

РГЗ ОА
19 июля 2000

Экз. № 15

На правах рукописи

УДК 62-50

ОА 21 февр 2000

ЗОРИН Александр Александрович

**МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ
ДЛЯ ПОДГОТОВКИ
ОФИЦЕРОВ ВОЙСКОВЫХ ЧАСТЕЙ**

Специальность 20.01.06 — «Воинское обучение и воспитание,
боевая подготовка, подбор и расстановка кадров,
управление повседневной деятельностью войск (РВСН)»

*Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук*

Соискатель



Пермь — 1999

Работа выполнена в Пермском военном институте
ракетных войск

- Научный руководитель: доктор технических наук,
профессор ВИНОКУР В.М.
- Научный консультант: Заслуженный работник высшей
школы РФ,
доктор технических наук,
профессор ХАРИТОНОВ В.А.
- Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор НИЗАМУТДИНОВ О.Б.
кандидат технических наук,
доцент ЖДАНОВ А.М.

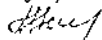
Ведущая организация: войсковая часть 29450

Защита состоится « 26 » ноября 1999 г. в 15.30
на заседании диссертационного совета К 106.11.01 в
Пермском ВИ РВ.
614015 г. Пермь, ул. Орджоникидзе, 12.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ПВИ РВ

Автореферат разослан « 22 » октября 1999 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат военных наук,
доцент



Масленников П.Н.

1. Общая характеристика работы

Актуальность темы: Технические системы военного назначения, как правило, мало пригодны к использованию в качестве средства обучения по соображениям безопасности и ввиду отсутствия у них развитых дидактических свойств (наглядность, научность, систематичность и последовательность, доступность) и высокой стоимости.

Основными недостатками находящихся в эксплуатации тренажеров военно-технических систем (ВТС) являются:

- высокая стоимость разработки при использовании в тренажерах агрегатов штатного оборудования;
- отсутствие визуального представления динамики работы ВТС;
- сложность реализации индивидуального подхода к обучению при дефиците преподавателей;
- несоответствие обучающих воздействий индивидуально-психологическим особенностям и уровню подготовки;
- необъективность контроля и оценки правильности действий и степени совершенства обучаемого;
- невозможность управления масштабом времени функционирования ВТС.

Таким образом, актуальность работы заключается в необходимости разрешения противоречия, складывающегося между все возрастающими требованиями к уровню подготовки офицеров войсковых частей по эксплуатации сложных ВТС, малоприменяемых в качестве средств обучения, и ограниченными дидактическими возможностями современных тренажеров, как объектов учебно-материальной базы, недостаточно эффективных без непосредственного участия преподавательского состава.

Поэтому наиболее эффективным средством профессиональной подготовки операторов являются тренажеры ВТС.

Существенное повышение качества подготовки специалистов по эксплуатации ВТС требует использования тренажерной техники, основу которых составляет электронно-вычислительная техника (ЭВТ).

Поэтому в качестве объекта исследования выбраны тренажеры военно-технических систем на базе электронной вычислительной техники.

В тренажерах ВТС ЭВТ становится наиболее оправданной, если на этой основе существенно расширяются их дидактические и интеллектуальные возможности, позволяющие

каждому обучаемому выделить персонального (электронного) педагога, так как при этом устраняется большая часть отмеченных выше недостатков существующей тренажерной техники. Введение электронного педагога требует внесения в тренажеры элементов искусственного интеллекта и на этой основе дает возможность обучать номера расчета с минимальным привлечением преподавательского состава при сохранении индивидуального подхода.

Поэтому в качестве предмета исследования выбраны дидактические возможности и пути интеллектуализации тренажеров военно-технических систем на базе ЭВТ.

Использование в тренажерах ВТС ЭВТ позволяет реализовать принцип многомодельности, ведущий к многообразию воспроизводимых режимов функционирования ВТС и иллюстративного материала. В то же время ограничения, на возможные привлекаемые вычислительные ресурсы, требуют применения ресурсосберегающих технологий, традиционно строящихся на методах декомпозиции и агрегирования моделей ВТС.

Сформулированное выше противоречие преодолевается в настоящем исследовании решением научной задачи, состоящей в разработке методики построения интеллектуальных тренажеров на основе развития принципа многомодельности и методов декомпозиции и агрегирования моделей военно-технических систем в условиях ограничений на предоставленные вычислительные ресурсы.

Цель исследования состоит в повышении качества боевой подготовки офицеров войсковых частей посредством разработки и использования интеллектуальных тренажеров военно-технических систем.

Достижение поставленной цели требует решение следующих частных задач исследования:

- 1) разработка теоретико-множественной модели интеллектуального тренажера военно-технических систем;
- 2) разработка агрегированной базовой модели ВТС;
- 3) задание полного множества учебных подмоделей ВТС;
- 4) перечисление подмножества учебных подмоделей минимальной сложности;
- 5) постановка и решение задачи оптимального использования вычислительных ресурсов в возникающих учебных ситуациях;
- 6) разработка технических решений и рекомендаций по созданию интеллектуального тренажера ВТС;

- 7) разработка методики проведения педагогического эксперимента по оценке эффективности дидактических средств интеллектуального тренажера ВТС.

Научная новизна результатов работы заключается в разработке теоретико-множественной модели интеллектуального тренажера ВТС на основе принципа многомодельности, методики разработки дидактических средств интеллектуального тренажера военно-технических систем и методических основ интеллектуализации тренажеров военно-технических систем в условиях ограничений на представляемую вычислительную среду.

Практическая значимость заключается в разработке методики построения нового класса тренажеров технических систем, выполняющих функции педагога по предоставлению обучаемым оптимальных наборов дидактических средств в соответствии со складывающимися педагогическими ситуациями.

На защиту выносятся:

1. Теоретико-множественная модель интеллектуального тренажера военно-технических систем.
2. Методика разработки дидактических средств интеллектуального тренажера военно-технических систем.
3. Методические основы интеллектуализации тренажеров военно-технических систем в условиях ограничений на представляемую вычислительную среду.
4. Рекомендации, программные и технические решения по разработке и применению интеллектуальных тренажеров технических систем.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы, докладывались и обсуждались на научно-технических семинарах кафедры, НТК и в Пермском ГТУ.

Публикации. Результаты диссертационной работы опубликованы в 5 научно-технических статьях, 4 тезисах докладов на НТК, 4 отчетах о НИР.

Реализация полученных результатов подтверждается соответствующими актами в ОАО «Автотрансинформ» (от 9.06.99), в учебном процессе ПВИ РВ (от 7.06.99) и в учебном процессе ПГТУ (от 21.10.99).

Структура и объем работы: Диссертационная работа состоит из введения, 3-х разделов, заключения, списка литературы, приложения и содержит 150 страниц машинописного текста, 45 рисунков и 7 таблиц, и библиографию из 80 наименований.

2. Краткое содержание работы

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и основные задачи исследования.

В первом разделе на основании обзора научной технической литературы и документов, определяющих процесс подготовки офицеров войсковых частей, проведен анализ недостатков методического аппарата построения тренажерных комплексов, разработана теоретико-множественная модель интеллектуального тренажера и сформулирована научная задача.

Использование тренажерных комплексов для подготовки операторов, широко отражено в научной литературе. Наиболее известными по этому вопросу являются работы Шукшунова В.Е., Воднера В.А., Закирова Р.А. и других.

Анализ литературы показывает, что создание тренажеров основывается на базе моделирования работы штатных технических систем и среды их работы. С развитием вычислительной техники появилась возможность моделировать самые сложные процессы, протекающие в реальных устройствах, системах и среде их работы, как в реальном масштабе времени, так и при замедлении или ускорении времени протекания процессов. Применение ЭВТ позволяет индивидуализировать обучение и оптимизировать его по одному или нескольким критериям.

Подготовка операторов с использованием тренажеров и тренажерных комплексов базируется на принципах дидактики, основными из которых являются научность, сознательность и активность, наглядность, доступность, реальное сочетание коллективизма и индивидуального подхода. Эти принципы не в полной мере соответствуют возможностям современных тренажеров. Для более полной их реализации необходимо использовать интеллектуальные тренажеры.

Анализ взаимодействия педагога с обучаемым на всех этапах подготовки обучаемых позволил сформулировать функции, которые целесообразно передать электронному преподавателю: оптимальное управление выполнением индивидуального учебного плана подготовки, накопление и обобщение опыта преподавания, оптимальное управление дидактическим обеспечением каждого элемента подготовки с учетом фактического уровня знаний, умений и навыков обучаемого.

Интеллектуализация тренажера проявляется в множественности моделей и иллюстраций, предъявляемых обучаемо-

му, опирающихся на множественность функций электронного руководителя.

При разработке теоретико-множественной модели интеллектуального тренажера сформулированы элементарные решаемые им задачи $Z \subset Z_M, Z_{II}, Z_{II}$ где Z_M - задачи математического моделирования, Z_{II} - задачи анимационного характера, Z_{II} - задачи педагогического сопровождения.

Общая математическая модель процесса тренинга, распараллеленная по указанным задачам, описывается ориентированным графом G_0 , в основу определения которого положены принципы многомодельности, декомпозиции и агрегирования. На рис.1 показана теоретико-множественная модель интеллектуального тренажера, где $G_0(V_0, E_0)$ - начальный ориентированный граф ВТС, Γ_0 - полное множество подграфов графа G_0 , $G(V, E)$ - агрегированный граф ВТС, Γ - полное множество подграфов графа G , R_γ - множество режимов функционирования ВТС, M - множество моделей на множестве подграфов Γ , Γ_γ - подмножество учебных подграфов множества Γ , образованное на основе режимов функционирования ВТС, M' - множество моделей на множестве подграфов Γ_γ , $G(U_n)$ - произвольный подграф графа G , ρ^x - множество существенных фазовых переменных подграфа $G(U_n)$, M_n - множество моделей подграфа $G(U_n)$, Π_n^x - булеан набора существенных фазовых переменных ρ^x , μ_{opt} - оптимальная модель функционирования ВТС для n режима, ρ_{opt}^x - набор адекватных переменных, обеспечивающий решение вычислительных задач тренажа, $\rho_M^x, \rho_{II}^x, \rho_{II}^x$ - существенные фазовые переменные соответственно математические, иллюстрационные, педагогические, $\rho_M^{z_{II}}, \rho_{II}^{z_{II}}, \rho_{II}^{z_{II}}$ - полное множество существенных фазовых переменных, для решения соответственно математических, иллюстрационных, педагогических задач, t_M, t_{II}, t_{II} - время выполнения соответственно математических, иллюстрационных, педагогических задач, ЭП - общий электронный педагог, ЭП¹...ЭП ^{π} ...ЭП ^{π max} - электронный педагог для соответствующего рабочего места, РМ¹...РМ ^{π} ...РМ ^{π max} - рабочее место для π -го оператора, ОП¹...ОП ^{π} ...ОП ^{π max} - π -ый оператор,

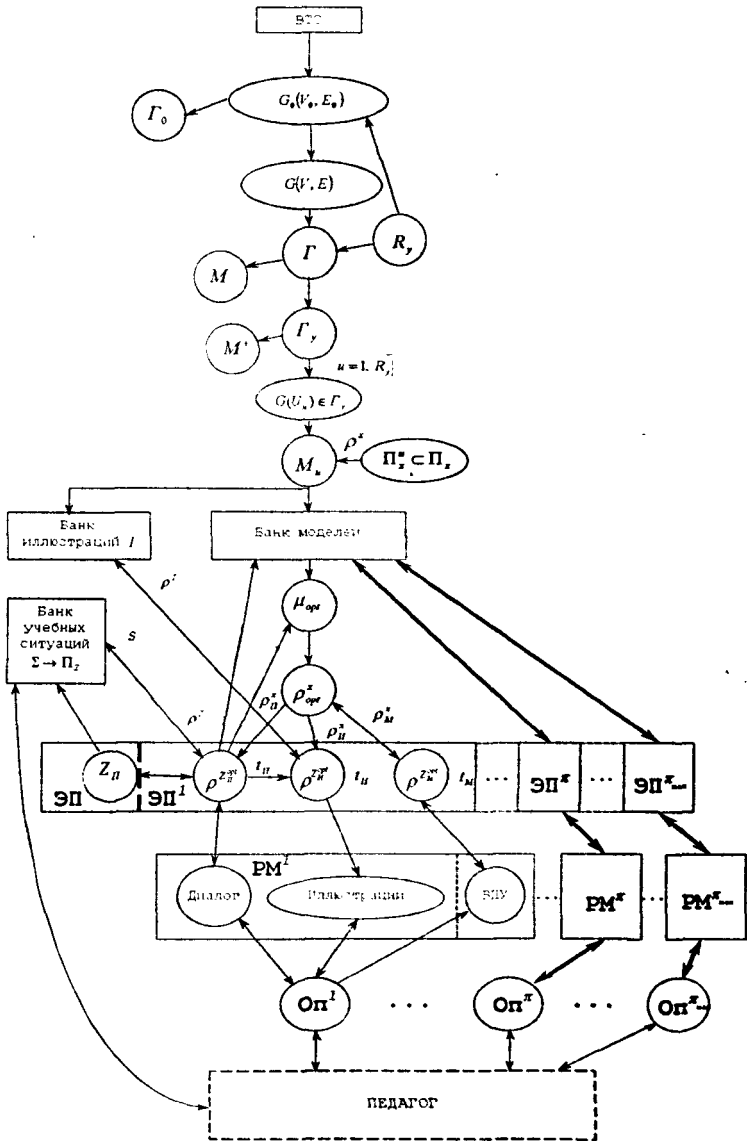


Рис.1. Теоретико-множественная модель интеллектуального тренажера.

ρ^I - существенные фазовые переменные банка иллюстраций,
 ρ^L - существенные фазовые переменные банка учебных ситуаций, s - учебная ситуация.

Свертка подграфов позволила оптимизировать машинное время, которое используется каждой составляющей Z .

Математическая постановка научной задачи имеет вид:

$$\max W_s(W(T_{s-1}), \rho^{2n}(s), \rho^{2u}(s), \rho^{2m}(s)), \quad s = \overline{1, S_{\max}}, \quad (1)$$

$$\Pi^{2n} \times \Pi^{2u} \times \Pi^{2m}$$

при ограничениях на предоставляемые вычислительные ресурсы

$$t_{II}(s) + t_{II}(s) + t_M(s) \leq T_{\eta}, \quad (2)$$

и время обучения

$$\sum_{s=1}^{S_{\max}} T_s \leq T_{об}^{зад}, \quad (3)$$

где $W(T_{s-1})$ - предшествующий уровень подготовки, ρ^{2n} - дидактическое обеспечение графа G в виде наборов педагогических задач, ρ^{2u} - дидактическое обеспечение графа G в виде наборов иллюстрационных задач, ρ^{2m} - дидактическое обеспечения графа G в виде наборов модельных задач, T_{η} - период дискретности вычислительного процесса малого цикла, $t_{II}(s), t_{II}(s), t_M(s)$ - предоставляемые времена в малом цикле T_{η} на решение задач каждого класса.

Во втором разделе: основной акцент в разработке дидактических средств интеллектуального тренажера ориентирован на эффективное использование предоставляемых вычислительных ресурсов: производительности и памяти ЭВТ - главного средства реализации интеллектуального тренажера. Эта цель достигается на основе оптимального выбора сложности конструируемых для конкретных учебных ситуаций моделей технического объекта и задания полного множества учебных моделей не посредством их перечисления, а путем построения порождающей процедуры.

Для графа G_0 , в котором можно выделить множество подграфов Π_v , существует множество агрегированных графов, меньшей размерности. Каждый агрегированный граф G из этого множества образуется путем замены того или иного связного подграфа ρ^v на одну вершину $v \in V, |V| < |V_0|$. При этом множество входящих и выходящих дуг вершины v

должно быть, в точности равно множеству внешних входящих и выходящих дуг подграфа ρ^V . Между множеством подграфов исходного графа $G_0(\Pi_{\rho^V})$ и множеством подграфов агрегированного графа $G(\Pi_V)$, можно установить соответствие

$$g: \Pi_{\rho^V} \rightarrow \Pi_V, \quad (4)$$

в котором произвольный элемент ρ^V множества Π_V является образом некоторого элемента ρ^V множества Π_{ρ^V} , если описываемая подмодель модели μ_{ρ^V} является подмоделью μ_{ρ^V} или полностью совпадает с ней. При этом оказывается, что часть подграфов исходного графа, содержащих помимо прочих вершин, часть вершин агрегированного подграфа, не будет иметь образов на множестве Π_V . Следовательно, в процессе агрегирования область определения соответствия g уменьшается, то есть целесообразно от соответствия g перейти к всюду определенному соответствию

$$g': \Pi'_{\rho^V} \rightarrow \Pi_V, \quad \Pi'_{\rho^V} \subset \Pi_{\rho^V}, \quad (5)$$

с другой стороны, на множестве Π'_{ρ^V} для каждого агрегированного образа ρ^V сохраняется множество элементов, являющихся подграфами подграфа ρ^V и определяющие соответствие g' как гомоморфизм (рис. 2), на базе которого производится собственно агрегирование. В тоже время, на множестве подграфов Π'_{ρ^V} можно выделить подмножество Π''_{ρ^V} , каждый элемент которого описывает в точности ту же модель, что и его образ в Π_V . Это позволяет утверждать о существовании изоморфизма

$$g'': \Pi''_{\rho^V} \leftrightarrow \Pi_V, \quad (6)$$

в области определения которого содержится множество учебных подграфов Γ_{0y} , а в области значений, множество учебных подграфов агрегированного графа Γ_y .

Таким образом, на известной военно-технической системе производится декомпозиция на подсистемы (агрегаты). Для каждого агрегата известно его математическое описание. На этой основе строится исходный ориентированный граф $G_0(V_0, E_0)$ (рис. 3), вершины которого V_0 являются математическими моделями агрегатов, а ребра E_0 нагружены входными и выходными переменными. В ориентированном подграфе определяется множество учебных подграфов, ко-

торые составляют множество режимов работы технической системы R_y . Полученный вариант декомпозиции системы на подсистемы не является наилучшим в общем случае, так как его потребная (фактическая) размерность может быть завышена. Получить более удобный вариант декомпозиции, то есть меньшей размерности, можно методом агрегирования, при этом граф должен обладать свойством изоморфности. Предложен алгоритм построения агрегированного графа, описывающего полную модель объекта как композицию стандартных подмоделей, и обладающего минимальной размерностью при условии сохранения возможности получения из него заданного набора учебных подграфов.

По полученному алгоритму для графа (рис.3) агрегированный граф G будет иметь вид (рис.4), у которого укрупненные вершины показаны со штрихом.

Полученный алгоритм позволяет по матрице смежности и исходному графу построить матрицу смежности агрегированного графа, у которой размерность меньше, чем у исходной матрицы.

Агрегированный граф, показанный на рис.4, включает в себя пять учебных подграфов: G_1 с вершинами $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7, V_{10}$, G_2 с вершинами $V_1, V_2, V_3, V_7, V_8, V_9, V_{10}$, G_3 с вершинами V_1, V_8, V_{14} , G_4 с вершинами V_1, V_{14} и G_5 с вершинами $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7, V_8, V_9$.

Для определения произвольного учебного подграфа из агрегированного графа G построена порождающая процедура получения требуемого на заданном множестве учебного подграфа по простому перечислению всех содержащихся в нем вершин, имеющих в соответствии стандартные подмодели. В учебном подграфе $G(U_u)$, каждая вершина представляет собой одну из стандартных моделей M_{cm} . В исходном состоянии множество стандартных моделей учебного подграфа $M_{cm}^u \subset M_{cm}$, имеют максимальный порядок описания J_i^{\max} .

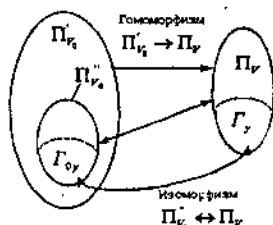


Рис. 2. Теоретико-множественная интерпретация агрегирования исходного графа.

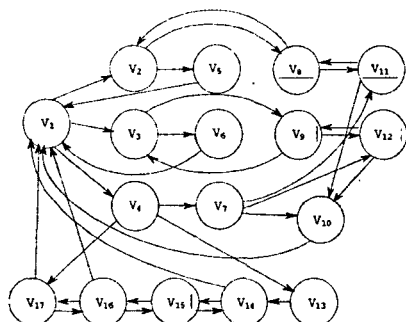


Рис. 3. Полный граф модельного представления технической системы.

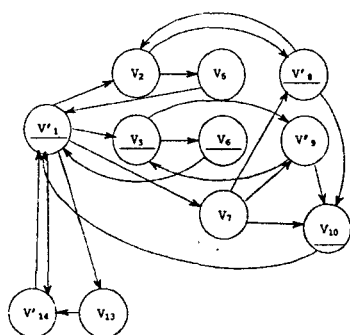


Рис. 4. Агрегированный граф модельного представления технической системы.

где $i = \overline{1, |U|}$, U - множество вершин в произвольном учебном подграфе. Искомое множество моделей M^n описывается $|U|$ -разрядным j_i^{\max} -ичным счетчиком (рис. 5). Каждому состоянию счетчика S_i соответствует единичная модель $\mu(S_i)$ из множества M^n , которое перечисляется посредством операций

$$S_i := S_i + 1 \quad (7)$$

где S_i изменяется от 0 до $|M^n|$.

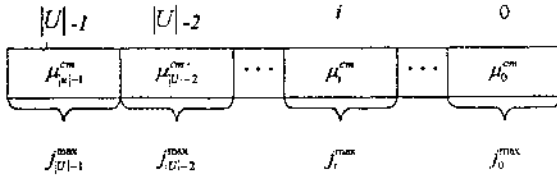


Рис. 5. Описание множества вариантов M^u моделирования учебного подграфа $G(U_i) \in \Gamma_u$.

Таким образом, построена порождающая процедура полного множества учебных подмоделей ВТС по принципу счетчика, с разрядами, описывающими порядок агрегированных стандартных моделей.

Для идентификации оптимальной по быстродействию модели из полного множества учебных моделей, описывающих заданный режим функционирования, относительно диктуемой учебной ситуацией набора существенных фазовых переменных построен алгоритм, ориентированный на моделирующую программу *MatLab* с пакетом *Simulink* и метод ветвей и границ и осуществляющий последовательное уменьшение содержимого счетчика при сохранении адекватности существенных фазовых переменных. Оптимальная по быстродействию соответствующая модель содержимого счетчика запоминается как идентификатор порождающей процедуры.

Предложена структура банка моделей, которая рассматривается как структура, порождающая на основе задаваемых режимов функционирования и наборов существенных фазовых переменных оптимальные учебные модели, отличающиеся наименьшими затратами по производительности привлекаемых вычислительных средств. При этом каждый набор существенных фазовых переменных образуется объединением запросов с ВПУ согласно с реализуемым режимом функционирования, а также с иллюстрационной и педагогической составляющих интеллектуального тренажера.

С учетом особенностей банка моделей разработаны рекомендации по созданию банка иллюстраций, которые определяют состав размещенных в нем анимационных шаблонов по числу предусмотренных изображений, проводимых в «движение» существенными фазовыми переменными от модели объекта. Скорость изображения процессов определяется масштабом времени моделирования.

В третьем разделе осуществлена постановка и решение задачи оптимального использования вычислительных ресурсов на основе управления масштабом времени или соотношением дидактических средств согласно учебным ситуаци-

ям. Разработана методика проведения педагогического эксперимента в интересах формирования банка учебных ситуаций и предложены рекомендации по применению разработанной методики при создании интеллектуальных тренажеров ВТС.

Целью интеллектуализации тренажеров является моделирование и воспроизведение с помощью ЭВТ отдельных функций творческой деятельности человека, а также выбирать и принимать оптимальные решения на основе ранее полученного опыта и рационального анализа внешних воздействий. Для уточнения этих целей рассмотрены взаимодействия педагога с обучаемым на различных видах занятия и разработаны структурные принципы интеллектуализации тренажеров. На рис.6 показана обобщенная структурная схема функционирования интеллектуального тренажера. В тематическом мониторе заложен учебный план подготовки обучаемых, который состоит из следующих ситуационных мониторов:

- 1) теоретического, в который входят теоретические и групповые занятия;
- 2) практического, в который входят практические занятия по овладению умениями и навыками;
- 3) контрольного, в который входят практические занятия по выполнению нормативов.

Каждый ситуационный монитор составляет множество учебных ситуаций, которые образуются в общий поток.

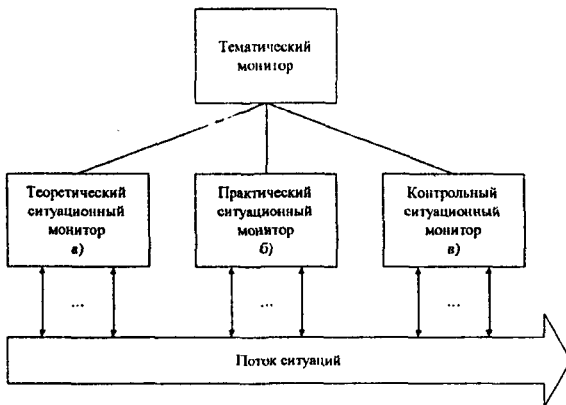


Рис.6. Обобщенная структурная схема функционирования интеллектуального тренажера.

Структура теоретического ситуационного монитора показана на рис. 7. При получении задания из тематического монитора, происходит обращение к банку учебных ситуаций (БУС), в котором производится поиск ситуации и представление ее с блок анализа. К этому блоку также подключается «досье» обучаемого, с помощью которого уточняется эта ситуация (в зависимости от количества и качества предыдущих занятий). После этого информация поступает в блок оптимизации, и далее в блок текстовой информации, в банк моделей (ЕМ) и Банк иллюстраций (БИ). Далее следует процесс обучения, с последующим контрольным опросом. Если опрос положителен, то обращение идет к тематическому монитору, с фиксацией результата в «досье», если отрицательный, то идет обращение в БУС, параллельно результат фиксируется в «досье».

Структура практического ситуационного монитора показана на рис. 8. Верхняя часть схемы аналогична предыдущей, но добавлен выносной пульт управления (ВПУ), через который происходит взаимодействие обучаемого с моделью ВТС. Контроль умений и навыков обучаемого, приобретенных в ходе практического занятия, определяется по заданному критерию. Если полученный результат меньше критерия (отрицательный) то обучаемого возвращают к теории через тематический монитор, с записью результата в «досье», если полученный результат больше или равен критерия (положительный), то задается следующая ситуация из БУС.

При отработке нормативов, имитация работы ВТС происходит в реальном масштабе времени. Структура контрольного ситуационного монитора показана на рис. 9. Схема аналогична практическому ситуационному монитору, за исключением того, что вместо процесса обучения вставлен блок выполнения норматива с последующей проверкой его выполнения.

Все структурные проблемы решаются на педагогической основе, за исключением блока оптимизации, согласующего требуемые вычислительные ресурсы с имеющимися. Основные составляющие интеллектуального тренажера, из которых состоит учебная ситуация, выбираются таким образом, чтобы выполнить условие бесперегрузочной работы вычислительной среды тренажера, но при этом использовать максимум вычислительных ресурсов.

Предложенные структурные принципы интеллектуализации тренажеров технических систем привели к двум классам оптимизационных задач, которые решаются на этапе

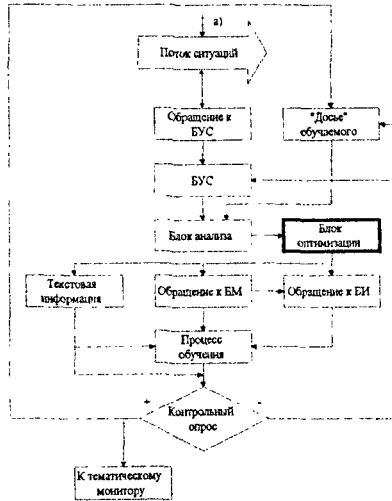


Рис. 7. Структурная схема теоретического ситуационного монитора.

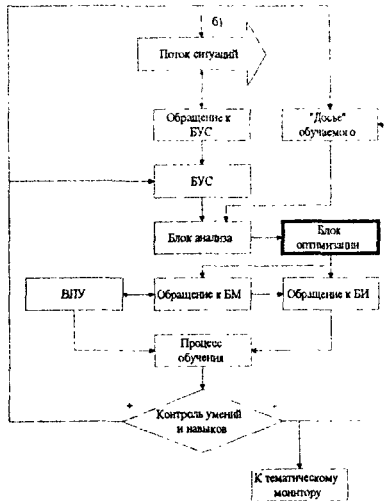


Рис. 8. Структурная схема практического ситуационного монитора.

разработки тренажера: первая задача оптимизации дидактических свойств тренажера относительно моделирующих и иллюстрационных составляющих интеллектуального тренаже-

ра. Поскольку в данном случае приоритетной является педагогическая составляющая, то согласование потребного состава дидактических свойств с предоставленными вычислительными ресурсами осуществляется путем варьирования масштаб времени. Вторая задача оптимизации дидактических свойств тренажера относительно педагогической и иллюстрационной составляющих интеллектуального тренажера. Поскольку в данном случае приоритетной является имитация объекта (ВТС) в реальном масштабе времени, то оставшиеся после имитации свободные вычислительные ресурсы должны быть оптимально израсходованы на иллюстрационные и педагогические составляющие интеллектуального тренажера.

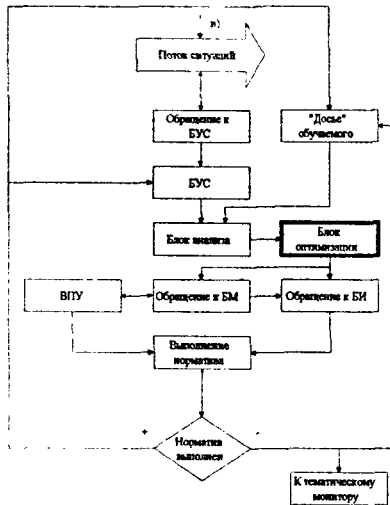


Рис. 9. Структурная схема контрольного ситуационного монитора.

Задачи первого класса решены на основе принципа мультипрограммирования и сведены к определению масштабного коэффициента, как отношение потребного машинного времени на минимальном шаге дискретности, к периоду квантования в реальном масштабе времени. Решение второго класса задач после оценки остаточных ресурсов, предоставленной вычислительной среды, предполагает выбор оптимального соотношения иллюстрационных и педагогических дидактических средств на основе области принятия *Pareto*-решения, создаваемой путем накопления опыта в ходе

педагогического эксперимента.

В педагогическом эксперименте участвовало 61 курсант в экспериментальной группе и 163 курсанта в контрольной группе. Эксперимент проводился в три этапа. На первом этапе контрольная и экспериментальная группы проходили тестирование на интеллектуальном тренажере. Оценка тестирования выставлялась тренажером в виде коэффициента эффективности начальных знаний. На втором этапе экспериментальная группа работала на тренажере, а контрольная проходила подготовку по обычной методике. На третьем этапе в ходе занятий на загородной базе института производилось наблюдение за контрольной и экспериментальной группой при работе на технологическом оборудовании. В процессе наблюдения учитывались:

- последовательность выполнения операций и команд;
- правильность выполнения операций и команд;
- ошибки в ходе работы обучаемых;
- действия обучаемых по нештатным ситуациям.

После работы на технике, обучаемым выставлялась оценка руководителем (наблюдателем) в баллах.

Результаты проведения педагогического эксперимента подтвердили гипотезу о том, что использование дидактических возможностей интеллектуального тренажера в заданных педагогических ситуациях будет эффективными, при этом показано повышение знаний и умений операторов технологического оборудования на 14%, после их проверки на штатной технике.

В заключении приводятся основные результаты работы.

3. Основные результаты работы

Научные результаты:

1. Разработана теоретико-множественная модель интеллектуального тренажера ВТС на основе принципа многомоделности.
2. Разработана агрегированная базовая модель ВТС в виде графа минимальной размерности, сохраняющего заданный набор учебных подграфов.
3. Построена порождающая процедура полного множества учебных подмоделей ВТС по принципу счетчика, с рядами, описывающими порядок агрегированных стандартных моделей.
4. Предложен алгоритм построения учебных подмоделей минимальной сложности при сохранении адекватности существенных фазовых переменных, ориентированный на моделирующую программу типа *Mallab*.

5. Осуществлена постановка и решение задачи оптимального использования вычислительных ресурсов на основе управления масштабом времени или соотношением дидактических средств согласно учебным ситуациям.

Практические результаты:

1. Предложены рекомендации по применению разработанной методики при создании интеллектуальных тренажеров ВТС.
2. Разработана методика проведения педагогического эксперимента в интересах формирования банка учебных ситуаций.

4. Основные публикации, выполненные по теме диссертационной работы

1. Зорин А.А. Современный подход по созданию оптимизированной системы автоматического управления технологического комплекса со стартовой ориентацией // Методы совершенствования эксплуатации и повышения надежности элементов конструкций и систем. Сб. тезисов докладов, Вып. XXXV, - Пермь: ПВВКИКУ РВ, 1997. 60с.
2. Зорин А.А., Винокур В.М. Анализ подходов построения интеллектуальных тренажеров // Информационные управляющие системы. Материалы международной конференции по информатике. Сб. тезисов докладов, Вып III - Пермь: ПГТУ, 1997.
3. Зорин А.А. К вопросу создания банков моделей интеллектуального тренажера // Методы совершенствования эксплуатации и повышения надежности элементов конструкций и систем. Материалы НТК молодых ученых, Вып. XXXV, - Пермь: ПВВКИКУ РВ. - 1997.
4. Зорин А.А. Структура банка моделей для интеллектуального тренажера // Методы совершенствования эксплуатации и повышения надежности элементов конструкций и систем. Материалы НТК молодых ученых, Вып. XXXV, - Пермь: ПВВКИКУ РВ. - 1997.
5. Зорин А.А. Результаты машинного эксперимента по определению показателей эффективности ТС // Исследование путей создания высокоинформативных технических средств обнаружения для существующих и перспективных систем охраны объектов РВСН. Отчет по НИР «Отбивка-95», - Пермь: ПВВКИКУ РВ. - 1997. 35с.
6. Зорин А.А. Структурно - классификационная задача построения банков моделей для интеллектуального тренажера // Информационные управляющие системы. Сб. научных трудов. Вып. четвертый - Пермь: ПГТУ, -1998.

7. Зорин А.А., Мудров О.И. Анализ подходов к созданию компьютерных технологий обучения // Исследование проблем совершенствования информационной подготовки курсантов и слушателей. Отчет по НИР «Информатика-97», - Пермь: ПВВКИКУ РВ. - 1998.
8. Зорин А.А., Винокур В.М. Синтез банка моделей для построения интеллектуального тренажера // Информационные управляющие системы. Сб. научных трудов. Вып. пятый - Пермь: ПГТУ, -1999.
9. Зорин А.А., Беляков А.Ю., Шилиев Д.А. Алгебраическая модель в задаче параметрического согласования сложной модели // Проблемы и перспективы рационального управления эксплуатацией вооружения. Материалы межвузовского научно-технического семинара Вып. IV. - Пермь: ПВИ РВ, 1999.
10. Зорин А.А., Харитонов В.А. Теоретико-множественная модель управления ресурсами предоставленной вычислительной среды интеллектуального тренажера // Проблемы и перспективы рационального управления эксплуатацией вооружения. Материалы межвузовского научно-технического семинара Вып. IV. - Пермь: ПВИ РВ, 1999.
11. Зорин А.А. Исследование проблем повышения эффективности управления повседневной деятельностью соединений, воинских частей и подразделений РВСН // Исследование проблем повышения эффективности управления повседневной деятельностью соединений, воинских частей и подразделений РВСН. Отчет по НИР «Амурец ВП 99», - Пермь: ПВИ РВ. - 1999. 153с.
12. Зорин А.А., Харитонов В.А. Разработка банка моделей интеллектуального тренажера // Военно-инженерное образование: новые педагогические и информационные технологии. Научно-методическая конференция. Сб. тезисов докладов, - Пермь: ПВИ РВ. - 1999.