

Экз. № 4
На правах рукописи
УДК 15+658

ТРУСОВ Александр Владимирович

РГБ ОД

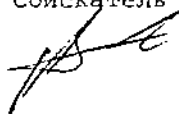
14 АРТ 2007

**МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ ИМИТАТОРОВ ГЛОБАЛЬНЫХ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ КАК СРЕДСТВА НАУЧЕНИЯ
КУРСАНТОВ ВОЕННЫХ ИНСТИТУТОВ РАКЕТНЫХ ВОЙСК
РАБОТЕ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ
СИСТЕМАМИ**

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

*Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук*

Соискатель



Пермь - 2000

Работа выполнена в Пермском военном институте ракетных войск

Научный руководитель: заслуженный работник высшей школы РФ, доктор технических наук, профессор Харитонов В.А.

Официальные оппоненты: доктор технических наук Новиков Д.А., кандидат технических наук, доцент Жданов А.М.

Ведущая организация: научно-технический институт межотраслевой информации, г. Москва).

Защита состоится «30» июня 2000 года 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 «30» мая 2000 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат военных наук,
доцент

Масленников П.Н.



1. Общая характеристика работы

Актуальность темы: Современные требования к профессиональным качествам выпускников вузов, в том числе военных, предъявляемые едиными государственными стандартами на задачи и цели обучения в соответствии со специализацией, предполагают свободное ориентирование высококвалифицированных инженеров в гигантской массе знаний, накопленных человечеством. Известные классификационные подходы к этой задаче (УДК и МКИ) не гарантируют соответствия многих информационных источников тем разделам, за которыми они закреплялись в силу их семантической многозначности, а также по субъективным причинам. Низка оперативность получения данных, особенно новых.

Размещение и хранение библиографических компонентов в глобальных вычислительных сетях (ГВС) в "электронном" виде позволило вынести решение этой проблемы на принципиально новый уровень - уровень семантического поиска, более эффективного, чем классификационный. Однако потенциальные возможности доступа к информационному ресурсу ГВС вступили в противоречие с отсутствием единого (информационного) стандарта на его становление и развитие, это вылилось в сложность проведения целенаправленного информационного поиска и обусловило актуальность решения задачи научения работе с распределенными информационными системами (РИС) при наличии большого числа информационно-поисковых систем (ИПС) и представляемых ими услуг.

Однако использование ГВС в качестве средства научения сталкивается с трудностями режимного и финансово-экономического характера, особенно значительными в военных вузах.

Существующие имитационные программно-технические средства типа Intranet могут служить тренажерной базой для научения курсантов работе с РИС, поскольку их информационный ресурс (ИР) укладывается в возможности компьютерных учебных классов, объединенных в локальную вычислительную сеть (ЛВС) и находящихся в составе учебно-лабораторной базы имитаторов. Однако процедура агрегирования РИС в Intranet проводилась и проводится без достаточного обоснования и ориентирования на специальность выпускников, что привело к значительным потерям дидактических свойств.

Таким образом, актуальность настоящего диссертационного исследования вытекает из сложившегося

противоречия между необходимостью наполнения учебно-лабораторной базы (УЛБ) военных институтов имитаторами ГВС и недостаточной адекватностью известных имитаторов РИС, что снижает качество научения. Поэтому объектом исследования выбраны глобальные вычислительные сети с распределенными информационными системами и их имитаторы как объекты УЛБ, а предметом исследования определены имитационные модели РИС в ГВС и их дидактические свойства. Данное противоречие преодолевается решением следующей научной проблемы:

- обеспечение адекватности имитационных моделей РИС на основе функционального представления ГВС и агрегирования информационных ресурсов в условиях ограничений на предоставляемую вычислительную среду.

Целью исследования является разработка методики построения тренажерных средств с требуемыми дидактическими свойствами для научения курсантов военного института ракетных войск (ВИ РВ) работе с РИС.

Достижение поставленных целей требует решения следующих частных задач исследования:

- 1) построения базовой информационно-поисковой системы;
- 2) установления класса учебных информационно-поисковых задач (ИПЗ);
- 3) разработки функциональной модели ГВС;
- 4) исследования свойств подмножества записей;
- 5) исследования поведения функциональной системы;
- 6) оценки дидактических свойств ГВС;
- 7) обоснования показателей адекватности имитатора;
- 8) агрегирования информационного ресурса ГВС;
- 9) разработки программно-технической части имитатора;
- 10) оценки дидактических свойств тренажера.

Научная новизна результатов работы заключается: в разработке теоретико-множественной модели процедуры агрегирования ГВС в имитатор; установлении модели класса учебных задач с заданными дидактическими свойствами; разработке функциональной модели ГВС, модели информационных объектов ГВС заданной топологии, научно обоснованной стратегии информационного поиска в ГВС, методики оценки дидактических свойств ГВС и имитатора, показателей адекватности имитатора ГВС с РИС и алгоритма оптимального агрегирования ИР ГВС.

Практическая значимость исследования заключается в разработке методики создания имитаторов ГВС как объектов учебно-лабораторной базы; обеспечена

возможность привития курсантам военных институтов РВСН навыков работы с ГВС и повышена эффективность процесса научения работе с ГВС на основе развитых дидактических свойств тренажерной базы.

На защиту выносятся:

1. Теоретико-множественная модель агрегирования ГВС в имитатор;
2. Методика функционального представления ГВС;
3. Методика агрегирования ГВС в имитатор;
4. Рекомендации, технические и программные решения по разработке тренажерных средств - имитаторов ГВС.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы, докладывались и обсуждались на научно-технических семинарах кафедры, на научно-методической конференции (Пермь, 3-4 ноября 1998 г.); на XVI научно-технической конференции (Пермь, 3-4 ноября 1999 г.); на Всероссийском форуме «Интеллектуальные ресурсы регионов России на рубеже тысячелетий» (Ярославль, 11-13 апреля 2000 г.).

Публикации. Результаты диссертационной работы опубликованы в 9 научно-технических статьях, 3 тезисах докладов.

Реализация полученных результатов подтверждается актами реализации на кафедре 35 ПВИ РВ, кафедре «Строительной механики и вычислительной техники» ПГТУ и кафедре «Информатики в социально культурной сфере» ПГИИК.

Структура и объем работы: Диссертационная работа состоит из введения, 3-х разделов, заключения, списка литературы, приложения и содержит 127 страниц машинописного текста, 32 рисунка и 4 таблицы; библиография из 85 наименований.

2. Краткое содержание работы

В первом разделе на основании проведенного анализа обсуждается актуальность задачи подготовки выпускников вузов работе с ГВС в существующих экономических (финансовых) и директивных (режимных) обстоятельствах, приводящих к имитатору как единственному средству научения. Недостатки известных имитаторов дидактического плана обуславливают необходимость создания тренажеров нового поколения с развитыми дидактическими свойствами. Основание методологической базы исследования -

функциональный подход и принцип агрегирования - позволили построить теоретико-множественную модель ГВС в имитатор.

Тренажерные средства, адекватно имитирующие работу РИС в ГВС, образуют новый класс имитаторов сложных человеко-машинных систем (ЧМС), разработка которых до недавнего времени не имела единых методологических позиций, а потому являлась, большей частью, эвристической, не способной эффективно (оптимально) решать задачи применительно к ЧМС со сложным поведением.

Основным предназначением ГВС является размещение и хранение гигантских информационных ресурсов, которые можно описать множеством Z информационных элементов - записей и к которым должен быть обеспечен свободный и результативный доступ широкой армии пользователей дистанционно, со своих абонентских пунктов.

Методика разработки имитаторов ГВС базируется на методологии построения имитаторов ЧМС (рис.1), разработанной при участии автора.

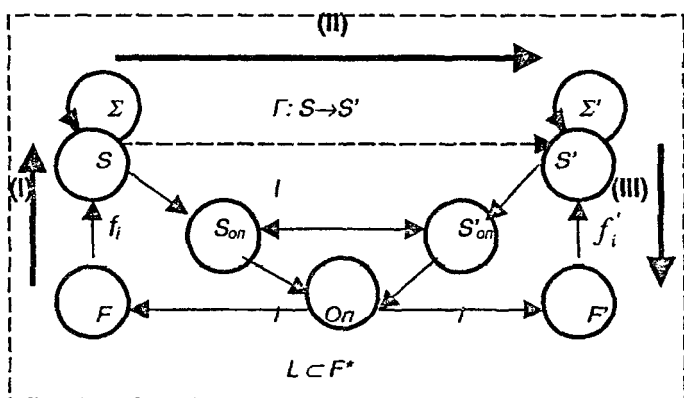


Рис.1. Обобщенная модель агрегирования объекта научения в имитатор

Современные информационно-поисковые системы в ГВС строятся на семантической основе, включающей наборы ключевых слов T -тезаурусы и построенных на их базе семантически устойчивых сочетаний D -дескрипторов, где TCD , поскольку данные лингвистические объекты органически содержатся в записях Z , а вычислительные средства могут быть использованы для выделения любой

совокупности записей из Z как элемента ρ_z булеана $\Pi(Z) = \Pi_z$.

Каждая запись $z \in Z$ в ГВС характеризуется собственным тезаурусом T_z и полным набором дескрипторов D_z , начиная от отдельных слов из T_z и кончая предельным дескриптором

$$L_z^{\max} - \text{суть самой записью } \left(|L_z^{\max}| = |Z| \right).$$

Любое поисковое предписание (ПП) задает на Z отношение эквивалентности посредством однозначно формируемого им набора некоторых дескрипторов D_{pp} . Это отношение формирует класс записей ρ^z , описываемый предикатами

$$(\forall z_1 \in \rho^z) P(D_{z_1} \sim D_{nn}), \quad (1)$$

$$(\forall z_2 \in Z \setminus \rho^z) \bar{P}(D_{z_2} \sim D_{nn}), \quad (2)$$

где знак " \sim " соответствия означает наличие допустимого варианта присутствия дескрипторов ПП из D_{pp} в записях z_1, z_2 , рассматриваемых на предмет включения в ρ^z .

Поисковые предписания строятся в виде элементов теоретически открытого множества F функций ГВС f , определенных на данных тезауруса T_{no} предметной области

$$PO: f(x_1, \dots, x_n), \quad x_1, \dots, x_n \in T_{no}, \quad (3)$$

имеющихся в распоряжении оператора.

Время одной поисковой процедуры складывается из двух разнохарактерных по реализации составляющих

$$\tilde{t}_{nn} = \tilde{t}_{nn}^a + \tilde{t}_{nn}^m, \quad (4)$$

где время \tilde{t}_{nn}^a затрачивается на аналитическую работу по

построению очередной функции поиска, а время \tilde{t}_{nn}^m - на ее решение в ГВС или имитаторе, т.е. на работу вычислительной машины. Однако, если первая составляющая требует решения задач педагогического характера, то вторая предполагает совершенствование тренажера как технического объекта и является приоритетной для настоящего исследования. Поэтому в дальнейшем будем полагать $\tilde{t}_{nn}^a = \text{const.}$

Теоретико-множественная модель агрегирования ГВС в имитатор (см. рис.1) включает в себя три этапа.

Первый этап (I) - процедура разработки имитатора ГВС, в котором уже просматриваются элементы агрегирования:

- а) выделение количественного и качественного состава поисковых тренажных задач;
- б) выбор из имеющих распространение в ГВС множества поисковых систем $\{F\}$;

с) сужение области определения реализуемого функциональной системой ГВС отображения

$$\Sigma: \{x_1, \dots, x_n\}^3 \rightarrow \Pi_Z \quad (5)$$

Второй этап (II) агрегирования относительно ИР обусловлен его гигантским объемом в сравнении с возможностями предоставляемой вычислительной среды; его целесообразно осуществить в виде одного из возможных гомоморфизмов:

$$\Gamma: Z \rightarrow Z' \quad (6)$$

Третий этап (III) агрегирования ГВС в имитатор выливается в разработку рекомендаций, технических и программных решений по непосредственному созданию имитатора ГВС как объекта учебно-материальной базы ВИ РВ, предназначенного для научения курсантов работе с ГИС, с сохранением изоморфизма "экранов" оператора с точностью до размеров перечисляемых списков серверов и принадлежащих им записей.

Математическая постановка научной задачи - разработка методики построения тренажеров-имитаторов ГВС высокого быстродействия имеет вид

$$\tilde{f}_{nl}^m(F', Z', \Sigma_{F'}, \rho^Z, N) \rightarrow \min, \quad (7)$$

область варьирования $\{F'\} \times Z(T_{вус}) \times \Sigma_{F'} \times \Pi_Z$,
при ограничениях

$$F' \stackrel{Ad}{\sim} F, \quad (8)$$

$$Q_{\rho^Z} \leq Q_{\max}, \quad (9)$$

где N - фронтальность,

Q - память,

$T_{вус}$ - тезаурус специальности обучаемых,

$Z(T_{вус})$ - множество учебных задач,

$Z' \leq Z$, $\rho^Z = Z'$ - результат агрегирования ИР ГВС

$$\rho^Z = \Gamma(Z) \in \Pi_Z. \quad (10)$$

Из математической постановки задачи вытекает состав и структура приведенных выше частных задач исследования, составляющих частные методики:

- 1) методику функционального представления ГВС;
- 2) методику агрегирования ГВС как функциональной системы имитатора.

Во втором разделе на основе анализа существующих информационно-поисковых систем обосновывается базовая

информационно-поисковая система учебно-тренировочного направления, которая предполагает оптимальный набор функций ИПС, при помощи которых курсанты ВИ РВ приобретают навыки работы с РИС ГВС.

Выделен класс учебных поисковых задач с заданными дидактическими свойствами, построена функциональная модель ГВС (рис.2) и модели информационных объектов ГВС с заданной учебными задачами топологией.

В качестве информационного объекта рассмотрим элементарный фрагмент информации, размещенной в ГВС, в дальнейшем называемый записью z . В силу различных обстоятельств записи могут иметь форму Z_0 элемента библиографии, Z_p - реферата, добавленного к элементу библиографии, и Z_t - текста, добавленного к реферату и библиографии, т.е.

$$z = Z_0 \mid Z_0 \parallel Z_p \mid Z_0 \parallel Z_p \parallel Z_t. \quad (11)$$

Описать элементарный информационный объект (запись) можно четверкой

$$z = (A_z, R_z, \psi_z, L_z), \quad (12)$$

где A_z - алфавит (русский, латинский, ...);

R_z - разделительные знаки (« « - пробел, :, -, ...);

ψ_z - словарь, являющийся языком в алфавите A

$$\psi_z \subset A_z^*, \quad (13)$$

L_z - язык информационного объекта

$$L_z \subset (\psi_z \cup R_z)^* = (A_z^* \cup R_z)^* \quad (14)$$

Произвольная совокупность записей ИР $Z, Z_1 \subseteq Z, Z_1 \subseteq \Pi_z$, также описывается четверкой

$$Z_1 = (A_{Z_1}, R_{Z_1}, \psi_{Z_1}, L_{Z_1}) = (\cup_{z_1} A_{z_1}, \cup_{z_1} R_{z_1}, \cup_{z_1} \psi_{z_1}, \cup_{z_1} L_{z_1}) \in \Pi_z \quad (15)$$

Построенные модели информационных объектов позволяют формальным способом описать и исследовать их свойства, играющие определяющую роль в информационно-поисковых процессах.

Принцип агрегирования на этапе построения класса учебных задач ИПЗ Z_y проявляется уже в виде ограничения их предметной областью обучаемых. Действительно, данный подход обнаруживает, по крайней мере, два положительных последствия.

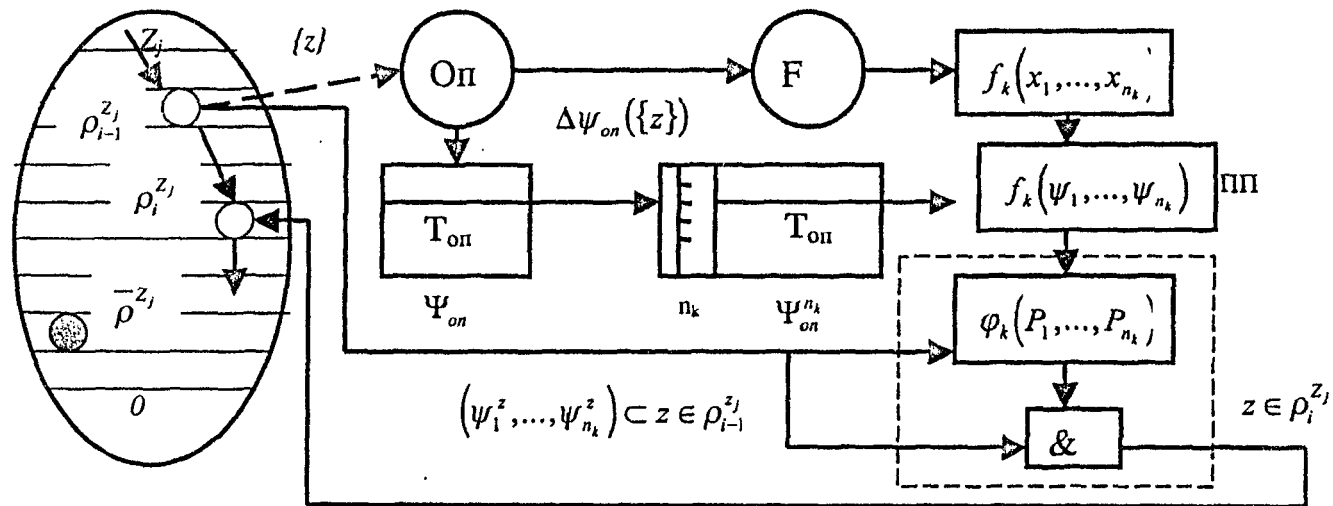


Рис.2. Функциональная модель ГВС

Во-первых, работа со знакомым тезаурусом T^{lo} и множеством дескрипторов D^{lo} уменьшает составляющую $t_{пп}^a$, т.е. облегчаем составление поисковых предписаний, увеличивая тем самым число реализуемых поисковых процедур за предоставляемое учебное время (время тренажа) t_y . Во-вторых, это время работает и на закрепление теоретического материала, охватывающего те или иные аспекты специальной или общинженерной подготовки курсантов.

С другой стороны, ограничить класс ИПЗ за счет отбрасывания тех из них, которые не предполагают достаточно сложных взаимодействий оператора с ГВС, совершенно необходимо, поскольку качественное научение на примитивных примерах в принципе невозможно в любой области педагогике. В нашем случае это требование можно выразить в виде необходимого соответствия искомого класса задач предикату

$$(\forall z \in Z_y)(\gamma(\rho^{E^{no}} \subset \Pi_{E^{no}}))(\exists Z_z \in \Pi_z)P((n_o \geq 1) \vee (n_a \geq 1)) \quad (16)$$

при условии существования для $\forall \gamma(\rho^{E^{no}})$ единого лингвистического описания на естественном языке, что в большей степени имеет отношение к чисто педагогическим проблемам изучения ИПС и поэтому выходит за рамки настоящего исследования.

Знак отношения \geq вместо $>$ и дизъюнкции \vee в выражении (16) имеет значение как возможность реализации принципа «от простого к сложному», т.е. предполагает постепенное погружение обучаемого в процессе тренажа в задачи, связанные с преодолением синонимик все более сложного характера, антиномий и тех и других вместе.

Для того, чтобы дидактические свойства выделенного класса учебных ИПЗ не утрачивались на этапе агрегирования ИР ГВС в ИР имитатора необходимо более детально изучить особенности информационного поиска. Это целесообразно сделать через функциональное представление ГВС.

Исследование сложных систем, в том числе их поведения как одного из признаков сложных систем испытывает большие затруднения в связи с проблемами размерности, которые, как правило, преодолеваются применением вычислительных средств достаточной мощности. Однако такой выход из положения возможен лишь в случае

успешного решения задачи формализации описания поведения сложных систем.

Если поведение системы является следствием пошагового выполнения определенной последовательности элементарных функций, заданных оператором, то ключ к формализации описания поведения этой системы лежит через формализацию описания элементарных функций и правил композиции. Эта проблема решается через построение пространства состояний систем, в котором функции реализуют свойственные каждой преобразования. Будучи определенными на всем пространстве состояний, функции становятся способными к композиции, поскольку каждое новое состояние после выполнения очередной функции - может служить отправной точкой для выполнения последующей. При этом принципиальное значение имеет алгоритм реализации функциональных соответствий (преобразований).

Для формализации понятий функции ГВС введено дискретное пространство состояний S_j отдельного j -го сервера как множество чисел l натурального ряда, описываемых двоичным $|Z_j|$ - разрядным счетчиком

$$i = 0, 2^{|Z_j|} - 1 \quad (17)$$

т.е.

$$I = \{0, 1, \dots, i, \dots, i_{\max} = 2^{|Z_j|} - 1\} \quad (18)$$

k -й разряд счетчика R_k своим содержанием обозначает отсутствие (0) или присутствие (1) в полученном из сервера наборе записей $\rho_i^{Z_j}$ записей z_k . Тогда между множеством состояний j -сервера Π_{Z_j} и введенным пространством S_j можно установить взаимнооднозначное соответствие:

$$G: \Pi_{Z_j} \leftrightarrow S_j \quad (19)$$

Если опустить транспортный аспект ГВС, это вполне оправдывается конечной целью настоящего исследования.

Проведенное исследование свойств подмножества записей позволило определить показатели эффективности ИПС - точности и полноты. Точность информационного поиска на j -сервере

$$\Theta_j(i) = r_j(i) / |\rho^{Z_j}(i)|, \quad 0 \leq \Theta_j \leq 1 \quad (20)$$

и на всем информационном ресурсе

$$\Theta(i) = \sum_{j=1}^{L_{\max}} r_j(i) / \sum_{j=1}^{L_{\max}} |\rho^{Z_j}(i)| = r(i) / |\rho^Z(i)|, \quad 0 \leq \Theta \leq 1 \quad (21)$$

где $r_j(i), r(i)$ - число пертинентных записей на j -сервере и на всем ИР соответственно.

Полнота информационного поиска i -го шага на j -м сервере

$$\pi_j(i) = r_j(i) / |\bar{\rho}^z|, \quad 0 \leq \pi_j \leq 1 \quad (22)$$

и на всем информационном ресурсе

$$\pi(i) = \sum_{j=1}^{j_{\max}} r_j(i) / \sum_{j=1}^{j_{\max}} |\bar{\rho}^z| = r(i) / |\bar{\rho}^z|, \quad 0 \leq \pi \leq 1 \quad (23)$$

От преобразования к преобразованию приведенные показатели меняют свои значения. При правильном (удачном) поиске они возрастают, достигая максимальных значений, при неправильном - могут убывать. В этих явлениях большую роль играют мало изученные свойства таких информационных объектов, каковыми являются записи.

Таким образом можно сформулировать следующую стратегию поиска.

1. Максимальное покрытие решение задачи $\bar{\rho}^z$ поисковой процедурой, составленной из известных оператору ключевых слов тезауруса предметной области $T_{оп}^0 (T_{по}^3)$

$$\varphi: \bigvee P_n (t_n = t_n^z): Z \rightarrow \rho_{h_i}^z, h = 1. \quad (24)$$

2. Исследование $\{z\} \subset \rho_{h_i}^z$ на предмет выявления антиномий n_a , синонимик n_c и дескрипторов компонент связности d_{ca}, d_d .

3. Антиномии разрешаются поисковыми процедурами вида:

$$\varphi: t_a \& \bar{d} \mid t_a \& \bar{d}, \quad (25)$$

где d -дескриптор нежелательной компоненты связности.

4. Компоненты связности d_{ca} , не принадлежащие решению $\bar{\rho}^z$, удаляются ПП

$$\varphi: d_{ca} \& \bar{d}_d \mid d_{ca} \& \bar{d}_d. \quad (26)$$

5. Синонимики n_c используются для расширения покрытия решение задачи $\bar{\rho}^z$ процедурой вида (24) при

$$n_{\max} := n_{\max} + n_c. \quad (27)$$

С учетом предложенной стратегии поиска проведена оценка дидактических свойств «ГВС-оператор» с позиций оперативности, динамичности и информативности.

Оперативность:

$$t_{III} = t_{-} + t_{-} \quad (28)$$

$$t_{III} = t_{\{z\}} + t_{\varphi}, \quad (29)$$

где t_{-} среднее время выполнения ПП в ГВС без учета потерь в сети (t_{-}),

$t_{\{z\}}$ - среднее время выборочного анализа записей $\{z\}$; из текущего состояния ГВС,

t_{φ} - среднее время составления ПП.

Динамичность: характеризуется мощностью наборов синонимик $\{n_c^{\max}\}$, антиномий $\{n_a^{\max}\}$ и возможностью варьирования в широком диапазоне показателями точности θ и полноты π поиска, правда, при большой проблематичности их даже приближенного оценивания и, тем более, документирования. И наконец, ничем, кроме учебного времени, неограниченным набором учебных задач Z .

Информативность: характеризуется объемами предоставляемой обучаемому из ИР информации. Только теоретически они определяются возможностями самого ИР, а на практике также ограничиваются предоставляемым учебным временем.

В процессе агрегирования ГВС в имитатор определяющие характеристики дидактических свойств, средства научения должны быть улучшены или хотя бы сохранены, что обеспечило бы соблюдение важного аспекта адекватности тренажера реальной ГВС.

В третьем разделе осуществлены разработка системы показателей адекватности имитатора ГВС с РИС и алгоритм оптимального агрегирования информационного ресурса ГВС, обеспечивающий максимальную информативность с сохранением устанавливаемых учебными задачами компонент связности при ограничениях на предоставляемую память.

Информационная компонента имитатора Z' предполагает агрегирование гигантского информационного ресурса (ИР) ГВС Z . Первый предварительный этап этой процедуры реализуется обоснованным выбором предметной области и класса дидактически привлекательных ИПЗ с развитыми системами синонимик и антиномий (выходящих за рамки предметной области по определению).

Очевидно, что в основных случаях практики говорят не о полной адекватности, а лишь об адекватности в некотором смысле, во всех случаях оценка адекватности должна проводиться с учетом того, в какой степени на данной модели могут быть достигнуты цели моделирования прототипа, в данном случае исключительно как дидактического средства.

Поэтому имитационная модель, по крайней мере, сохраняет основные свойства прототипа с позиций преподавателя и обучаемого. Эта точка зрения принята решающей при обосновании следующих критериев адекватности.

1. Изоморфизм «экранов». Форма задания поисковых функций и отображения промежуточных и окончательных результатов поиска в ГВС и имитаторе должны полностью совпадать.

2. Адекватность характеристик оперативности:

$$\tilde{t}_{\text{III}}(\rho^Z) \leq \tilde{t}_{\text{III}}(\rho^Z), \quad (30)$$

где

$$\tilde{t}_{\text{III}}^{\sim M}(\rho^Z) < \tilde{t}_{\text{III}}^{\sim M}(\rho^Z), \quad (31)$$

где $\tilde{t}_{\text{III}}^{\sim M}(\rho^Z), \tilde{t}_{\text{III}}^{\sim M}(\rho^Z)$ - средние продолжительности и машинной (м) составляющих выполнения поисковых предписаний в имитаторе и ГВС.

3. Адекватность характеристик динамичности.

Выполнения данного критерия обеспечивает равноценный набор учебных ситуаций в имитаторе во время учебного информационного поиска:

а) мощность множества учебных задач

$$|Z_y(Z')| \ll |Z_y(Z), \quad Z' \subset Z \quad (32)$$

может потребовать для тренажера ГВС выполнения условия

$$|Z_y(Z', t_y)| \gg |Z_y(Z, t_y)| \quad (33)$$

поскольку остальные учебные задачи ГВС по сути, виртуальны;

б) разнообразие вариантов решения учебных задач:

Среднее число траекторий \tilde{h}_{\max} поиска и их средняя длина $|\tilde{l}_h|_{cp}$ в имитаторе должны быть сохранены:

$$\tilde{h}_{\max}(Z') \approx \tilde{h}_{\max}(Z) , \quad (34)$$

$$|\tilde{l}_h(Z')|_{cp} \approx |\tilde{l}_h(Z)|_{cp} . \quad (35)$$

Это касается, прежде всего, наборов синонимик и антиномий

$$\{n_c^{\max}(Z')\} = \{n_c^{\max}(Z)\} , \quad (36)$$

$$\{n_a^{\max}(Z')\} = \{n_a^{\max}(Z)\} ; \quad (37)$$

в) показатели эффективности поиска (точность - Θ и полнота - π) должны меняться в процессе решения учебных ИПЗ в широких пределах

$$\Theta_{ih}(Z') \in (0,1] , \quad (38)$$

$$\pi_{ih}(Z') \in (0,1] . \quad (39)$$

4. Информационная адекватность.

Для имитатора с ограниченной памятью - Q , безусловно, это «ахиллесова» пята, поскольку из отношений

$$Q_{Z_1} \ll Q_Z \quad (40)$$

и

$$Z_1 \subset Z \quad (41)$$

следует

$$|Z_1| \ll |Z| \quad (42)$$

Это обстоятельство приводит к тому, что в среднем на i_{h-m} шаге решения ИПЗ наборы записей на экране оператора тренажера будут меньшей мощности, нежели на экране оператора ГВС

$$|\rho_{ih}^{Z_1}|_{cp} < |\rho_{ih}^Z|_{cp} \quad (43)$$

Этот недостаток при корректном агрегировании необходимо свести к минимуму, т.е. добиться максимально возможного при ограничениях на память значения отношения:

$$\max(|\rho_{ih}^{Z_1}|_{cp} / |\rho_{ih}^Z|_{cp}) . \quad (44)$$

Анализ проблем адекватности ГВС и имитатора как объектов учебно-лабораторной базы показывает, что успешность их решения, прежде всего, связана с корректным агрегированием информационного ресурса, позволяющим сделать имитатор в отношении дидактических свойств более предпочтительным.

Математически данную задачу можно сформулировать следующим образом:

$$\text{Найти } \max_{\{\Gamma: Z \rightarrow \Pi_Z\}} (|\rho_{ih}^{Z_1}|_{cp} / |\rho_{ih}^Z|_{cp}) \quad (45)$$

при ограничениях (33-35), (38, 39).

Следует заметить, что для слишком малой памяти имитатора эта задача может не иметь решения, что вряд ли нуждается в специальном доказательстве.

Методика корректного агрегирования ИР ГВС в ИР имитатора состоит из ряда шагов:

1) составление множества учебных задач Z_y в предметной области, $Z_{по}$, совпадающей со специальностью контингента обучаемых

$$|Z_y| = \eta_{\max} = t_y / \bar{t}_3, \quad (46)$$

где \bar{t}_3 - среднее эмпирически определенное время решения задач класса Z при условии

$$\bar{t}_{пп}(\rho^Z) \approx \bar{t}_{пп}^a(\rho^Z), \quad (47)$$

предполагающем отсутствие затрат времени на поисковую работу ГВС. Это предположение ориентируется на высокую оперативность имитатора;

2) для каждой учебной ИПЗ $z \in Z$ находится экспертно обоснованное точное решение в ГВС $\bar{\rho}_z$, строится тезаурус T_z (он должен содержать синонимии и порождать антиномии, иначе задача выпадает из класса допустимых) и общий тезаурус T

$$T = \bigcup^3 T_z; \quad (48)$$

3) средствами ГВС находятся, индексируются и заносятся в специальную память Q_0 , в общем случае пересекающиеся подмножества записей

$$Z_{v_1} = \rho^Z(t), v_1 = \overline{1, |T|}, \quad (49)$$

антиномии

$$Z_{v_2} = \rho^Z(t) \cap Z_{по}, v_2 = \overline{1, |T|} \quad (50)$$

и точных решений

$$Z_{v_3} = \overline{\rho^z}, v_3 = \overline{1, |3|} \quad v_3 = \overline{1, |3|}. \quad (51)$$

Операциями над множествами индексов записей вычисляются

$$Zv_1 := Z_{v_1} \setminus Z_{v_2} = \rho^z(t) \setminus Z_{v_2}, v_1 = v_2 = \overline{1, |T|} \quad (52)$$

и сохраняются пустые подмножества антиномий

$$Z_{v_2} \neq 0, \quad v_2 = 1, \varepsilon_{\max}; \quad (53)$$

4) строится исходное множество, в общем случае, пересекающихся подмножеств индексов записей:

$$\Pi'_z = \{Z_v\}, v = \overline{1, v_{\max}}. \quad (54)$$

$$v_{\max} = |T| + I_{\max} + |3|; \quad (55)$$

5) решается алгоритм разбиения исходного множества индексов записей

$$Z = \bigcup^T \rho^z(t) = \bigcup^{v_{\max}} Z_v; \quad (56)$$

6) В каждом наборе Z_v , $v = \overline{1, v_{\max}}$ производится ранжирование записей по занимаемой памяти

$$z_{v_1}, z_{v_2}, \dots, z_{v_{k_1}}, \dots, z_{v_{k_{v_{\max}}}}; \quad (57)$$

т.е.

$$\left(\forall k_1, k_2 \in \overline{1, v_{k_{v_{\max}}}} \right) P \left(k_2 > k_1 \rightarrow Q_{z_{v_{k_2}}} > Q_{z_{v_{k_1}}} \right); \quad (58)$$

7) выполняется процедура сжатия записей

$$z := z \setminus z_m, \quad z \in Z_v, \quad (59)$$

если отношение класса эквивалентности dv при этом на записи z сохраняется, то:

$$D_v(z_\delta \| z_p \| z_m) = D_v(z_\delta \| z_p) \quad (60)$$

Аналогично:

$$z := z \setminus (z_p \| z_m), \quad (61)$$

если

$$D_v(z_\delta \| z_p \| z_m) = D_v(z_\delta); \quad (62)$$

8) находится класс эквивалентности с наименьшей мощностью принадлежащих ему записей

$$|Z_{v_{\min}}| = \min_{\Pi_z} |Z_v| \quad (63)$$

и принимается

$$|\Delta Z_{v_{\min}}| = 1 \quad (64)$$

при условии $|Z_{v_{\min}}| > 1$, иначе данный класс эквивалентности исчезает, нарушается топология ИР.

Тогда

$$v_{k_{\max}}^v := v_{k_{\max}}^v - \left] Z_v / |Z_{v_{\max}} \right| \left[\quad (65)$$

Оценивается возможность размещения агрегированного ИР Π_Z' в представляемой для него памяти

$$\sum_{\Pi_Z'} Q_v \leq Q_{\max} \cdot \quad (66)$$

В случае выполнения условия (66) агрегирование ИР заканчивается. В противном случае итерация повторяется с п.8;

10) в агрегированном ИР желательно сохранить реальные имена баз данных (серверов) и гиперссылки (гиперстраницы) в содержащихся в нем записей.

Изложенные теоретические основы методики оптимального гомоморфного представления заданного информационного ресурса ГВС в ограниченной памяти имитатора с сохранением ориентированных на учебные задачи монологических свойств обеспечат эффективное научение курсантов ВИ РВ работе с распределенными информационными системами.

Приводятся рекомендации по построению программно-технической части тренажера.

Результаты проведения эксперимента (рис.3-рис.10), подтверждают неоспоримость преимущества имитаторов ГВС нового класса перед альтернативными объектами учебно-лабораторной базы подготовки курсантов к работе с ГВС.

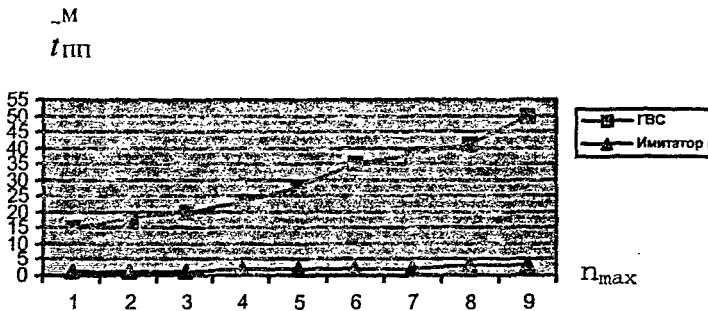


Рис.3. Сравнительный график для поисковых процедур по ключевым словам с использованием конъюнкции

$$\varphi = \& P_n(t_n = t_n^z)$$

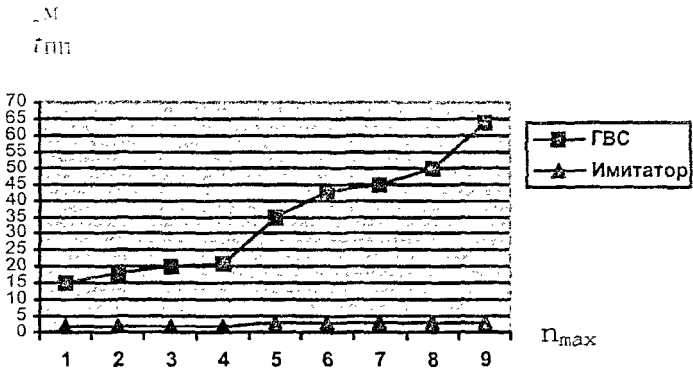


Рис. 4. Сравнительный график для поисковой процедуры по ключевым словам с использованием дизъюнкции

$$\varphi = \sqrt[\eta_{\max}] P_n(t_n = t_n^Z)$$

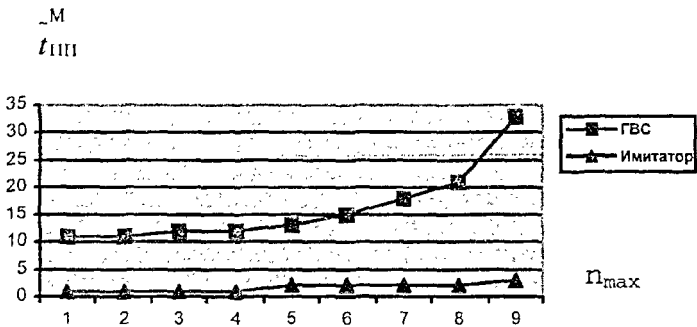


Рис. 5. Сравнительный график для поисковой процедуры с дескриптором

$$\varphi = \&\& P_n(t_n = t_n^Z)$$

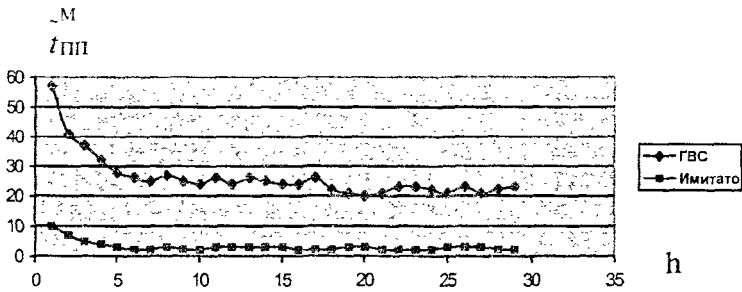


Рис.6. Динамика показателя поиска $\varphi = \sqrt[n_{\max}] P_n(t_n = t_n^Z)$

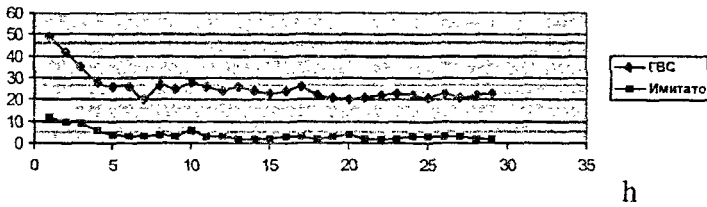


Рис.7. Динамика показателя поиска $\varphi = \sqrt[n_{\max}] P_n(t_n = t_n^Z)$

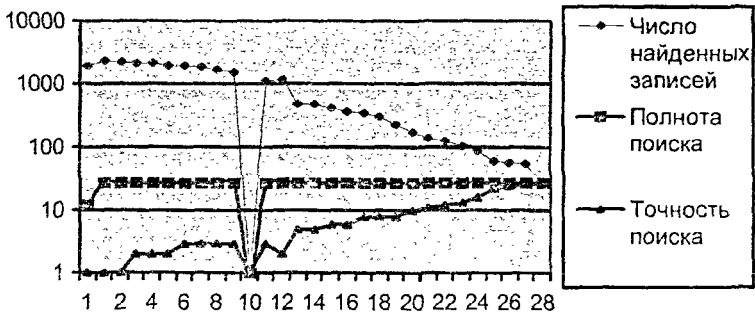


Рис.8. Динамика показателей эффективности поиска

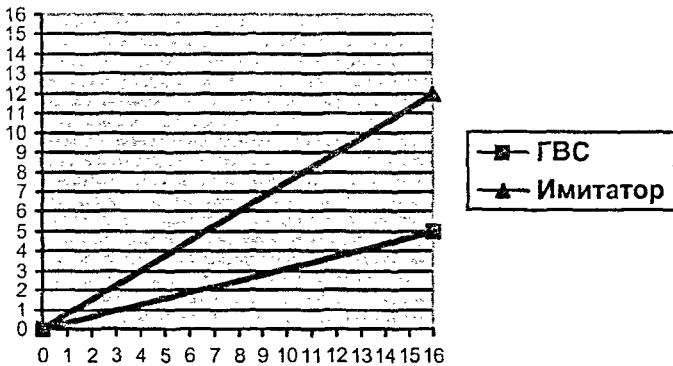


Рис.9. График числа тренировок имитатора и ГВС за отведенное учебное время

В заключении приводятся основные научные результаты и практическая значимость исследования.

3. Основные результаты работы

Научные результаты:

1. Разработана теоретико-множественная модель процедуры агрегирования ГВС в имитатор.
2. Разработана модель класса учебных задач с заданными дидактическими свойствами.
3. Разработана функциональная модель ГВС.
4. Разработана модель информационных объектов ГВС заданной топологии.
5. Предложена научно обоснованная стратегия информационного поиска в ГВС.
6. Разработана методика оценки дидактических свойств ГВС и имитатора.
7. Получены показатели адекватности имитатора ГВС с РИС.
8. Предложен алгоритм оптимального агрегирования ИР ГВС.

Практические результаты:

1. Разработана методика создания имитаторов ГВС как объектов учебно-лабораторной базы.
2. Обеспечена возможность привития курсантам военных институтов РВСН навыков работы с РИС.

3. Повышена эффективность процесса научения работе с ГВС на основе развития дидактических свойств тренажерной базы.

Проделанная работа дала новое решение актуальной задачи, имеющей важное значение для научения выпускников военных вузов работе с ГИС на основе имитаторов ГВС с развитыми дидактическими свойствами.

4. Основные публикации, выполненные по теме диссертационной работы

1. Трусов А.В., Бордюже В.В. Концепция построения интегрированных систем управления // Теоретические и прикладные аспекты промышленной автоматизации и информатики: Сб. науч. трудов. Вып.45. НИИУМС. - Пермь, 1996. - С.39-46.
2. Трусов А.В. Концепция построения интегрированных телекоммуникационных систем акционерного коммерческого банка // Теоретические и прикладные аспекты промышленной автоматизации и информатики: Сб. науч. трудов. Вып.45. НИИУМС. - Пермь, 1996. - С.104-113.
3. Трусов А.В., Раскопин А.О., Кошеварова Г.Г. Разработка концепции интегрированных систем информационного обеспечения градостроительного проектирования // Пермские строительные ведомости. - 1996. - № 12.- С.15.
4. Трусов А.В. Построение интегрированных систем управления. Часть 1. Обеспечение надежности работы систем /ИЛ Пермского ЦНТИ № 150-98. - Пермь, 1998. - 3 с.
5. Трусов А.В. Построение интегрированных систем управления. Часть 2. Комплексный подход в построении интегрированных систем / ИЛ Пермского ЦНТИ № 151-98.- Пермь, 1998. - 4 с.
6. Трусов А.В. Метод построения интегрированной кабельной системы связи на предприятии / ИЛ Пермского ЦНТИ № 240-98. - Пермь, 1998. - 3 с.
7. Трусов А.В., Харитонов В.А., Гревцев А.М., Беляков А.Ю. Принцип агрегирования в процедуре разработки имитаторов человеко-машинных систем // Труды ПВИ РВ. Вып. 2. - Пермь, 1999. - С.7-10.
8. Трусов А.В., Трефилов В.А., Харитонов В.А., Макин В.В. Информационные вычислительные системы общего пользования на службе профессионального образования. Проблемы использования сетей военным вузом и один из путей ее решения // Сб. трудов XVI научно -

- технической конференции, ПВИ РВ. - Пермь, 1999. - С.30-43.
9. Трусов А.В., Харитонов В.А. Представление информационных распределенных сетей на базе персонального компьютера - имитатора Internet //Тез. докл. и сообщений: Военно-инженерное образование: Новые педагогические и информационные технологии. - Пермь: ПВИ РВ, 1999. - С.33.
 10. Трусов А.В., Харитонов В.А. Теоретико-множественная модель имитатора распределенных информационных систем // Межвузовский сб. науч. трудов: Информационные управляющие системы. - Пермь: ПГТУ, 2000. - С.41-49.
 11. Трусов А.В. Информационно-аналитическая система поддержки региональной инновационной деятельности //Всероссийский форум «Интеллектуальные ресурсы регионов России на рубеже тысячелетий»; Тез. докл. НПК «Проблемы организации использования научно-технической деятельности в интересах экономического и социального развития регионов Российской Федерации». - Ярославль, 2000. - С.63-67.
 12. Трусов А.В., Харитонов В.А. Корректное гомоморфное преобразование информационного ресурса в имитаторах глобальных вычислительных сетей // Труды ПВИ РВ. Выпуск 3. - Пермь, 2000.

Подписано в печать 29.05.2000 г.

Печать ризографическая Уч.-изд.л.0,875, Тир. 80 экз.

Отпечатано группой оперативной полиграфии Пермского ЦНТИ