

Використання нейромережі на основі моделі ФТФ дозволяє класифікувати стани системи керування на основі оцінкових значень виходів системи. Завдяки неітераційній процедурі навчання ФТФ мережі є можливість її швидкого перенавчання із новими значеннями виходів системи.

Список джерел:

1. Agarval M. A systematic classification of neural-network-based control // Control Systems.- 1997.- Vol. 17.- N.2.- p.75-93.
2. Wu Q.M.J., Stanley K., de Silva C.W. Neural control systems and applications / Intelligent adaptive control. Industrial applications. Ed. By Jain L.C., de Silva C.W.- CRC Press, 1999.- p.63-103.
3. Сікора Л. Лазерні інформаційно-вимірювальні системи для управління технологічними процесами. Системологія прийняття рішень на управління в складних технологічних структурах.- Львів: Каменяр.- 1998.- 452 с.
4. Білас О.Є. Класифікація образів з допомогою нейромереж та можливість оцінки її якості // Збірник наукових праць. Комп'ютерні технології друкарства.- №4.- Львів.- 2000.- С.208-313.
5. Ткаченко Р.О. Модель нейронних мереж // Вісник ДУ "Львівська політехніка" комп'ютерна інженерія та інформаційні технології, №349, 1998. -С.83-86.

УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ ОБЪЕКТОВ В СЕМИОТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Григорьев А.В.,

Донецкий национальный технический университет

Моделям пространства и времени (МПВ), составляющей базис концептуальной модели предметной области (КМ ПрОб) интеллектуальных систем, посвящен многочисленный ряд работ: физических [1,2], философских [3] и формально-логических. Среди последних наиболее полный аппарат представления системы уровней МПВ приведен в работе [4]. В ней МПВ задается как закрытая формальная модель и основывается на многосортной логике. Недостатки данной МПВ: 1) статичный характер МПВ; 2) отсутствие отношения подчиненности в схеме пространство - время; 3) не рассматриваются понятия системного анализа [5]; 4) МПВ не позволяет представлять свойства объектов, отличные от временных и пространственных; 4) явно не определены средства задания системы

уровней МПВ, связанных между собой, и т.д. Все прочие работы по МПВ, более ранние [6,7] или более поздние [8,9], как правило, вовсе не рассматривают системы уровней МПВ и рассматривают время в отрыве от пространства, либо вовсе игнорируют пространство. Семантически они являются частными случаями МПВ [4] или незначительно отличаются.

Алгоритмы моделирования движения объектов во времени и пространстве в САПР на различных уровнях моделей задаются: 1) на уровнях системной и функционально-логической модели - комплексом методов имитационного моделирования; 2) на уровне количественной макро- и микромоделей - комплексом численных методов [10] решения обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных. На уровне структурной модели движения не рассматривается. Теоретическую базу МПВ численных методов составляет теория линейных векторных пространств [11,12]. Алгоритмы движения в пространстве и времени в методах имитационного моделирования представлены событийными моделями, использующими синхронное и асинхронное моделирование и могут быть определены как частный случай МПВ численных методов. Время и пространство в САПР на разных уровнях представляются как дискретной конечной одномерной моделью так и многомерными непрерывными и бесконечными моделями.

Разработка новой МПВ, отвечающей требованиям САПР, обеспечит построение специализированной интеллектуальной оболочки для создания интеллектуальных САПР. Открытый, многоуровневый характер базы знаний (БЗ) интеллектуальной САПР делает необходимым использование для формального описания КМ ПрОб семиотической модели (СМ). СМ есть открытая формальная система [13]: $F = \langle T, C, A, P, r, b, g, d \rangle$, где T - множество базовых элементов системы; C - множество правил построения синтаксически правильных формул; A - множество аксиом F , подмножество формул из C , которым априорно присваивается статус истинности; P - множество правил вывода (семантические правила), позволяющие получать из A новые синтаксически правильные формулы, которым присваивается статус истинности; r, b, g, d - правила изменения для T ,

С, А и П. Требование конструктивности СМ предполагает реализацию следующих процедур: П1 - определения принадлежности данного элемента множеству Т; П2 - идентификации различия элементов множества Т; П3 - определения синтаксической корректности элементов, построенных посредством правил С. Процедуры П1, П2 и П3 должны быть конструктивными, т.е. завершаться через определенное число шагов. Конструктивная СМ является разрешимой, если существует конструктивная процедура П4, дающая однозначный ответ на вопрос - является ли данный синтаксически корректный элемент семантически верным.

СМ позволяет формально описать систему взаимосвязанных модельных уровней САПР (структурный, логический и т.д. [14]). Каждому уровню соответствует открытая БЗ о множестве возможных решений данного уровня. Задача построения СМ представления знаний в САПР в настоящее время не имеет полного решения. Можно упомянуть [15] как случай СМ БЗ в САПР для поискового конструирования (т.е. решения изобретательских задач). В работе [16] предложена более полная по составу СМ БЗ САПР, ориентированная на решение типичных задач проектирования. Для представления знаний в САПР в [16] принят следующий подход. БЗ представляет собой И-ИЛИ-дерево с определенными отношениями (продукциями) над ИЛИ-синтермами. Цель вывода в БЗ - обеспечение выбора требуемого прототипа по техническому заданию (ТЗ) как подмножеству значений ИЛИ-синтермов. Суть работы [16] состоит в задании процедуры П4, дающей однозначный ответ на вопрос - является ли данный синтаксически корректный элемент семантически верным. Подход [16] соответствует модели САПР, предложенной ранее в теории сложности систем автоматического управления [17].

В работах [18,19] рассматривается семантика СМ БЗ САПР, уточняется форма представления прототипа, определяется представление модели пространства и времени. Набор уровней модели предметной области для интеллектуальных САПР рассматривается как система взаимосвязанных знаний о действительности. В [19] предлагается система глобальных аксиом СМ предметной области. Система аксиом включает 6 обязательных

уровней: 1) исходной модели; 2) задания времени 3) моделей пространств; 4) пространственных точек; 5) «простых» свойств 6) значений "простых" свойств. Число подуровней названных уровней не фиксировано и определяется предметной областью и желаемым уровнем детальности представления модели. Глобальные аксиомы задаются как системы локальных аксиом обязательных уровней. При описании локальных аксиом задаются правила построения синтаксически правильных формул. Исходя из [18,19] становится необходимым определить трактовку процедуры П4 для СМ БЗ САПР с предложенной семантикой. Процедура П4 в этом случае задает алгоритм управления движением в СМ пространства и времени.

Рассмотрим задачу моделирования поведения объекта на одном фиксированном уровне грубости представления модели. КМ ПрОб, предложенная в [18,19], позволяет определять два типа моделей движения объектов в пространстве и времени: 1) с возможностью изменения шкал и мер СМ; 2) при отсутствии изменения шкал и мер СМ. Рассмотрим случай движения при отсутствии изменения шкал и мер СМ. Может быть выбран один из следующих вариантов моделей движения в пространстве и времени [19], отличающихся уровнем возможных изменений в модели: 1) Движение как изменение значений свойств физических точек (ФТ) при неизменном числе ФТ и соответствующих им пространственных координат (ПК), а так же неизменных связях между ФТ; 2) Движение ФТ в пространстве с течением времени (при неизменном числе ФТ и ПК) как смена отдельными ФТ идентификаторов ПК; характеризуется изменением числа и состава связей между ФТ и, соответственно, числа, состава и значений свойств ФТ; отдельная ФТ определяется через набор системообразующих и факультативных свойств [5], связанных с доменами своих возможных значений; 3) Движение ФТ в пространстве с течением времени как смена отдельными ФТ идентификаторов ПК при различном числе ФТ и ПК в различные моменты времени, но при единой метрике пространства-времени; характеризуется изменением числа и состава связей между ФТ и, соответственно, числа, состава и значений свойств ФТ; отдельная ФТ определяется через набор системообразующих и факультативных свойств, связанных с доменами своих возможных значений.

Т.о., для данного типа МПВ верно: 1) различные прототипы могут иметь различное число пространств, принадлежащих к различным точкам времени; 2) различные пространства, принадлежащие одному прототипу могут иметь различные число ПК и число ФТ; 3) подмножество ПК, входящих в некоторое пространство П1, но не входящих в пространство П2, при том, что П1 и П2 объединены общей метрикой, могут считаться в П2 принадлежащими к подмножеству ПК с не определенным составом значений свойств. При любой схеме движения выполняются условия:

- ограниченность (счетность) общего числа ФТ и ПК, принадлежащих ограниченному (счетному) числу пространств - точек времени для ограниченного (счетного) числа рассматриваемых прототипов;

- возможность однозначно определять идентификацию для: а) ПК - в пределах пространств и прототипов; б) пространств - в пределах прототипов; различных прототипов;

- неопределенность значений свойств для ПК, не связанных в контексте данного пространства ни с одной ФТ, а так же не входящих в данное пространство или прототип, но входящих в другие пространства или другие прототипы.

Выводы: 1) пространство может быть представлено как совокупность фиксированного числа ПК, меняющих значения своих свойств в зависимости от контекста; будем называть их в дальнейшем "пространственные точки" (ПТ); 2) независимо от выбранного типа движения состав пространств в данном прототипе, а так же состав ПК и ФТ в отдельных пространствах может быть определен списком ПТ для выбранного подмножества пространств с указанием состояния границ ПТ.

В упрощенном виде множество основных элементов СМ для данного типа МПВ имеет вид.

2.1 Т - множество базовых элементов системы. Содержит в своем составе следующие элементы:

1) Шкала времени прототипа P^k - упорядоченная последовательность идентификаторов моментов времени, связанных с пространствами, входящими в прототип $T^k = \{T_j^k\}_{j=1}^{N_k}$.

2) Метрика M^{Tk} времени - норма на множестве значений времени, определенном как линейное векторное пространство (ЛВП) [11,12].

3) Модель времени - условие существования системы "временных" связей $L^{kT} = \&\{L_u^{kT}\}_{u=1}^{Nu}$ [19] между пространствами, входящими в прототип, исходя из ограничений на метрику времени.

4) "Полный" прототип есть траектория движения объекта во времени, заданная как совокупность состояний пространств в заданные моменты времени, принадлежащие шкале времени прототипа P^k . "Полный" прототип определяется как $P^k = \&\{P_l^k\}_{l=1}^{Nk}$ и включает совокупность "частных" n -х прототипов $P_n^k = \&\{P_{nl}^k\}_{l=1}^n$ при $n \leq N_k$ и $P_n^k \subset P^k$.

5) Шкала пространства Π_i^k - упорядоченная последовательность идентификаторов ПТ, связанных с пространствам $\Pi_i = \&\{X_{ij}\}_{j=1}^{Ji}$. Число шкал, определенных на пространствах, не оговаривается.

6) Метрика M_i^{Tk} пространства - норма на множестве пространств, определенном как линейное векторное пространство (ЛВП) [11,12].

7) Модель пространства - условие существования комплекса "пространственных" связей $L_u^{kTP} = \&\{L_{ur}^{kTP}\}_{r=1}^{Nur}$ между ПТ внутри "временных" связей, исходя из ограничений на метрику пространства.

8) Шкала потенциала E_{ij}^k - упорядоченная последовательность потенциалов ПТ, связанных с пространствам $\Pi_i = \&\{X_{ij}\}_{j=1}^{Ji}$. Число шкал не оговаривается.

9) Метрика M_{ie}^{Dk} норма на множестве потенциалов, определенном как линейное векторное пространство (ЛВП) [11,12].

10) Модель потенциала - условия существования комплекса "простых" связей $L_{ur}^{kTPP} = \&\{L_{urd}^{kTPP}\}_{d=1}^{Nurd}$ [19] между ПТ - хранительницами потенциалов внутри "пространственных" связей, исходя из ограничений на метрику потенциалов.

11) Граница ПТ X_{ij}^m содержит все потенциалы всех ПТ, связанных с данной ПТ "простыми" связями, а так же "собственный" потенциал данной ПТ.

12) "Простая" связь между ПТ есть средство задания эквивалентных значений для двух потенциалов, принадлежащих разным границам.

13) $\Pi_i = \&\{X_{ij}^m\}_{j=1}^{J_i}$ - состояние пространства как совокупность X_{ij}^m - комбинаций состояний свойств-потенциалов на границе всех ПТ X_{ij} , входящих в пространство.

14) Текущее время T_j при $1 \leq j \leq N_k$.

15) Достоверность (апробированность на практике) для прототипов $D(P^k) = 100\%$ [20].

2.2 А - множество семантически правильных формул. Множество А определяет содержимое БЗ. А является подмножеством С и совпадает с множеством семантически верных прототипов (имеющих прецеденты в практике). При этом различаются такие составляющие А:

1) $A_1 : P = \vee\{P^k\}_{k=1}^K$ - множество семантически верных прототипов.

2) A_2 : обобщенный набор моделей пространств и обобщенная шкала значений времени для некоторого множества прототипов $\Pi = \&\{\Pi_j\}_{j=1}^N$ или $T = \&\{T_j\}_{j=1}^N$.

3) A_3 : обобщенная модель i -го пространства задается как $\Pi_i = \vee\{\Pi_{ij}\}_{j=1}^N$, где Π_{ij} - возможное i -е состояние j -го пространства. Тогда $P^k = \&\{\Pi_{ij}^k\}_{j=1}^N$, где Π_{ij}^k - требуемое состояние i -го пространства.

4) A_4 : обобщенный набор ПТ $X = \&\{X_i\}_{i=1}^{M_i}$ как объединение всех возможных ПТ всех пространств из всех прототипов.

5) A_5 : с каждой j -й ПТ i -го пространства X_{ij} связано множество возможных комбинаций семантически верных состояний ее границ во всех прототипах - $X_{ij} = \vee\{X_{ij}^m\}_{m=1}^{M_{ij}}$, а так же - во всех пространствах и прототипах $X_{ij} = \vee\{X_{ij}^m\}_{m=1}^{M_{ij}}$. 6) A_6 : обобщенный набор метрик для прототипов (времени), пространств (ПТ) и потенциалов (свойств).

6) A_7 : обобщенный набор связей для отдельных пространств.

2.3 С - множество правил построения синтаксически правильных формул. Множество С совпадает с множеством синтаксически возможных прототипов P , заданным как декартово

произведение всех возможных семантически верных состояний границ всех ПТ: $P = \{P_t\}_{t=1}^T = \underline{X}_1 \times \dots \times \underline{X}_W$.

2.4 . Будем придерживаться трактовки процедур П1, П2 и П3, принятой в [16].

Формулировка задачи вывода для процедуры П4 СМ: проверить, принадлежит ли данное синтаксически правильное выражение, заданное в ТЗ (желаемый прототип), к множеству семантически правильных выражений (имеющиеся прототипы). Между элементами различных обобщенных наборов семантически верных выражений $A_1 \div A_7$ могут быть заданы соответствия, исходя из факта включения некоторого элемента набора $a_{ij} \in A_i$ в подмножество элементов другого (того же) обобщенного набора $\{a_{km}\}_k \in A_m$, т.е.: $a_{ij} \leftrightarrow \{a_{km}\}_k$. Данные соответствия составляют правила вывода СМ и могут быть заданы в виде продукций, в соответствии с подходом, принятым в [3]. Имеются такие соответствия:

- $P_n^k \leftrightarrow P^k, \forall n, k$, т.е. некоторый прототип в некоторый момент времени однозначно определяет дальнейшую траекторию;

- $\Pi_{ij} \rightarrow \vee \{P_i^{k'}\}_{i=1}^n, \forall n \leq N$, т.е. некоторое i -е состояние пространства в момент времени T_j связано с рядом траекторий, проходящих через него;

- $X_{ij}^m \rightarrow \vee \{\Pi_i^1, \dots, \Pi_i^{K_i}\}$, т.е. состояние ПТ соответствует подмножеству состояний пространства в моменты времени, имеющих данное состояние ПТ;

- L_{urd}^{kTTTT} - "простая" связь между двумя ПТ требует эквивалентности значений потенциалов с обеих сторон связи, что означает сужение множества семантически возможных значений комбинаций состояний границ для обеих ПТ

$$\exists (L_{urd}^{kTTTT} : X_{ij_1} \leftrightarrow X_{ij_2}) \rightarrow (\forall X_{ij_1}^m \rightarrow \underline{X}_{ij_2}^m, \subset \underline{X}_{ij_2}^m) \& (\forall X_{ij_2}^m \rightarrow \underline{X}_{ij_1}^m, \subset \underline{X}_{ij_1}^m).$$

ТЗ становится известным в полном объеме до начала вывода, но в связи с последовательным характером процесса моделирования, процесс вывода является последовательным. ТЗ задается как подмножество временных точек $T' \subset \{T_j\}_{j=1}^N$ с множеством значений в подмножестве ПТ - $\underline{X}'_{ij} \subset \vee \{X_{ij}^m\}_{m=1}^{M'ij}$. Возможно любое подмножество

ПТ, объединение ПТ по И, по ИЛИ, любая степень полноты информации о желаемом(ых) прототипе(ах), вплоть до полной неопределенности, т.е. до Nil. Возможные формы ТЗ:

1) Задано состояние пространства в начальный момент времени T_1 и неопределенное состояние пространства в конечный момент времени T_N . Задача вывода трактуется как поиск траектории для определения состояния пространства в момент времени T_N .

2) Задача 1 дополняется рядом состояний фрагментов пространств в подмножестве временных точек внутри интервала $[T_1, T_N]$. Задача вывода трактуется как проверка возможности достижения требуемого состояния пространства в момент времени T_N с набором контрольных состояний в промежуточных временных точках, т.е. искомыми являются траектории, удовлетворяющие данным условиям.

3) Задан полный ряд желаемых состояний пространств во всем множестве временных точек на интервале $[T_1, T_N]$. Задача вывода трактуется как проверка возможности достижения требуемых состояний пространств во всех моментах времени интервала, т.е. искомым является прототип, удовлетворяющий данным условиям.

Правила g изменения A есть изменение состава (удаление или добавление) множества семантически верных прототипов A_1 с последующим изменением множеств $A_2 \div A_7$. Изменения A приводят только к изменению множества термов, но не изменяют сами правила построения синтаксически правильных формул. Состав множества правил вывода Π определяется составом правил g изменения A в СМ. Состав правил изменения допускает изменения следующих аксиом: 1) числа возможных семантически верных прототипов (траекторий движения моделей пространств во времени) как набора состояний пространств; 2) числа возможных семантически верных состояний пространства в некоторое время T_j , определенных как совокупности возможных семантически верных состояний ПТ.

Пусть: 1) множество семантически верных выражений A представлено рядом прототипов; 2) множество C синтаксически верных прототипов представляет собой декартово произведение

множеств возможных состояний базовых функций, заданных как идентификаторы границ ПТ. Будем рассматривать процедуру П4, совмещающую в себе правила изменения g аксиоматики A для SM . Возможные варианты процедуры П4:

1) Без счета прототипов, т.е. не существует известных нам идентификаторов прототипов (аксиом) и состояний пространств и не предполагается их запоминание (гибкая схема, без обучения). Множество изначально известных семантически верных прототипов A_1 пусто. Каждый идентификатор границ ПТ не имеет соответствия с идентификаторами прототипов (состояний пространств), т.е. $X_{ij}^m \rightarrow \{Nil\}$;

2) Со счетом всех прототипов, т.е. все прототипы, состояния пространств и ПТ известны и пронумерованы, другие считаются невозможными (жесткая схема, без обучения). Множество семантически верных прототипов A_1 включает ряд известных прототипов и предполагается, что не существуют неизвестные нам семантически верные прототипы. Каждый идентификатор границ имеет соответствие с идентификаторами прототипов (состояний пространств) $X_{ij}^m \rightarrow \{\Pi_i^1, \dots, \Pi_i^{K_i}\}$;

3) Со счетом известных прототипов, но с наличием неизвестных прототипов (гибкая схема, с обучением). Множество семантически верных прототипов A_1 включает ряд известных прототипов, но предполагается существование неопределенного множества неизвестных нам семантически верных прототипов. Каждый найденный прототип подвергается запоминанию. Каждый идентификатор границ имеет соответствие с идентификаторами прототипов (состояний пространств) $X_{ij}^m \rightarrow \{\Pi_i^1, \dots, \Pi_i^{K_i}, Nil\}$.

Рассмотрим самый сложный вариант процедуры - 3-й, предполагая, что варианты 1 и 2 есть форма упрощения варианта 3. Дано: 1) ТЗ - часть значений X'_{ij} для ряда T_j ; $X'_{ij} = \{X_{ij}^m\}_{m=1}^{M'_{ij}}$, но собственно искомые прототипы - неизвестны; 2) Куча - совокупность $X_{ij} = \{X_{ij}^m\}_{m=1}^{M_{ij}}$, при том, что верно $X_{ij}^m \rightarrow \{\Pi_i^1, \dots, \Pi_i^{K_i}, Nil\}$, т.е. имеется частичное соответствие - "границы ПТ \leftrightarrow состояния пространств". Найти: все прочие X_{ij} . Процедура П4. Идем по пути 1, т.е. без счета

прототипов, но удаляем неподходящие прототипы из числа известных, т.е. выполняем счет прототипов. Если мы сводим модель к одному из известных P_i^k , то задача решена, т.к. траектория уже известна. Все новые состояния запоминаются как P_i^k и как часть нового P^k . Описание алгоритма:

- 1) Делаем текущим T_j начальное время T_1 ;
- 2) Выбираем один из X'_{ij} для данного T_j ;
- 3) Выполняем пересечение X'_{ij} и X_{ij} по множеству $\{X_{ij}^m\}$. Если пересечение пусто - выход по неуспеху, если иначе - идем на 4;
- 4) Сужаем X_{ij} на дополнение к X'_{ij} , т.е. удаляем из X_{ij} неиспользуемые $\{X_{ij}^m\}$, а так же формируем список удаляемых состояний пространств P_i^k (траекторий-прототипов P^k);
- 5) Удаляем для данного T_j из всех прочих $\{X_{ij}^m\}_{m=1}^{M_{ij}}$ удаленные ранее состояния (прототипы), пустые X_{ij}^m - не удаляются; затем последовательно проделываем то же самое для всех X_{ij}^m из T_{j+1} , T_{j+2} и т.д. до T_N ;
- 6) Переходим на 7 по просмотру всех $\{X_{ij}\}$ в T_j , иначе идем на 2;
- 7) Выбираем множество продукций - связей $L_{ij} = \{l_{ij}^k\}_{k=1}^{K_{ij}}$ для данного X_{ij} со всеми $\{X_{ij}^m\}_{m=1}^{M_{ij}}$ в данном T_j , а так же множества связей со всеми $\{X_{ij}^m\}_{m=1}^{M_{ij}}$ в пространствах T_{j+1} , T_{j+2} и т.д. до T_N ;
- 8) Выполняем потоковый алгоритм Нариньяни [21] на множестве полученных связей, при том, что множество отношений интерпретации задано множеством границ; т.е.:
 - 8.1) выбираем одну из связей l_{ij}^k и обрабатываем ее, т.е. сужаем множество границ смежной по связи ПТ $X_{i'j} = \{M_{i'j}^k\}_{k'=1}^{K_{i'j}}$ в данном T_j ;
 - 8.2) переопределяем по связям $X_{i'j}$ множество возможных значений свойств у связанных с ней ПТ и т.д. во всех пространствах вплоть до окончания списка инициированных связей.
 (Примечание: потоковый алгоритм Нариньяни предполагает конечное число шагов [21])

9) Если область определения любого свойства любой ПТ оказалась пуста, то выход по неучасу, иначе - иди на 10;

10) Если обнаружен конец списка $\{x'_{ij}\}$ - то иди на 11, иначе - возврат на 2;

11) При $t_j = T_N$ - переход на 12; иначе - переход к x''_{ij} , часть x_{ij} которого уже определена на предшествующих шагах и далее переход на 2;

12) Если хотя бы один x''_{ij} из оставшихся не удаленными оказался пуст - то вводим новую идентификацию для данного нового прототипа и новых состояний в каждом T_j и запоминанием их;

13) Конец алгоритма по успеху.

Вывод

В работе предложена более полная по составу, чем ранее известные, СМ БЗ САПР, ориентированная на решение типичных задач проектирования. СМ БЗ САПР обеспечивает решение задач поискового конструирования, т.е. поиска новых решений, понимаемых как ранее неизвестные траектории-прототипы. Выполнены поставленные цели работы, т.е.:

1) обеспечена возможность пополнения СМ базы знаний САПР за счет ее обучения;

2) в модель диалоговой СМ БЗ САПР внесена семантика, предложены варианты процедуры П4 для различных режимов работы САПР.

Все варианты процедуры П4 являются конструктивными, т.о., предлагаемая СМ является разрешимой [13]. Эффект от предлагаемой процедуры П4 СМ состоит в следующем:

1) обеспечивается высокая гибкость, настраиваемость процедуры П4 на особенности предметной области и требования пользователя, позволяя выбирать оптимальный вариант вывода в СМ;

2) обеспечивается построение инструментальной оболочки, предназначенной для разработки интеллектуальных САПР в различных предметных областях - "мета-эвристической оболочки".

Список источников

1. Колосков В.Ю. Системы отсчета и системы описания. Часть I. Системы отсчета. М.: "Белка", 1993. - с. 37.
2. Колосков В.Ю. Системы отсчета и системы описания. Часть II. Системы описания. Часть III. От пространства-времени - к Пространству - Духу. М.: "Белка", 1993. - 48 с.
3. Рейхенбах Г. Философия пространства и времени: Пер. с англ. \Общ.ред. А.А. Логунова; Послесл. А.А. Логунова и И.А. Акчурина.- М.: Прогресс 1985. - 344 с.
4. Кондрашина Е.Ю., Литвинцева Л.В., Пospelов Д.А. Представление знаний о времени и пространстве в интеллектуальных системах / Под ред. Д.А. Пospelова. - М.: Наука, 1989. - 328 с.
5. Зубенко Ю.Д. Системный анализ. Донецк: ДонГТУ, 1995. - 166 с.
6. Томасон С.К. Семантический анализ временных логик. Семантика модальных и интенциональных логик. //Под ред. В.А. Смирнова. Сборник статей. М.: Прогресс, 1981. - С. 166-179.
7. Прайор А.Н. Временная логика и непрерывность времени. Там же. - С. 76-97.
8. Логический подход к искусственному интеллекту: От модальной логики к логике баз данных: пер. с франц. /Тейз А., Грибобон П., Юлен Г. и др. - М.: Мир. 1998. -494 с.
9. Боженкова Е.Н. Эквивалентные понятия для структур событий с реальным временем. Труды первой международной научно-практической конференции по программированию УкрПРОГ'98. К.: КЦ НАНУ, 1998. - С. 106-119.
10. Пирумов И.Г. Численные методы. - М.: Изд-во МАИ, 1998. - 188 с.
11. Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы сеточных уравнений. Методы решения сеточных уравнений. М.: Наука, 1978. - 592 с.
12. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Линейная алгебра. М.:Наука,1974.-296 с.
- 13.Пospelов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. М.:Наука,1986.-288с.
14. Норенков И.П. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем. М.: Высш. шк., 1986. - 304 с.
15. Валькман Ю.Р. Основные концепции построения аппарата исчисления моделей в исследовательском проектировании сложных объектов. В кн. КИИ-94 . Национальная конференция с международным участием «Искусственный интеллект-94». Сборник научных трудов. В двух томах. Том 2. Рыбинск. 1994. - С. 255-262.
16. Григорьев А.В. Семиотическая модель базы знаний САПР. Научные труды Донецкого государственного технического университета Серия: Проблемы моделирования и автоматизации проектирования динамических систем, выпуск 10: - Донецк, ДонГТУ, 1999. - С. 30-37.
17. Солодовников В.В., Тумаркин В.И. Теория сложности и проектирование систем управления. - М.: Наука. 1990. - 186 с.
18. Григорьев А.В. Семантика модели предметной области для интеллектуальных САПР. В кн. Информатика, кибернетика и вычислительная техника (ИКВТ-2000). Сборник трудов ДонГТУ, Выпуск 15. Донецк: ДонГТУ, 2000. - С. 148-154.
19. Григорьев А.В. Комплекс моделей САПР как система взаимосвязанных уровней знаний о действительности. В кн. Информатика, кибернетика и вычислительная техника (ИКВТ-2000). Сборник трудов ДонГТУ, Выпуск 15. Донецк: ДонГТУ, 2000. - С. 155-167.
20. Григорьев А.В., Бондаренко А.В., Шойхеденко А.В. Интерфейс табличного процессора EXCEL и специализированной оболочки для синтеза интеллектуальных САПР и АСНИ. В кн. Информатика, кибернетика и вычислительная техника (ИКВТ-97). Сборник трудов ДонГТУ, Выпуск 1. Донецк: ДонГТУ, 1997. - С. 229-238.

21. Нариньяни А.С. Недоопределенность в системах представления и обработки знаний. // Известия АН СССР. Техническая кибернетика. - 1986.- № 5. - С. 3-28.