

МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ «ВИРТУАЛЬНОГО МИРА» ОПЕРАТОРА УПРАВЛЯЕМОГО РАССРЕДОТОЧЕННОГО ОБЪЕКТА В ХОДЕ УЧЕНИЙ

Кузнецов Д.Н., Малышев В.А.

ВУНЦ ВВС "ВВА" имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина (г. Воронеж) (394064, Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54а), e-mail: vrnh@bk.ru

Существующие методы обучения операторов пунктов управлений (ПУ) управляемых рассредоточенных объектов (УРО), в том числе в ходе учений, предусматривают определенную долю статизма в поведении системы. Например, если техническая система в тренажере обычно изменяет свое состояние, т.е. применяется динамическое моделирование, то оператор, осваивающий военно-технические системы (ВТС), рассматривается как статический элемент, т.е. не изменяющийся в процессе тренировки. В реальности большинство операторов ПУ УРО, не имеющие достаточного опыта работы в определенных условиях и недостаточно освоившие ее особенности, неспособны правильно действовать во всех штатных ситуациях, а если возникает нештатная ситуация, характерная для учений, то ее последствия могут носить случайный характер. И причина этого кроется не столько в недостаточной базовой подготовке, сколько в неумении применить свои знания, умения и навыки на практике и малым опытом работы с конкретной системой на ПУ УРО. Для ликвидации этого недостатка базовой подготовки предлагается применять новые информационные технологии, такие как имитационное моделирование, в сочетании с предлагаемым методом построения «виртуального мира» оператора ПУ УРО в ходе учений.

Ключевые слова: моделирование, обучение, рассредоточенные объекты, пункты управления, оператор.

METHOD OF CONSTRUCTION "VIRTUAL WORLD" OPERATOR TO MANAGE DISTRIBUTED OBJECTS DURING THE EXERCISE

Kuznetsov D.N., Malyshev V.A.

Russian Air Force Military Educational and Scientific Center of the "N. E. Zhukovskiy and Yu. A. Gagarin Air Force Academy", Voronezh, Russia (394054, Voronezh, street Starih Bolshevikov, 54a), e-mail: vrnh@bk.ru

Existing methods of training operators control point (CP) of controlled distributed objects (URO), including during the exercise, provide a certain share of statism in the behavior of the system. For example, if the technical system in a simulator typically changes its state, i.e. use dynamic simulation, the operator, master military-technical system (PTS), is seen as a static element, ie, does not change during the workout. In reality, most of the operators CP UB, do not have enough experience in certain circumstances and under-mastered its features, unable to properly operate in all regular situations, and if there is an emergency situation, characteristic of the exercise, its effects can be random. And the reason for this lies not so much in a lack of basic training as the inability to apply their knowledge and skills in practice and little experience working with a particular system on CP UB. To eliminate this drawback of basic training are encouraged to apply the new information technologies, such as simulation, combined with the proposed method of constructing a "virtual world" CP operator URO during the exercise.

Keywords: simulation training, distributed objects, control points, the operator.

Существующие методы обучения операторов пунктов управлений (ПУ) управляемых рассредоточенных объектов (УРО), в том числе в ходе учений, предусматривают определенную долю статизма в поведении системы [1]. Например, если техническая система в тренажере обычно изменяет свое состояние, т.е. применяется динамическое моделирование, то оператор, осваивающий военно-технические системы (ВТС), рассматривается как статический элемент, т.е. не изменяющийся в процессе тренировки [2]. Чаще всего предполагается, что знание основных принципов работы системы и особенностей

ее эксплуатации является достаточным для того, чтобы оператор успешно взаимодействовал с ВТС.

В реальности большинство операторов ПУ УРО, не имеющие достаточного опыта работы в определенных условиях и недостаточно освоившие ее особенности, неспособны правильно действовать во всех штатных ситуациях [3-5]. А если возникает нештатная ситуация, характерная для учений, то ее последствия могут носить случайный характер. И причина этого кроется не столько в недостаточной базовой подготовке, сколько в неумении применить свои знания, умения и навыки на практике и малым опытом работы с конкретной системой на ПУ УРО.

Для ликвидации этого недостатка базовой подготовки предлагается применять новые информационные технологии, такие как имитационное моделирование, в сочетании с предлагаемым методом построения «виртуального мира» оператора ПУ УРО в ходе учений.

В основу этого метода предлагается положить принцип создания виртуальной динамической обстановки учений с синхронизацией времени, выбором степени априорной неопределенности ситуации и уровня случайного возмущения, динамика которой зависит как от управляемых, так и неуправляемых переменных окружающей среды.

На основе этого принципа сформулирован метод построения «виртуального мира» оператора пункта управления в ходе учений, заключающийся в изучении принципов функционирования по штатной должности, работы с аппаратурой ПУ УРО и получении умений и навыков работы с ней на основе взаимодействия с моделями независимых и (или) взаимосвязанных операторов ПУ УРО, как без временных и ситуационных ограничений, так и с ограничениями, накладываемыми ходом учений.

Цель метода – повышение гибкости и эффективности системы управления учениями за счет увеличения степени автоматизации процесса создания и изменения обстановки учения.

Сущность метода состоит в виртуальном построении общей обстановки учений, оперативном динамическом ее изменении в зависимости от действий операторов ПУ УРО и моделирования на ее основе частных обстановок в виде «виртуального мира» для предъявления их каждому оператору в ходе учений в рамках его штатных функциональных обязанностей.

Для практической реализации метода предусматривается использование в составе автоматизированной системы управления учениями (АСУУ) системы «виртуального мира» (СВМ). Сущность метода раскрывают отдельные этапы осуществления процесса автоматизированного управления учениями.

Подсистемы, входящие в СВМ, реализуют следующие этапы процесса управления учениями:

- выбор или синтез моделей УРО и ПУ УРО, участвующих в учении (тип, состав, ресурсы, окружающая среда);
- выбор алгоритма функционирования моделей УРО и ПУ УРО (детерминированный, случайный, комбинированный);
- моделирование общей обстановки (ОО) учений (задание неуправляемых переменных);
- определение в соответствии с ОО состава штатных должностей в моделируемом ПУ УРО;
- входное тестирование операторов ПУ УРО;
- определение соответствия штатной должности;
- моделирование частной ситуации (ЧС) функционирования УРО (задание управляемых переменных);
- оценка действий оператора ПУ УРО путем сравнения с синтезированной моделью;
- анализ результатов деятельности оператора УРО;
- изменение общей обстановки или частной ситуации.

Раскроем более подробно каждый из этих этапов.

На первом этапе до начала учений конкретной ВТС создается база данных моделей УРО, участвующих в учениях ВМ, содержащая как законченные системные модели конкретных УРО или ПУ УРО, а также отдельные элементы для динамического моделирования других систем

$$ВМ = \{M_{УРО}, M_{ПУ}, M_{ОП}\}, \quad (1.1)$$

где $M_{УРО}$ – множество системных моделей УРО; $M_{ПУ}$ – множество моделей ПУ УРО; $M_{ОП}$ – множество моделей операторов УРО.

Одновременно создаются еще две базы данных. Первая из них содержит данные для синтеза алгоритмов и собственно алгоритмы функционирования объектов учений в штатных ситуациях $A_{ШС}$, вторая – данные для синтеза алгоритмов функционирования объектов учений в нештатных ситуациях $A_{НС}$ и множество моделей «виртуального мира» $M_{ВМ}$ для оперативного моделирования случайной ситуации. Тогда модель ситуации, в которой функционирует конкретный УРО, имеет вид

$$M_C = \{A_{ШС}, A_{НС}, M_{ВМ}\}. \quad (1.2)$$

Модели УРО и ситуаций используются для моделирования общей обстановки учений

$$M_{ОО} = \{M_{УРО}, M_C\}, \quad (1.3)$$

где $M_{ОО}$ – модель общей обстановки.

Модель (1.3) отражает как структуру УРО, так и обстановку, в которой УРО функционирует, т.е. состояние неуправляемых переменных.

Управление базами данных возможно осуществлять как вручную, так и автоматически. При ручном управлении модель УРО, а также начальная и текущая ситуации создаются детерминировано. При автоматическом управлении возможны варианты синтеза ситуаций как заранее заданные, так и смоделированные случайным образом.

На следующем шаге необходимо определить место оператора в УРО, чтобы сформировать набор управляемых переменных. Для этого в зависимости от M_{00} определяется перечень штатных должностей конкретного ПУ УРО составляющих множество $M_{ШД}$. Причем

$$M_{ШД} = \{M_K, M_{Э}, M_0\}, \quad (1.4)$$

где M_K – множество командных должностей, обеспечивающих управление функционированием УРО; $M_{Э}$ – множество эксплуатационных должностей, обеспечивающих функционирование конкретных ТС УРО; M_0 – множество обеспечивающих должностей, служащих для снабжения УРО ресурсами, в том числе, информацией.

В свою очередь, каждое из вышеуказанных множеств состоит из подмножеств и (или) элементов, определяющих их в полном объеме. Задача на данном шаге состоит в определении штатной должности оператора, на которой он будет работать во время учений. Для этого проводится входное тестирование оператора с целью формирования его модели $M_{ОП}$ и определения степени соответствия его текущего уровня квалификации требуемому согласно конкретной должности $q_{вх}$. В случае если такая степень несоответствия незначительная, то оператору предоставляется возможность участия в учениях на этой должности. Если несоответствие значительное, то оператору предлагается другая должность, либо он не допускается к участию в учениях. Процесс подготовки такого оператора ПУ УРО начинается с должности, соответствующей сформированной модели. Затем, по мере повышения уровня квалификации, оператор переводится на следующую должность, и так далее до достижения необходимого уровня квалификации. Этот процесс можно отобразить следующим образом:

$$T_0: M_{ОП} \rightarrow M_{ОП}^*, \quad (1.5)$$

где $M_{ОП}^*$ – сформированная модель оператора ПУ УРО; $M_{ОП}$ – истинная модель оператора; T_0 – определяющий тест.

Степень соответствия текущего уровня квалификации оператора УРО требуемому имеет вид

$$q_{вх} = \{M_{ОП}^*, M_{ШДт}, T_{вхт}\}; T_{вхт} \subseteq M_{ОП}^* \times M_{ШДт}, \quad (1.6)$$

где $M_{ШДт}$ – модель оператора УРО соответствующего требуемой штатной должности; $q_{вх}$ – соответствие множества $M_{СТ}^*$ множеству $M_{ШДт}$; $T_{вхт}$ – входной тест для требуемой должности.

Соответствие штатной должности определяется как

$$\begin{cases} q_{вх} \subset q_{шд_i} \Rightarrow M_{ОП}^* \subseteq M_{ШД_i}; M_{ШД_i} \subset \{M_{ШД}\}; \\ q_{вх} \not\subset q_{шд_i} \Rightarrow T_{вх_j}; i > j, \end{cases} \quad (1.7)$$

где $q_{шд_i}$ – множество соответствий i -й должности; $T_{вх_j}$ – входной тест для j -й должности, причем j -я должность по иерархии УРО ниже i -й.

Степень несоответствия моделей $M_{ШДт}$ и $M_{ОП}^*$ определяется как

$$M_{ОБ} = M_{ШДт} \setminus M_{ОП}^*, \quad (1.8)$$

где $M_{ОБ}$ – разность множеств $M_{ШДт}$ и $M_{ОП}^*$, определяющая текущее несоответствие оператора определенной штатной должности в УРО.

Для моделирования частной ситуации в системе «виртуального мира» кроме моделей (1.4) и (1.8) используется модель «виртуального мира» оператора ПУ

$$M_{ЧС} = \{M_{ОБ}, M_{ШДт}, M_{ВМ_i}\}, \quad (1.9)$$

где $M_{ВМ_i}$ – модель виртуального мира i -го оператора ПУ УРО.

В выражении (1.9) управляемыми переменными являются $M_{ОБ}$ и $M_{ВМ_i}$, так как оператор может влиять на ситуацию, повышая свой уровень квалификации ($M_{ОБ} \rightarrow \emptyset$) и изменяя $M_{ВМ_i}$.

На следующем этапе оператор ПУ УРО участвует в учениях, выполняя определенные задания в соответствии с изменением $M_{ОО}$. Так как изменения $M_{ОО}$ влекут за собой преобразование $M_{ЧС}$, то оператор должен произвести определенные действия для перевода $M_{ВМ_i}$ в требуемое состояние. Тем самым он применяет знания, полученные в процессе теоретической подготовки, и приобретает необходимые навыки.

Так как система управления учениями моделирует общую обстановку и частную ситуацию, то она экстраполирует действия оператора согласно сформированной ей же модели $M_{ОП}^*$. Реальные действия оператора в процессе решения конкретной задачи в рамках частной ситуации сравниваются с последовательностью операций согласно динамике модели $M_{ОП}^*$. Тогда можно утверждать, что сравнению подлежат два кортежа, отражающие последовательности реальных действий оператора J_p и операций, смоделированных СВМ J_m . Соответствие этих кортежей можно записать как

$$q_J = \{J_m, J_p, Q_J\}; Q_J \subseteq J_m \times J_p, \quad (1.10)$$

где q_J – множество соответствий кортежей J_m и J_p ; Q_J – правило определения соответствия.

По содержанию q_j проводится анализ результатов деятельности оператора. Чем меньше элементов в q_j , тем в большей степени действия оператора соответствуют сформированной модели.

Изменение общей обстановки или частной ситуации производится последовательно в соответствии с результатами анализа q_j . Так как действия оператора влекут за собой изменение состояния «виртуального мира», а, следовательно, частной ситуации, то это циклически приводит к изменению общей обстановки и т.д. Однако в случае наличия q_j , частная обстановка изменяется не так как предусмотрено моделью общей обстановки. Следовательно, динамика ее изменения уже не соответствует выражению (1.3). Данная модель используется только на этапе формирования первоначальной обстановки до вмешательства оператора. После начала работы оператора с моделью «виртуального мира» и УРО общая обстановка преобразуется следующим образом:

$$M_{OO} = \{M_C, M_{УРО}, M_{Об}, q_j\}. \quad (1.11)$$

Так как q_j изменяется независимо от других компонентов M_{OO} , то это вносит дополнительную неопределенность в процесс формирования общей обстановки. Это приобретает особое значение при работе на ПУ УРО нескольких операторов одновременно, так как в данном случае моделируется групповое взаимодействие в системе, т.е. в общем случае частная ситуация у каждого отдельного оператора зависит от действий всех остальных членов ПУ УРО. Тогда для групповой работы выражение (1.11) примет вид:

$$M_{OO} = \{M_C, M_{УРО}, M_{Об}, Q_{Jg}\}; \quad (1.12)$$

$$Q_{Jg} = \{q_{ji}\}; i=1 \dots N, \quad (1.13)$$

где q_{ji} – множество соответствий реальных действий и моделей каждого оператора в группе; N – количество операторов в группе.

После изменения общей обстановки повторяется весь описанный выше цикл, который продолжается до момента $M_{Об} \rightarrow \emptyset$ или же до специальной команды (окончания учений).

Таким образом, применение метода позволяет максимально автоматизировать процесс управления учениями в целом и на его основе построить СВМ в составе АСУУ.

Список литературы

1. Бодров В. А. Комплексная оценка тренированности оператора / В. А. Бодров, Ю. А. Кукушкин, А. С. Кузьмин // Психологический журнал, 1983. – Т. 4, № 4. – С. 58-63.
2. Алексеев В. В. К вопросу о специальной подготовке операторов автоматизированных технических систем / В. В. Алексеев // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2002. – № 2. – С. 29-33.

3. Гаскаров Д. В. Интеллектуальные информационные системы / Д. В. Гаскаров. – М.: Высшая школа, 2003. – 431 с.
4. Макетирование, проектирование и реализация диалоговых информационных систем / под ред. Е.И. Ломако; Л. И. Гуков, Е.И. Ломако, А. В. Морозова. – М.: Финансы и статистика, 1993. – 320 с.
5. Попов Э. В. Общение с ЭВМ на естественном языке / Э.В.Попов. – М.: Едиториал УРСС. – 2004. – 360 с.

Рецензенты:

Душкин А.В., д.т.н., доцент кафедры управления и информационно технического обеспечения ФКОУ ВПО Воронежский институт ФСИН России, г. Воронеж;

Работкина О.Е., д.т.н., доцент, профессор кафедры гражданской защиты ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России, г. Воронеж.