sharp reduction in the available time for their destruction and makes relevant the increase in the efficiency of troop automated control, which, in turn, imposes more requirements for the speed of control body combat crews. Known approaches to lessening the working time of control body combat crews are either ineffective or incur significant financial costs. The aim of the research is to diminish the working time of control body combat calculation by reducing the time for solving polyadic automated control tasks in military automation sets of tools. To achieve the purpose of the study, a modification of the method for generating operational information by the combat calculation of the control body is proposed by presenting the necessary data when solving automated control tasks as a production-frame model. We also employed a set of subject, language and graphic models as an information resource, which allows us to take into account the predicate structure of the control body combat calculation request and the conceptual as well as graphical representation of display objects when solving polyadic automated control tasks in a dialogue mode in a natural-like language. The experimental studies on the software and hardware complex, conducted before, showed that the average value of control body combat calculation working time fell by 19.3% for all categories of participants in the experiment. It is suggested to implement this solution in the form of a software module within the framework of a high-level programming language C/C++ using the Qt library, which will enable it to be integrated into special software for a set of automation tools.

Keywords: set of automation tools, automated control tasks, dialog mode, operational information, air situation, natural-like language.

For citation: Morozov P.A., Krutalevich Yu.A., Anoshin R.I., Belikov N.N. Methods of constructing a dialog mode for solving polyadic automated control tasks in a natural-like language in military sets of automation tools. *Modeling, Optimization and Information Technology*. 2022;10(2). Available from: <https://moitvivot.ru/ru/journal/pdf?id=1149> DOI: 10.26102/2310-6018/2022.37.2.005

Введение

Проведенный анализ показывает, что бурное развитие средств воздушно-космического нападения (СВКН), способов их применения, а также модернизация существующего вооружения и военной техники вероятного противника влечет необходимость совершенствования методов управления войсками [1-3]. В настоящее время, в целях повышения эффективности управления любым воинским формированием, создается автоматизированная система управления (АСУ), которая включает в себя органы управления, автоматизированные пункты управления, оснащенные комплексом средств автоматизации (КСА) и подсистему связи [1].

Одним из показателей эффективности АСУ выступает математическое ожидание числа уничтоженных целей. В свою очередь, наиболее существенным частным показателем функциональной эффективности АСУ, который в большей степени влияет на реализацию возможностей войск (сил) и характеризует ее быстрдействие, является оперативность.

Количественно оперативность системы оценивается рабочим временем боевого расчета органа управления (БР ОУ) – временным интервалом, в течение которого осуществляется последовательное решение задач управления до полного их выполнения [1].

Анализ составляющих рабочего времени БР ОУ показал, что в каждой из них решаются задачи, часть из которых связана с формированием оперативной информации о воздушной обстановке, может быть формализована и решается на автоматизированном рабочем месте, другая – неформализуемая и решается лицами боевого расчета (ЛБР) с учетом их творческих замыслов и условий обстановки, то есть неавтоматизированным способом [1].

Под формированием оперативной информации о воздушной обстановке понимается выборка (извлечение) и объединение в определенном интегрированном виде множества элементов объектов информационной модели отображения по условиям, определяющим требования к оперативной информации. При этом время формирования оперативной информации вносит существенный вклад в значение рабочего времени БР ОУ.

В существующих КСА формирование оперативной информации о воздушной обстановке (ВО) осуществляется ЛБР посредством решения автоматизированных задач управления (АЗУ). Структура любой АЗУ представляется как совокупность процедурной и декларативной информации. Процедурная информация описана в алгоритмах, которые выполняются в процессе решения АЗУ, а декларативная – в данных, с которыми эти алгоритмы работают [4-7]. В зависимости от количества данных D , вводимых ЛБР, все автоматизированные задачи управления целесообразно разделить на унарные и полиадические. Под унарными понимаются задачи, в которых мощность множества данных $|D| = 1$, а под полиадическими – $|D| > 1$.

Решение АЗУ на автоматизированном рабочем месте (АРМ) КСА осуществляется посредством формирования последовательности команд управления с помощью средств ввода информации (клавиатура и манипулятор графической информации типа «мышь») путем последовательного выбора того или иного пункта многоуровневого меню в соответствии с информационной моделью отображения и вводом необходимых данных. При этом именно на формирование команд управления затрачивается значительное количество времени.

Необходимо отметить, что в условиях дефицита времени, которое имеет место в период непосредственной угрозы агрессии и, особенно в военное время при планировании последующих боевых действий, а также в случае сложной воздушной обстановки, которая характеризуется применением противником массированного ракетно-авиационного удара, использованием беспилотных летательных аппаратов, постановщиков помех, происходит резкое возрастание объема информации, а ЛБР приходится выполнять ряд дополнительных действий для правильного принятия решения, что, в свою очередь, приводит к увеличению времени ФОИ, и, как следствие, к увеличению рабочего времени БР ОУ.

Наиболее предпочтительным направлением сокращения рабочего времени БР ОУ является использование естественно-подобного языка при формировании оперативной информации о воздушной обстановке на АРМ КСА.

Для организации такого вида взаимодействия между ЛБР и АРМ КСА известен подход, описанный в [8], однако он применим только для решения унарных АЗУ.

Целью работы является сокращение рабочего времени БР ОУ за счет уменьшения времени решения полиадических автоматизированных задач управления на АРМ КСА.

На основании вышеизложенного и в соответствии с поставленной целью задача состоит в разработке методики построения диалогового режима решения полиадических автоматизированных задач управления на естественно-подобном языке в комплексах средств автоматизации военного назначения.

Предлагаемая методика представляется в виде совокупности этапов и процедур, реализующих логику организации взаимодействия ЛБР и АРМ КСА (Рисунок 1).

Основными компонентами методики выступают:

- этап формирования продукционно-фреймовой модели воздушной обстановки в комплексе средств автоматизации;
- этап формализованного представления запросно-ответных элементов взаимодействия ЛБР и АРМ КСА;
- этап запросно-ответного взаимодействия ЛБР и АРМ КСА при формировании оперативной информации о воздушной обстановке.

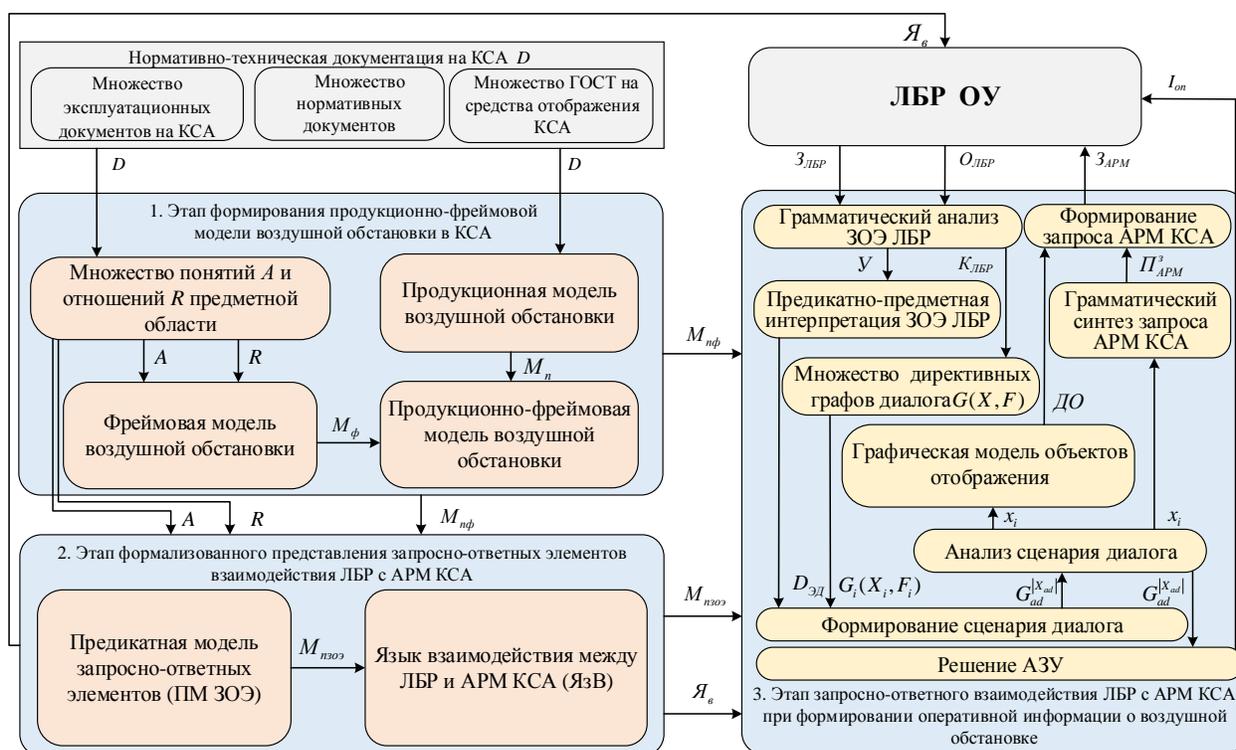


Рисунок 1 – Структура методики построения диалогового режима решения полиадических автоматизированных задач управления на естественно-подобном языке в комплексах средств автоматизации военного назначения

Figure 1 – Structure of the methodology for constructing a dialog mode for solving polyadic automated control tasks in a natural-like language in military sets of automation tools

Материалы и методы

На начальном этапе формирования продукционно-фреймовой модели воздушной обстановки производится анализ предметной области, что позволяет представить знания о ней в виде фреймовой модели воздушной обстановки (ФМ ВО) путем объединения фреймов двух видов: фреймов-ролей и фреймов сценариев [9-13].

Далее на основе анализа множества эксплуатационной документации определяются элементы продукционной модели воздушной обстановки (ПМ ВО) в виде множества наименований продукции P и множества областей их применения G , а также множества ядер $J = \{B \rightarrow C\}$, представляющих собой взаимосвязь antecedентов B и консеквентов C продукции.

После этого осуществляется последовательное формирование множества постусловий применения продукции L на основе множества отношений O между ними. Далее на основе множества постусловий применения и отношений между продукциями производится формирование множества условий применимости ядер продукции U .

Сформированные множества элементов ПМ ВО, на основе функции отображения f_A задают соответствие между любым алгоритмом решения АЗУ $A_i \in \text{ММП}$, из состава математической модели представления (ММП) структуры АЗУ, и набором элементов, образующих i -ю продукцию $n_i = \langle p_i, g_i, u_i, b_i \rightarrow c_i, l_i \rangle$ формула (1).

$$f_A : \text{ММП} \rightarrow \text{ПМ ВО} : \forall A_i \in \text{ММП} \exists! n_i = \langle p_i, g_i, u_i, b_i \rightarrow c_i, l_i \rangle \in \text{ПМ ВО} \quad (1)$$

С целью формирования продукционно-фреймовой модели воздушной обстановки (ПФМ ВО) необходимо выполнить интеграцию ядер продукции с соответствующими им элементами ФМ ВО, а также произвести изменения элементов antecedента ядер продукции с учетом их отношений между собой [12] (Рисунок 2). Для формирования antecedента ядра n_i продукции каждому элементу множества данных ставится в соответствие триплет вида $\sigma_{in(j)}^F$ – «фрейм-слот-значение»: $f_b : b_i \rightarrow \text{ФМ ВО} : \forall dn_{in i}^j \in b_i \exists! \sigma_{in(j)}^F \in \text{ФМ ВО}$, после чего результат отображения представляется в конъюнктивной форме (формула (2)).

$$b_i = \sigma_{in(1)}^F \wedge \sigma_{in(2)}^F \wedge \dots \wedge \sigma_{in(k)}^F. \quad (2)$$

Для формирования консеквента ядра продукции каждому элементу множества данных ставится в соответствие триплет $\sigma_{out(j)}^F$: $f_c : c_i \rightarrow \text{ФМ ВО} : \forall dn_{out i}^j \in c_i \exists! \sigma_{out(j)}^F \in \text{ФМ ВО}$, а результат отображения записывается в конъюнктивной форме (формула (3)).

$$c_i = \sigma_{out(1)}^F \wedge \sigma_{out(2)}^F \wedge \dots \wedge \sigma_{out(z)}^F. \quad (3)$$

Завершающий этап формирования ПФМ ВО направлен на определение элементов antecedентов «дочерних» продукции с учетом находящихся с ними в отношениях ядер «родительских» продукции. Это обусловливается тем, что имеются случаи, когда необходимыми для решения АЗУ входными значениями являются результаты решения ряда других АЗУ, при этом antecedенты их ядер могут содержать одинаковые элементы. В этом случае у ЛБР возникает необходимость многократного ввода дублируемых данных как при решении «родительской», так и «дочерней» АЗУ, что, в свою очередь, приводит к увеличению времени, затрачиваемому на их решение. Для устранения этого недостатка последовательно выполняются операции по определению множеств эквивалентных antecedентов и консеквентов «родительских» и «дочерних» продукции, и их объединение в одну продукцию с вложением.

Наличие возможности использования только имеющейся совокупности предметных терминов и понятий, заданных предметной областью, недостаточно для определения требуемого способа взаимодействия ЛБР и АРМ КСА. Поэтому, разрабатываемая методика должна включать языковые средства, которые позволят выразить предметное содержание элементов взаимодействия ЛБР и АРМ КСА в естественно-подобной языковой структуре [14-16].

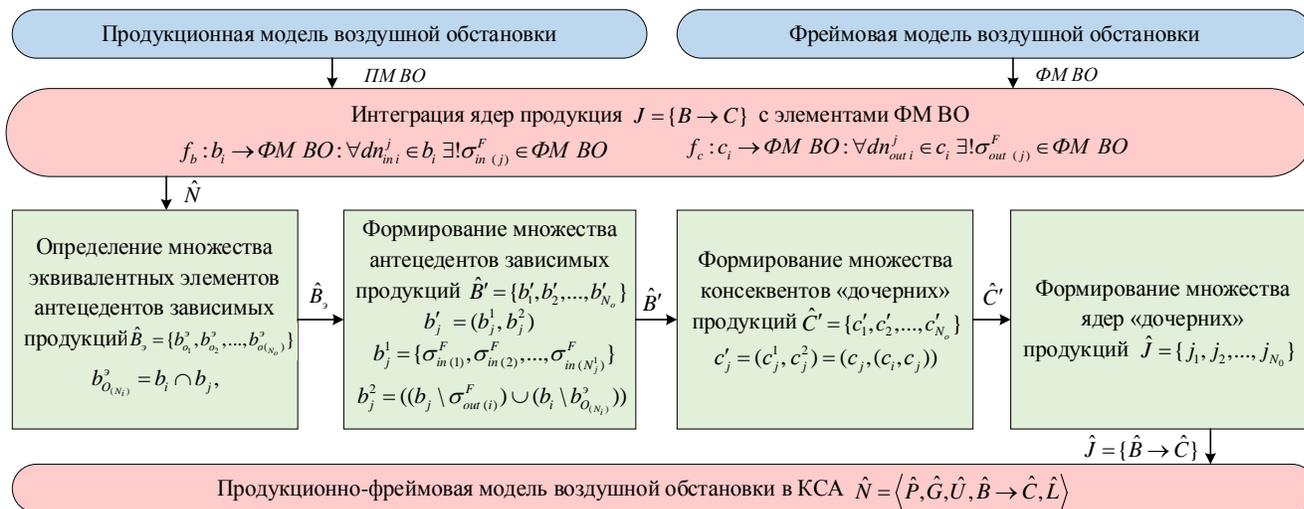


Рисунок 2 – Формирование производственно-фреймовой модели воздушной обстановки
Figure 2 – Development of an air situation production-frame model

Это требует решения задачи определения и формализации структуры элементов взаимодействия, позволяющих ЛБР задавать условия решения АЗУ, с использованием предметных понятий и терминов естественного языка, что осуществляется на этапе формализованного представления запросно-ответных элементов взаимодействия ЛБР и АРМ КСА. Такие языковые элементы взаимодействия предлагается назвать запросно-ответными элементами (ЗОЭ).

В работе решение задачи, связанной с разработкой способа формализованного представления запросно-ответных элементов взаимодействия ЛБР и АРМ КСА, осуществляется за счет решения двухчастных задач (Рисунок 3):

- разработки формализованного описания структуры ЗОЭ взаимодействия;
- представления ЗОЭ взаимодействия на естественно-подобном языке.

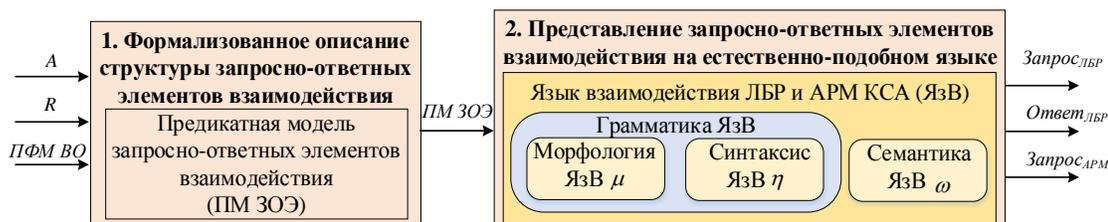


Рисунок 3 – Общая структура способа формализованного представления ЗОЭ взаимодействия ЛБР и АРМ КСА

Figure 3 – General structure of the method of formalized ZOE representation of the interaction between CBD and APM KSA

В зависимости от распределения ролей между участниками взаимодействия все ЗОЭ, разделяются на запрос и ответ O .

Также в процессе взаимодействия между ЛБР и АРМ КСА возможны случаи перехвата инициативы, когда участники взаимодействия меняются ролями с целью уточнения недостающих им данных. Описанная особенность взаимодействия обуславливает необходимость формализации структуры запросов и ответов как со стороны ЛБР, так и стороны АРМ КСА. Учитывая это множество ЗОЭ взаимодействия представляется в виде формулы (4):

$$ЗОЭ = Z_{ЛБР} \vee Z_{АРМ} \vee O_{ЛБР}, \quad (4)$$

где $Z_{ЛБР}$ – множество запросов ЛБР, $Z_{АРМ}$ – множество запросов АРМ КСА, $O_{ЛБР}$ – множество ответов ЛБР.

ЗОЭ, инициирующий любое взаимодействие, является запрос. В общем виде любой запрос соответствует общепринятой структуре, приведенной в формуле (5):

$$\text{Запрос} = \langle \text{Команда}, \text{Данные} \rangle \quad (5)$$

В данной структуре поле «Команда» определяет цель, на выполнение которой направлен запрос. Учитывая цели участников взаимодействия, целесообразно в структуре запроса ЛБР $Z_{ЛБР}$ поле «Команда» представить в виде двухкомпонентного кортежа $K = \langle dr, nc \rangle$, $dr \in Dr$, $nc \in Nc$, где Dr – множество директив, а Nc – множество названий (имен) АЗУ, являющихся их уникальными идентификаторами. При формировании запроса со стороны АРМ КСА $Z_{АРМ}$, поле «Команда» представляется в виде множества требований системы на ввод недостающих данных.

Как в запросе ЛБР, так и в запросе АРМ КСА поле «Данные» определяется множеством $D = \{\hat{d}_1, \hat{d}_2, \dots, \hat{d}_m\}$, где каждый элемент $\hat{d}_i \in D$ задает множество значений атрибута объекта $\hat{d}_i = \{d_i^1, d_i^2, \dots, d_i^k\}$. Принимая во внимание, что данные представляются значениями атрибутов объектов, предлагается определять их на основе условий $Y = \{y_1^{n_1}, y_2^{n_2}, \dots, y_m^{n_m}\}$, где $y_i^{n_i} \in Y$ – элементарное условие, с арностью n_i . Каждое такое элементарное условие является функцией, задаваемой над множеством объектов предметной области и их атрибутами $y_i^{n_i}(\hat{O}, At) \rightarrow \hat{d}_i$.

Формально атрибуты объектов, участвующих в определении элементарных условий, записываются в форме отношений вида $\alpha R \beta$ или $R(\alpha, \beta)$, где α и β являются предметными понятиями естественного языка, а R определяет вид отношения между ними. Таким образом, элементарные условия удобно выражать в виде суждений, используя форму высказываний об атрибутах объектов и отношениях между ними.

Поскольку элементы отношений могут быть предметными переменными, использование только логики высказываний может быть недостаточно для определения элементарных условий. Поэтому при формировании условий на основе отношений используется предикатная форма записи, которая основывается на логике предикатов первого порядка. Использование языка предикатов позволяет создавать сложные высказывания, которые при формальной записи используют операции алгебры логики: конъюнкция, дизъюнкция, отрицание, а также кванторы существования и общности.

Таким образом, формируется предикатная модель ЗОЭ (ПМ ЗОЭ), в которой с помощью формул логики предикатов записываются условия, а запрос и ответ представляется в виде предложений, которые используют предикатные формулы и понятия естественного языка.

Разработанная структура и правила формирования ЗОЭ взаимодействия между ЛБР и АРМ КСА позволяют определять условия на естественно-подобном языке, которые предлагается называть языком взаимодействия (*ЯзВ*). Для использования *ЯзВ* разрабатываются правила построения предложений ЗОЭ взаимодействия на основе формальной контекстно-свободной грамматики G , представленной в расширенной форме записи Бэкуса-Наура [16]. Грамматика G определяет не только морфологию и синтаксис языка *ЯзВ*, но также и множество смыслов ЗОЭ с точки зрения предметной области (семантику языка). Совокупность морфологических μ , синтаксических η и семантических ω правил грамматики G позволяет автоматически выполнять грамматический разбор ЗОЭ взаимодействия ЛБР и АРМ КСА. Данные правила определяют процедурно-алгоритмическую основу реализации предложенного способа запросно-ответного взаимодействия ЛБР и АРМ КСА.

На этапе запросно-ответного взаимодействия ЛБР и АРМ КСА при формировании оперативной информации о воздушной обстановке осуществляется интеграция всех моделей, предложенных в работе. В соответствии с совокупностью задач, возложенных на предложенный способ в его структуре, выделяют следующие этапы: формализация структуры диалога между ЛБР и АРМ КСА, грамматический анализ ЗОЭ взаимодействия, поступающих от ЛБР, предикатно-предметная интерпретация условий ЗОЭ взаимодействия, формирование сценария диалога, формирование запросов АРМ КСА в соответствии с сценарием диалога.

Формализация структуры диалога осуществляется в виде графовой модели взаимодействия ЛБР и АРМ КСА, которая представляет собой совокупность множества директивных графов диалога и подробно описана в [17].

Грамматический анализ ЗОЭ взаимодействия основан на последовательном выполнении процедур морфологического, синтаксического и семантического анализа. Он позволяет определить структуру ЗОЭ взаимодействия и установить запрос или ответ от ЛБР. Для запроса ЛБР определяется команда и множество условий, содержащих данные, вводимые ЛБР. Для ответа ЛБР определяются только множество данных.

Предикатно-предметная интерпретация устанавливает предметную корректность ЗОЭ взаимодействия и формирует множество предикатных структур ЗОЭ в предметных терминах, соответствующих условиям $U_{ЗОЭ}$. Множество предикатных структур ЗОЭ позволяет определить совокупность данных ЗОЭ $D_{ЗОЭ}$, введенных ЛБР.

После определения множества данных ЗОЭ выполняется ряд процедур, направленных на формирование сценария диалога запросно-ответного взаимодействия ЛБР и АРМ КСА. На основании анализа сценария диалога производится определение достаточности данных для решения АЗУ и принятие решения об организации диалога в дальнейшем.

Формально такой сценарий представляется в виде пути, длина которого равна мощности множества данных, необходимых для решения АЗУ, а последовательность шагов диалога в нем определяется по правилу минимального значения веса каждого следующего шага.

Для принятия решения об организации диалога в дальнейшем производится проверка условия: равняется ли мощность множества шагов диалога в сформированном сценарии нулю $|X_{ad}| = 0$. Когда результат сравнения принимает значение «истина», делается вывод, что все данные, необходимые для решения АЗУ, введены и выполняется ее решение. В случае, если мощность множества шагов диалога не равна нулю, выполняются процедуры, направленные на получение недостающих данных. Для этого определяется шаг диалога с минимальным весом $x_i = \min(w(X_{ad}))$ и производится формирование запроса АРМ КСА.

Формируемый запрос АРМ КСА представляется в виде предложения P_3^{APM} на естественно-подобном языке и графической информации в виде диалогового окна DO_3^{APM} , отображающего множество допустимых значений запрашиваемой информации.

Результаты

Для экспериментальной проверки предлагаемой методики был разработан аппаратно-программный комплекс (АПК) [18], программное обеспечение которого позволяет полностью воспроизвести информационную модель АРМ КСА, а также определен перечень решаемых АЗУ и категории участников экспериментальных исследований. На завершающем этапе были оценены временные показатели работного времени БР ОУ при использовании штатных средств ввода и предлагаемой методики, а также проведена статистическая обработка результатов эксперимента и оценка эффективности предлагаемой методики.

Аппаратно-программной основой для проведения эксперимента выступило АРМ командира зенитного ракетного полка (зрп), представляющее собой унифицированный инструмент для работы ЛБР ОУ полка в условиях ограничения по времени и срокам на принятие решения. В качестве одной из компонент АПК разработан программный модуль взаимодействия ЛБР и АРМ КСА на основе запросно-ответных элементов, реализующий предложенную методику.

Возможность параллельного способа работы ЛБР ОУ позволила произвести оценку работного времени БР ОУ только для одного лица из состава полного боевого расчета зрп – начальника разведки.

Для проведения экспериментальной проверки предложенной методики создано тридцать вариантов различной воздушной обстановки, побуждающих ЛБР к решению АЗУ.

Определены четыре категории участников: курсанты 5 курса, преподаватели с классной квалификацией «специалист 3 класса», преподаватели с классной квалификацией «специалист 2 класса», преподаватели с классной квалификацией «специалист 1 класса».

На заключительном этапе проведена статистическая обработка результатов эксперимента. Эффективность применения разработанной методики оценивалась на основе сокращения среднего значения работного времени БР ОУ при использовании предложенной методики $T_{\text{раб ср.}}^{БР ОУ'}$, относительно среднего значения работного времени БР ОУ при использовании штатных средств ввода информации АРМ КСА $T_{\text{раб ср.}}^{БР ОУ}$ по формуле (6).

$$\square T_{\text{раб}}^{БР ОУ} = \frac{T_{\text{раб ср.}}^{БР ОУ} - T_{\text{раб ср.}}^{БР ОУ'}}{T_{\text{раб ср.}}^{БР ОУ}}. \quad (6)$$

В соответствии с полученными результатами среднее значение сокращения рабочего времени БР ОУ для всех категорий участников составило 10 минут 47 секунд.

Численные расчеты, выполненные на основании количественных результатов эксперимента, показывают, что при использовании предложенной методики осуществляется относительное сокращение значения рабочего времени БР ОУ $\square T_{\text{раб}}^{\text{БР ОУ}}$ для первой группы участников эксперимента на 18,5 %, для второй группы участников эксперимента на 18,4 %, для третьей группы участников эксперимента на 20,3 %, для четвертой группы участников эксперимента на 19,8 %, для всех группы участников эксперимента на 19,3 %.

Обсуждение

Основные этапы методики предлагается реализовать в виде программного модуля диалоговой системы комплекса средств автоматизации военного назначения выполненного на языке программирования высокого уровня C/C++ с применением библиотеки QT. Реализация предлагаемого решения в виде кроссплатформенного программного модуля позволит интегрировать его в существующее специальное программное обеспечение средств автоматизации.

Заключение

В статье проведен анализ факторов, обуславливающих необходимость сокращения рабочего времени БР ОУ. Анализ применения КСА ВКС показывает, что существующие методы и средства информационной поддержки ЛБР характеризуются большими временными затратами на формирование оперативной информации в случае сложной воздушной и помеховой обстановки.

Для сокращения рабочего времени боевого расчета органа управления разработана соответствующая методика, которая включает совокупность моделей и этапов, учитывающих процедурные и декларативные знания, а также языковые аспекты решения автоматизированных задач управления ЛБР на АРМ КСА. Предложенная формализация и общая логика методики формирования оперативной информации о воздушной обстановке позволяет организовать диалог на естественно-подобном языке и автоматизировать операцию формирования оперативной информации о воздушной обстановке.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Бурмистров С.К. *Справочник офицера воздушно-космической обороны*. Тверь: ВА ВКО; 2006. 564 с.
2. Ашурбейли И.Р. *Третья сфера вооружённой борьбы: зарождение и становление*. М.; 2016. 106 с.
3. Бориско С.Н., Горемыкин С.А. Анализ состояния воздушно-космических сил России. Перспективы развития. *Военная мысль*. 2019;1:25–37.
4. Велихов А.В. *Основы информатики и компьютерной техники: учебное пособие для вузов*. М: Букпресс; 2006. 544 с.
5. Дейт К.Дж. *Введение в системы баз данных*. 8-е издание. Санкт-Петербург: Вильямс; 2006. 1328 с.
6. Попов Э.В. *Общение с компьютером на естественном языке*. 3-е издание, стереотип. М.: ЛЕНАНД; 2021. 360 с.

7. Рыбина Г.В. *Основы построения интеллектуальных систем*: учеб. пособ. М.: Финансы и статистика; 2014. 432 с.
8. Морозов П.А., Зюзин А.В., Круталевич Ю.А., Аношин Р.И. Способ сокращения рабочего времени комплекса средств автоматизации на основе применения запросов на естественно-подобном языке. *Информационно-измерительные и управляющие системы*. 2020.3:5–15.
9. Минский М. *Фреймы и представление знаний*. М.: Энергия; 1979. 150 с.
10. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. *Базы знаний интеллектуальных систем*. СПб.: Питер; 2000. 384 с.
11. Морозов П.А., Круталевич Ю.А., Аношин Р.И. Термины и понятия естественно-подобного языка. *Воздушно-космический рубеж*. 2018;3(5):104–108.
12. Гасанов Э.Э., Кудрявцев В.Б. *Интеллектуальные системы. Теория хранения и поиска информации*. М.: Издательство Юрайт; 2019. 271 с.
13. Омельченко Т.В. Моделирование процесса аккумуляции знаний о рынке труда на базе фреймового представления. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2010;13:266–272.
14. Гордеев А.В., Молчанов А.Ю. *Системное программное обеспечение*. Санкт-Петербург: Питер; 2004. 736 с.
15. Ахо А., Ульман Дж. *Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции*. В 2-х т. Т.1: Синтаксический анализ. М.: Мир; 1978; 612 с.
16. Гинзбург С. *Математическая теория контекстно-свободных языков*. М.: Мир; 1970. 326 с.
17. Морозов П.А. Способ формирования графовой модели диалогового режима решения автоматизированных задач управления на естественно-подобном языке. *Воздушно-космические силы. Теория и практика*. 2021;18:147–157.
18. Аношин Р.И., Морозов П.А., Круталевич Ю.А. Свид. 2018610186 Российская Федерация, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Программа имитации автоматизированного рабочего места комплекса средств автоматизации «Фундамент».

REFERENCES

1. Burmistrov S.K. *Handbook of the officer of aerospace defense*. Tver: VA East Kazakhstan Region; 2006. 564 p. (In Russ.)
2. Ashurbeyli I.R. *The third sphere of armed struggle: the origin and formation*. M.; 2016. 106 p. (In Russ.)
3. Borisko S.N., Goremykin S.A. Analysis of the state of the aerospace forces of Russia. Development prospects. *Voyennaya mysl' = Military thought*. 2019;1:25–37. (In Russ.)
4. Velikhov A.V. *Fundamentals of computer science and computer technology: a textbook for universities*. M: Bukpress; 2006. 544 p. (In Russ.)
5. Data K.J. *Introduction to database systems. 8th edition*. St. Petersburg: Williams; 2006. 1328 p. (In Russ.)
6. Popov E.V. *Communication with a computer in a natural language*. 3rd edition, stereotype. M.: LENAND; 2021. 360 p. (In Russ.)
7. Rybina G.V. *Fundamentals of building intelligent systems: textbook. the manual*. M.: Finance and statistics; 2014. 432 p. (In Russ.)

8. Morozov P.A., Zyuzin A.V., Krutalevich Yu.A., Anoshin R.I. A way to reduce the working time of a complex of automation tools based on the use of queries in a naturally similar language. *Informatsionno-izmeritel'nyye i upravlyayushchiye sistemy = Information-measuring and control systems*. 2020;3:5–15. (In Russ.)
9. Minsky M. *Frames and representation of knowledge*. M.: Energy; 1979. 150 p. (In Russ.)
10. Gavrilova T.A., Khoroshevsky V.F. *Knowledge bases of intelligent systems*. St. Petersburg: Peter; 2000. 384 p. (In Russ.)
11. Morozov P.A., Krutalevich Yu.A., Anoshin R.I. Terms and concepts of a natural-like language. *Vozdushno-kosmicheskiy rubezh = The aerospace frontier*. 2018;3(5):104–108. (In Russ.)
12. Hasanov E.E., Kudryavtsev V.B. *Intelligent systems. Theory of information storage and retrieval*. Moscow: Yurayt Publishing House; 2019. 271 p. (In Russ.)
13. Omelchenko T.V. Modeling of the process of accumulation of knowledge about the labor market on the basis of a frame representation. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Orenburg State University*. 2010;13:266–272. (In Russ.)
14. Gordeev A.V., Molchanov A.Yu. *System software*. St. Petersburg: Peter; 2004. 736 p. (In Russ.)
15. Aho A., Ullman J. *Theory of syntactic analysis, translation and compilation*. In 2 volumes. Vol. 1: Syntactic analysis. Moscow: Mir; 1978; 612 p. (In Russ.)
16. Ginzburg S. *Mathematical theory of context-free languages*. Moscow: Mir; 1970. 326 p. (In Russ.)
17. Morozov P.A. Method of forming a graph model of the dialog mode for solving automated control tasks in a naturally similar language. *Vozdushno-kosmicheskiye sily. Teoriya i praktika = Aerospace Forces. Theory and practice*. 2021;18:147–157. (In Russ.)
18. Anoshin R.I., Morozov P.A., Krutalevich Yu.A. Svid. 2018610186 Russian Federation, Certificate of state registration of a computer program. The program of imitation of the automated workplace of the complex of automation tools "Foundation". (In Russ.)

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Морозов Павел Андреевич, кандидат технических наук, доцент, докторант Ярославского высшего военного училища противовоздушной обороны, Ярославль, Российская Федерация.
e-mail: mpa24@mail.ru

Morozov Pavel Andreevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Doctoral Student of Yaroslavl Higher Military School of Air Defense, Yaroslavl, Russian Federation.

Круталевич Юрий Александрович, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры автоматизированных систем управления Ярославского высшего военного училища противовоздушной обороны, Ярославль, Российская Федерация.
e-mail: krutalevich.87@mail.ru

Krutalevich Yuri Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Automated Control Systems of Yaroslavl Higher Military School of Air Defense, Yaroslavl, Russian Federation.

Аношин Роман Игоревич, преподаватель кафедры автоматизированных систем управления Ярославского высшего военного училища противовоздушной обороны, Ярославль, Российская Федерация.

Anoshin Roman Igorevich, Lecturer of the Department of Automated Control Systems of Yaroslavl Higher Military School of Air Defense, Yaroslavl, Russian Federation.

e-mail: roman88an@gmail.com

Беликов Никита Николаевич, адъюнкт **Belikov Nikita Nikolaevich**, Adjunct of Ярославского высшего военного училища Yaroslavl Higher Military School of Air противовоздушной обороны, Ярославль, Defense, Yaroslavl, Russian Federation. Российская Федерация.

e-mail: kishum.68@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 17.03.2022; одобрена после рецензирования 31.03.2022; принята к публикации 18.04.2022.

The article was submitted 17.03.2022; approved after reviewing 31.03.2022; accepted for publication 18.04.2022.