

УДК 62-50

С.И. Иванов, Ю.В. Недашковский, А.Н. Бесчасный

*Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков*

## ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЙ О ДЕЙСТВИЯХ ДЕЖУРНЫХ СРЕДСТВ ВОЗДУШНЫХ СИЛ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ НАРУШЕНИЙ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА

*Рассматривается метод представления знаний о возможных действиях дежурных средств Воздушных Сил в отношении воздушных судов, являющихся нарушителями правил использования воздушного пространства Украины. Предлагается порядок формализации априорных знаний о действиях дежурных средств и представление их в удобном виде для введения в базу знаний подсистемы поддержки принятия решений по действиям дежурных средств Воздушных Сил в составе АСУ дежурного режима.*

**Ключевые слова:** знания, модель представления знаний, сценарий, сцена, продукционное правило вывода.

### Введение

Одой из проблем любого государства является проблема контроля и защиты воздушного пространства от несанкционированного использования. Решается эта проблема путем организации специальной системы контроля воздушного пространства в пределах государственных границ государства, основными задачами которой является выявление воздушных судов-нарушителей правил использования воздушного пространства и пресечение полетов таких судов со стороны специально выделенных из состава Воздушных Сил дежурных средств [1, 2].

### Основная часть

В рамках существующей системы контроля воздушного пространства Украины названные задачи решаются вручную. Это приводит к значительным затратам людских и временных ресурсов сил и средств Воздушных Сил и снижению оперативности и качества контроля воздушного пространства. Снизить указанные затраты и повысить оперативность и качество решения задач контроля воздушного пространства Украины в условиях сокращения Вооруженных Сил можно только путем автоматизации процессов распознавания типов нарушений правил использования воздушного пространства и решения задач принятия решений дежурным персоналом командных пунктов (КП) и планирования действий подчиненных ему дежурных средств Воздушных Сил.

В соответствии с действующими международными и внутригосударственными законодательными документами воздушные суда, которые являются нарушителями правил использования воздушного пространства (ВС – нарушители), могут классифицироваться как суда, представляющие угрозу пересечения государственной границы (УППГ), суда, пересекающие государственную границу (ППГ), суда, совершающие нарушения режимов полетов (НРП), суда, в отношении которых совершается угон за пределы государственной границы (УВС), и суда, на которых возникла форс-мажорная ситуация

(ФМС) [3]. Этими же документами определяется строгий порядок и меры воздействия со стороны дежурных средств Воздушных Сил в отношении судов, совершающих одно их названных нарушений. Обычно этот порядок представляется либо в виде утвержденных планов действий, либо в виде типовых алгоритмов действий дежурных средств Воздушных Сил. В том и другом случаях они не предназначены для автоматизированного их применения оперативным персоналом КП Воздушных Сил.

Особенностью типовых планов(алгоритмов) действий дежурного оперативного персонала КП и дежурных средств Воздушных Сил является то, что элементарные действия их представлены в словесном (лингвистическом) виде и отражают причинно-следственные (каузальные) сведения о действиях дежурных средств. Операций, описывающих какие-либо аналитические действия в них, практически нет. В связи с этим с целью автоматизации принятия решений по предотвращению нарушений воздушного пространства названные планы или алгоритмы действий дежурных средств целесообразно представлять в виде сетевых структур стандартных последовательностей действий дежурных средств, которые описывают модели представления знаний о последовательностях связанных событий (элементарных действий) и определяются как сценарии [4, 5]. Указанные сценарии должны быть взяты в качестве исходных данных для построения модели представления знаний о действиях дежурных средств. Для примера типовой сценарий действий оперативного персонала КП и дежурных средств Воздушных Сил по воздушному судну, представляющему угрозу пересечения государственной границы (ВС – нарушителю), приведен на рис. 1, а перечень элементарных действий входящих в сценарий – в табл. 1.

Анализ состава элементарных действий типового сценария позволяет указанные действия дежурных средств Воздушных Сил разделить на два типа: безальтернативные и альтернативные элементарные действия. Безальтернативные элементарные действия

представляют собой отдельные функционально – заданные операции, а альтернативные – условия их выполнения. Объединим последовательности безальтернативных действий в группы и в конце каждой такой группы присоединим альтернативное действие, которое указывает порядок выполнения элементарных действий при различных характеристиках и ответных реакций воздушных судов – нарушителей. Назовем эти объединения сценами действий. Перечень таких сцен действий приведен в табл. 2.

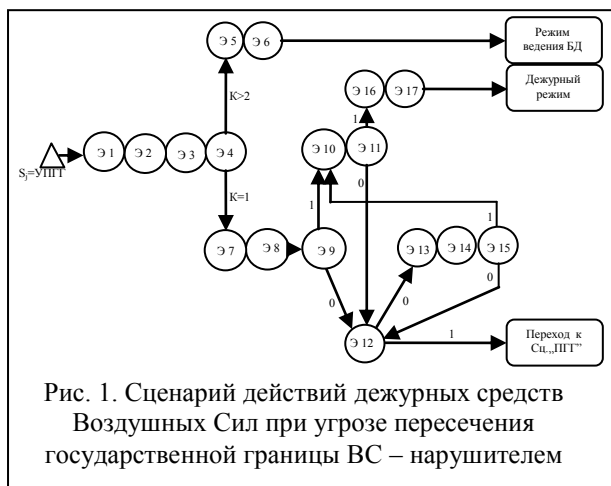


Рис. 1. Сценарий действий дежурных средств Воздушных Сил при угрозе пересечения государственной границы ВС – нарушителем

Таблица 2

Перечень сцен действий дежурных сил Воздушных Сил при угрозе пересечения государственной границы ВС – нарушителем

Номер сцены	Наименование сцены действий	Состав сцены
Сц.1	Приведение дежурных средств в готовность №1	Э1, Э2, Э3, Э4
Сц.2	Приведение войск в готовность №1	Э5, Э6
Сц.3	Назначение дежурных средств Воздушных Сил	Э7, Э8, Э9
Сц.4	Предупреждение о УПГТ	Э10, Э11
Сц.5	Оценка УПГТ	Э12
Сц.6	Полет(наведение) дежурного средства	Э13, Э14, Э15
Сц.7	Перевод дежурных средств в готовность №2	Э16, Э17

Имя фрейма: Сц.1  
 Slot 1: Имя: Усилить разведку  
 Значение: номер ВС – нарушителя  
 Slot 2: Имя: Привести дежурные средства в готовность №1  
 Значение:  $ПрГ1_i=1$   
 Slot 3: Имя: Оповестить КП  
 Значение:  $ПрОп_r=1$   
 Slot 4: Имя: Определить характеристики ВС – нарушителя  
 Значение:  $ПрГП_{св}=1, k_j$   
 Slot 5: Имя: Процедура перехода  
 Значение:  $k_j=1 \rightarrow$  Сц.3  
 $k_j \geq 1 \rightarrow$  Сц.2

Рис. 2. Пример фрейма Сц.1

Таблица 1  
 Перечень элементарных действий дежурных средств Воздушных Сил

Номер элементарных действий	Наименование элементарного действия
Э1	Усилить разведку воздушной обстановки
Э2	Привести дежурные средства в готовность №1
Э3	Оповестить взаимодействующие КП и ПУ
Э4	Определить характеристики ВС – нарушителя
Э5	Привести Воздушные Силы в готовность №1
Э6	Передать руководство командиру
Э7	Назначить дежурное средство Воздушных Сил
Э8	Вызов смены усиления КП
Э9	Установить наземную связь с ВС – нарушителем
Э10	Предупредить ВС – нарушитель о УПГТ
Э11	Оценить реакцию ВС – нарушителя на предупреждение
Э12	Оценить УПГТ
Э13	Поднять в воздух дежурные средства Воздушных Сил
Э14	Выполнить полет к ВС – нарушителю
Э15	Установить воздушную связь с ВС – нарушителем
Э16	Привести дежурные средства в готовность №2
Э17	Отозвать смену усиления КП

Каждую сцену действий удобно представить в виде фрейма по известной структуре, под которым следует понимать структуру знаний для представления стереотипной ситуации[4, 5]. Пример фрейма сцены Сц.1 „Приведение дежурных средств в готовность №1” приведен на рис. 2.

В приведенном фрейме передача управления на следующие фреймы будет выполняться по продукционным правилам, при этом условия перехода могут быть либо известны заранее, как отдельные характеристики воздушного судна, либо определяться в ходе формирования плана действий дежурных средств Воздушных Сил. К последним относятся выяснения в ходе планирования факта наличия наземной связи, факта наличия воздушной связи, факта положительной реакции ВС – нарушителя на предупреждение, оценки угрозы пересечения государственной границы ВС – нарушителем (т.е.  $ПрНС_j$ ,  $ПрВС_j$ ,  $ПрВЫП_j$ ,  $\delta_{упгт}$ ). При этом степень угрозы пересечения государственной границы воздушным судном – нарушителем следует выявлять автоматически с помощью отдельного программного модуля и периодически подключаемого к фрейму – классу, который следует назвать „Сценарий УПГТ”. Пример структуры такого фрейма представлен на рис. 3. Приведенная структура фрейма – класса „Сценарий УПГТ” позволяет построить систему продукционных правил вывода порядка (плана) действий дежурных средств Воздушных Сил по воздушным судам, описываемым различными характеристиками и ответными действиями по отношению к дежурным средствам Воздушных Сил. В качестве примера приведем систему правил вывода для „Сценария УПГТ”:

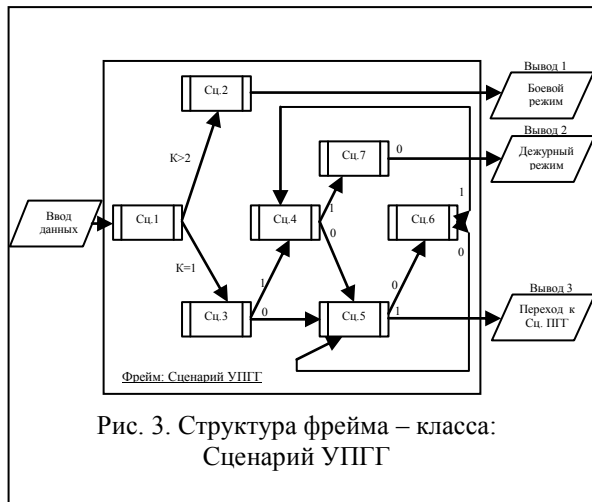


Рис. 3. Структура фрейма – класса:  
Сценарий УПГТ

- V1:  $S_j = S_{упгг} \Rightarrow Сц. 1;$   
 V2:  $K_j = 1 \Rightarrow Сц. 3,$  иначе {Сц.2, Вывод1};  
 V3:  $PrHC_j = 1 \Rightarrow Сц. 4,$  иначе Сц.5;  
 V4:  $PrBbП_j = 1 \Rightarrow \{Сц. 7, Вывод2\},$  иначе Сц.5;  
 V5:  $\delta_{упгг} = 1 \Rightarrow Вывод3,$  иначе Сц.6;  
 V6:  $\delta_{упгг} = 1 \Rightarrow Сц. 4,$  иначе Сц.5.

Аналогичным образом следует поступить в отношении других типовых алгоритмов, описывающих порядок действий по остальным типам нарушений правил использования воздушного пространства.

В связи с вышеизложенным, можно указать следующие этапы представления знаний о действиях дежурных средств Воздушных Сил по предотвращению нарушений воздушного пространства:

1. Представление типовых планов (алгоритмов) действий дежурных средств Воздушных Сил в виде типовых сценариев элементарных действий в соответствии с заданными ситуациями нарушений воздушного пространства.

2. Выявление альтернативных и безальтернативных элементарных (единичных) действий дежурных средств Воздушных Сил.

3. Объединение альтернативных и безальтернативных элементарных действий в группы и представление их в виде „сцен действий”.

4. Представление каждой „сцены действий” в виде фреймов „сцен действий”.

5. Объединение фреймов „сцен действий” в фреймы-классы сценариев действий дежурных средств Воздушных Сил по типовым нарушителям воздушного пространства.

6. Описание фреймов-классов в виде системы продукционных правил(системы продукций).

Приведенный метод представления знаний отличается от известных введением в него процедур классификации и группирования элементарных действий

объекта управления, использованием фреймовых структур для описания как сцен действий, так сценариев действий в виде фреймов – подклассов и фреймов – классов соответственно, использованием для управления действиями дежурных средств Воздушных Сил по предотвращению нарушений воздушного пространства продукционных правил вывода. В связи с этим метод представления знаний можно определить как комбинированный, продукционно-фреймовый.

Предлагаемый продукционно-фреймовый метод представления знаний может использоваться для решения задач приобретения знаний от источников и преобразования их в требуемую для переноса их в базу знаний форму, для пополнения знаний о действиях дежурных средств Воздушных Сил по вновь возникающим нарушениям воздушного пространства, для формирования поведенческих процедур и построения планов действий дежурных средств Воздушных Сил по возникающим ситуациям действий самолетов-нарушителей воздушного пространства.

## Выводы

Таким образом, описанный метод представления знаний позволяет формализовать априорные знания о действиях дежурных средств Воздушных Сил, представить их в удобном для введения в базу знаний виде и использовать их при построении математического и программного обеспечения подсистемы поддержки принятия решений в составе АСУ дежурного режима.

## Список литературы

1. Зими́на Г.В. Развитие противовоздушной обороны / Г.В. Зими́на – М.: Воениздат, 1976. – 200 с.
2. Автоматизация управления войсками (Методологические проблемы) / Под рук. В.М. Бондаренко. – М.: Воениздат, 1977. – 301 с.
3. Иванов С.И. Модель представления знаний о типах нарушений правил движения воздушными судами / С.И. Иванов, С.В. Сомов // Збірник наукових праць ХВУ. – Х., 2002. – Вип. 1 (39). – С. 46-50.
4. Искусственный интеллект. В 3-х книгах. Кн.2. Модели и методы: справочник / Под ред. Д.А. Поспелова. – М.: Радио и связь, 1990. – 304 с.
5. Осуга С. Обработка знаний: пер. с японского / С. Осуга. – М.: Мир, 1989. – 293 с.

Поступила в редколлегию 18.12.2009

Рецензент: д-р техн. наук, доцент К.А. Метешкин, Славянский гуманитарный университет, Харьков.

## ПРЕДСТАВЛЕННЯ ЗНАТЬ ПРО ДІЇ ЧЕРГОВИХ ЗАСОБІВ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІЗ ЗАПОБІГАННЯ ПОРУШЕНЬ ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

С.І. Іванов, Ю.В. Недашковський, А.Н. Бесчасний

Розглядається метод представлення знань про можливі дії чергових засобів Повітряних сил стосовно повітряних суден, які є порушниками правил використання повітряного простору України. Пропонується порядок формалізації априорних знань про дії чергових засобів Повітряних сил та зображення їх у вигляді, зручному для введення до бази знань

*підсистеми підтримки прийняття рішень щодо дій чергових засобів Повітряних сил у складі АСУ чергового режиму.*

*Ключові слова: знання, база знань, модель подання знань, сценарій, сцена, продукційне правило виводу.*

**PRESENTATION OF KNOWLEDGE ABOUT THE ACTIONS OF ORDERLY AIR FORCES CONCERNING PREVENTION OF AIR SPACE'S VIOLATION**

S.I. Ivanov, Yu.V. Nedashevskiy, A.N. Beschasny

*The method of presentation of knowledge about possible actions of orderly air forces with regard to aircrafts-intruders of Ukrainian air space usage' rules, is considered. The procedure of formalization of a priori knowledge about actions of orderly air forces and of their presentation in suitable condition for bringing in knowledge base of subsystem of making decisions' support concerning actions of orderly air forces in the structure of ASC (automatic systems of control) of orderly regime.*

*Keywords: knowledge, knowledge base, model of knowledge presentation, scenario, scene, productive rule of withdrawal.*