

DOI:

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС МНОГОАГЕНТНОГО СИНТЕЗА ПАТЕНТОСПОСОБНЫХ ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Ботуз С.П.

Федеральный институт промышленной собственности,
Россия, г. Москва, Бережковская наб., 30, корп. 1
bsp_serg@mail.ru

Аннотация: Рассмотрены основные методы и модели аппаратно-программного комплекса многоагентного синтеза патентоспособных эргатических (человеко-машинных) систем технического зрения (ЭСТЗ) на основе исследования эволюции цифровых (информационных, сетевых и т.п.) инновационных (патентоспособных) технологий интеллектуальных ЭСТЗ, используемых в системах ситуационного управления, соответствующих объектов промышленной собственности.

Ключевые слова: эргатические системы технического зрения, многоагентный синтез.

Введение и постановка задачи

Рассматриваются методы и модели аппаратно-программного комплекса (АПК) многоагентного синтеза патентоспособных эргатических (человеко-машинных) систем технического зрения (ЭСТЗ) на основе исследования эволюции цифровых (информационных, сетевых и т.п.) инновационных (патентоспособных) технологий (ИТ) интеллектуальных ЭСТЗ, используемых в системах ситуационного управления, соответствующих объектов промышленной собственности (ОПС – изобретений и полезных моделей). При этом модель прогнозирования эволюции ИТ АПК ИЭСТЗ основана не столько на анализе статистических данных, как это общепринято в большинстве известных в настоящее время работах [1, 2, 3] и отчетах Роспатента [4], но и на модели эволюции потребностей человека (оператора, лица, принимающего решение (ЛПР) или его агента) [5, 6].

Эксперту (разработчику, проектировщику, ЛПР или его агентам) современных ИТ ИЭСТЗ целесообразно:

- следовать не только известным закономерностям эволюции потребностей общества, но и закономерностям эволюции: образа жизни и деятельности человека; экологических и биологических систем; функционирования материальных объектов в ИЭСТЗ (рис. 1);
- использовать базы данных (БД) и базы знаний (БЗ) основных закономерностей развития строения объектов техники и известные закономерности преобразования: энергии; сырья; материалов; информации в СТЗ;
- руководствоваться известными закономерностями эволюции: потребительских свойств объектов техники; потребления и восстановления материальных и энергетических ресурсов (рис.2).



Рис. 1. Позиционирование курсора в области диалоговых окон «Информационно-логической модели для прогнозирования основных потребностей Человека в создании новой техники»

Наиболее полно отвечают вышеперечисленным требованиям "Методы макроэкономического анализа" (рис. 3) и соответствующие макромодел, получившие название "моделей мира" [6, 9]. Как показали многолетние исследования, модель Дж.Форрестера (МДФ) в сочетании с использованием разработанного аппарата существенно нелинейных функций (СНФ) оказалась наиболее устойчива по отношению ко времени в основном за счет того, что в ней априори заложена необходимость использовать параметры и оценки специалистов из различных сфер деятельности. В МДФ предлагается, пожалуй, впервые инструмент для системного анализа объектов прогнозирования ИТ в различных предметных областях (Про).

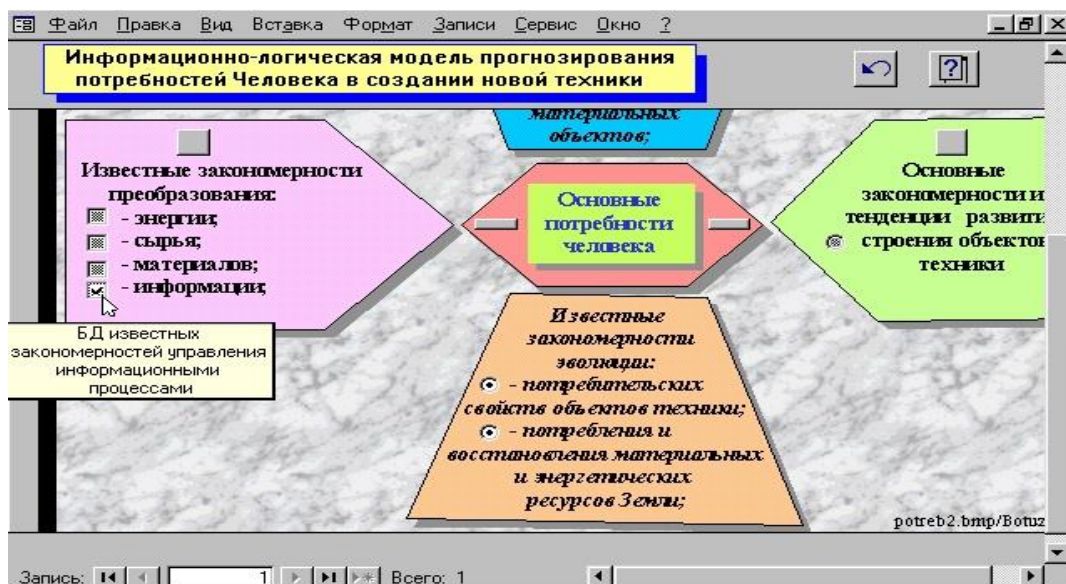


Рис. 2. Позиционирование курсора в области диалоговых окон «Информационно-логической модели для прогнозирования основных потребностей Человека в создании новой техники»

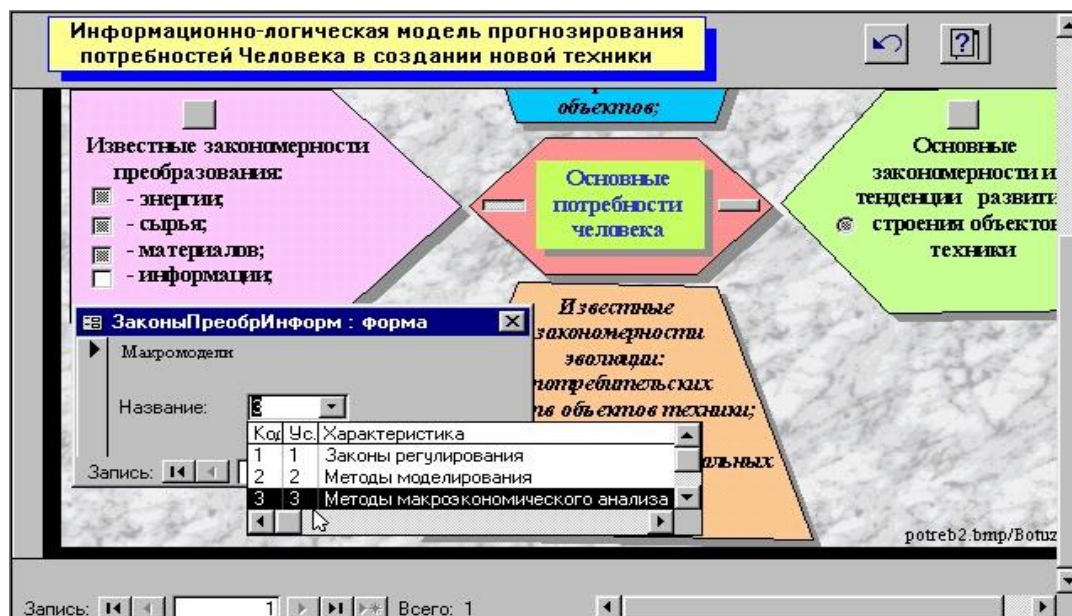


Рис. 3. Позиционирование курсора в область диалогового окна "Методы макроэкономического анализа"

Эта системность проявляется: – в установлении границ, в рамках которых будет рассматриваться прогнозируемый объект синтеза ИТ; – в необходимости пользователю МДФ осуществлять четкое обоснование задачи и целей экспертного прогнозирования, указания и учета внешних связей исследуемого объекта. Наличие элементов общего процесса обоснования и принятия решений в МДФ объединяет на едином методологическом уровне мнения экспертов в различных предметных областях.

В [6, 8] на основе МДФ и введенного аппарата СНФ технологию экспертного прогнозирования ИТ предоставляется возможность представить как взаимосвязь системно-образующих элементов. При этом ЛПР или его агенту предоставляется возможность выполнять преобразования самой структуры МДФ на основе СНФ и ее объектных составляющих, а именно:

- принципы и способы образования экспертных групп и активных элементов в каждой из данных групп;
- способы и оценки, используемые при отборе ЛПР в экспертной группе;
- методы и модели формирования активных (адаптивных, самоорганизующихся и т.п.) интерактивных опросников;
- когнитивные модели экспертов в заданной ПрО;
- стратегии и основные принципы организации процесса экспертизы;
- процедуры, формализованные операции и алгоритмические методы, позволяющие обосновать выбранный вид СНФ в МДФ;
- синтез графоаналитических (ГА) экспертных оценок в заданной ПрО.

Расширение числа ЛПР, участвующих в проектировании модели инновационного проекта АПК и в оценке состояния используемых ИТ в ИЭСТЗ, а также применение разработанного в [6, 8] подхода к технологии формирования СНФ и экспертных оценок эволюции ИТ – составляют научную новизну (или инновации) настоящей работы, которые, как показала практика, позволяют повысить качество экспертных прогнозов эволюции ИТ АПК в системах международного патентного классификатора (МПК) и соответствующих САПР ИЭСТЗ различного назначения. В частности, применение разработанных в [8, 9, 10] графоаналитических парадигм (ГАП) и ГА бинарных полей (БПП) в процессе исследования МДФ позволяют синтезировать систему взаимосвязанных визуальных объектов для отображения расплывчатых утверждений и экспертных заключений.

В свою очередь, эта система визуальных объектов позволяет корректно формировать обратную связь в процессе синтеза экспертного прогноза на основе визуализации основных процессов принятия проектных решений (ППР) в САПР систем исследования эволюции ИЭСТЗ. Кроме этого, ГА БПП обеспечивают количественную и качественную визуализацию функциональных возможностей субъектов в САПР ИЭСТЗ, позволяют визуально устанавливать и определять права и ответственность субъектов в зависимости, например, от их функциональной роли в процессе формирования экспертного заключения в открытом сетевом пространстве распределенных САПР исследования эволюции ИТ АПК ИЭСТЗ.

Тем самым предоставляется возможность эффективно использовать: – обратную связь в процессе синтеза экспертного прогноза на основе предлагаемой ниже модификации МДФ; эта возможность может быть реализована, как при непосредственном взаимодействии в САПР АПК ИЭСТЗ всех экспертов, так и без этого взаимодействия (например, использования технологии "мозговой атаки" или метод «Дельфи»), рис. 4).



Рис. 4. Позиционирование курсора в области "Подсистемы формирования экспертных оценок" в САПР систем исследования эволюции ИЭСТЗ ситуационного управления

При этом необходимо обеспечить возможность осуществлять мониторинг в САПР АПК ИЭСТЗ наиболее распространенных на практике алгоритмов (приемов, способов) формирования экспертных оценок (рис. 4), позволяющих получать выбранный вид экспертной оценки, например, процедуры попарных сравнений, методы Черчмена-Акофа, фон Неймана-Моргенштерна, классификации и множественных сравнений (кроме того, использовать основные группы методов получения количественных оценок субъективной вероятности).

В результате вышеизложенного, одно из основных требований к АПК многоагентного синтеза патентоспособных ИЭСТЗ можно сформулировать в виде следующего предложения.

Предложение 1. Используемая система показателей в моделях синтеза патентоспособных АПК ИЭСТЗ ситуационного управления должна быть непротиворечивой в заданной предметной области.

1 Методы и средства АПК ЭСТЗ

Для исследования инновационных технологий ЭСТЗ ситуационного управления рассматриваются методы и модели АПК цифровой платформы мультиагентного синтеза (исследования, разработки и патентования) интеллектуальных эргатических (человеко-машинных) систем технического зрения (ИЭСТЗ, рис. 5, где 1 – бортовой блок позиционной системы программного управления (ПСПУ); 2 – блок позиционируемых оптоэлектронных (ОЭ) приемников изображения, содержащий оптическую отклоняющую систему – 3, ПЗС матрицы или фотоприемники – 4; 5 – усилители и согласующие элементы; 6 – канал связи; 7 – приемо-передатчик; 8 – ЛВС ПСПУ ТП обработки многоспектральных изображений, содержащая файл сервер – 9, АРМ – 10, рабочие станции – 11, активные – 12 или пассивные – 13 концентраторы; лица, принимающие решения (– ЛПР или его агенты), БД/БЗ – базы данных и базы знаний; модули формирования проектных зданий (ПЗ) и контроля технических требований (ТТ), в заданной ПрО на основе СНФ для заданной предметной области (ПрО) на основе логических правил, описываемых в общем случае существенно-нелинейными функциями (СНФ) экспертизы состояния объектов и субъектов интеллектуальной собственности (ОИС) [6, 7, 10].

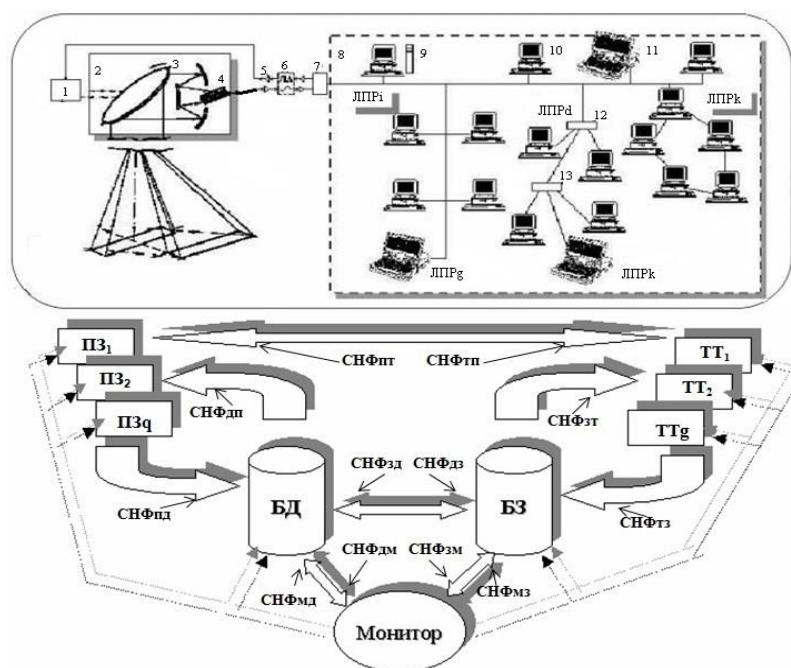


Рис. 5. Структура средств АПК мультиагентного синтеза и самоорганизации ИЭСТЗ в пространстве параметров анализируемых кадров изображений контролируемых объектов в заданной предметной области (сведения об основных программных приложениях и аппаратных средствах приведены в таб.1, 2 и 3, см. Заключение)

По аналогии с [6] можно сделать предположение о том, что величина отражательной способности и градиент наблюдаемой поверхности связаны нелинейным дифференциальным уравнением первого порядка в частных производных:

$$(1) \quad F(x, y, z, p, q) = A(r_0) \psi - B(r_u) = 0, \\ (p = \partial z / \partial x, \quad q = \partial z / \partial y, \quad F_p^2 + F_q^2 \neq 0),$$

где x, y, z – декартовы прямоугольные координаты, которые в рассматриваемом случае могут совпадать с соответствующими координатными осями земной системы координат; r_0 и r_u – соответственно, точка наблюдаемого физического объекта ($r_0 = (x, y, z)$) и соответствующая ей точка в плоскости приема изображения; $A(r_0)$ – величина, характеризующая освещенность изображения объекта; ψ – некоторая функция отражательной способности объекта; $B(r_U)$ – интенсивность светового сигнала, измеренная в точке приема изображения.

Отличительные признаки, характеризующие особенность мультиагентной экспертизы состояния рассматриваемого класса ИЭСТЗ, состоят в том, что распределение приведенной освещенности в плоскости изображения, поступающей на активную поверхность фотоприемников, имеет сигнальную и фоновую (паразитную) составляющие, которые изменяются в пространстве и во времени. Это обстоятельство нарушает однозначность преобразования светового сигнала $B(r_U)$ в эквивалентный электрический сигнал, то есть обратная связь по физико-технологическим параметрам имеет неоднозначную и, в общем случае, нелинейную зависимость. Следовательно, очевидна необходимость решения задач, связанных с компенсацией погрешностей, вносимых звеньями с существенно-нелинейными гистерезисными (неоднозначными) функциями (СНФ) на всем жизненном цикле ИЭСТЗ.

Кроме этого, процесс обработки сигналов (сообщений) в подобных мультиагентных системах (МАС) сопровождается дискретизацией изображения по двум координатам одной пространственной x_u или y_u (построчная развертка) и по временной t (кадровая развертка). При этом дискретизация по пространственной координате может осуществляться одноплощадным или многоплощадным фотоприемником (ПЗС матрицами и др.). В последнем случае время сканирования по строке при одном и том же периоде следования кадров может быть уменьшено в N раз, где N – число приемных площадок фотоприемников 4 (рис. 5). Таким образом, объект МАС находится в поле “зрения” (зондирования) непродолжительное время, а это не позволяет скорректировать результаты наблюдений (измерений), например, с помощью адаптивных принципов построения САУ [6, 7, 10]. Соответствующие локальные вычислительные системы (ЛВС) ПСПУ развивались и развиваются в основном эволюционно. Поэтому в структурах ЛВС ПСПУ 8 (рис. 5), наряду с известными топологиями вычислительных сетей кольцо, звезда и шина, на практике применяют и комбинированные, например, древовидные структуры ВС. Эта структура образуется в виде комбинаций вышеперечисленных топологий вычислительных сетей. ЛВС с древовидной структурой применяются там, где невозможно непосредственное применение базовых сетевых структур в чистом виде [8]. Для подключения большого числа рабочих станций применяют соответствующие адаптерные платы – сетевые усилители и/или коммутаторы (на рис. 5: 12 – коммутатор, обладающий одновременно и функциями усилителя, называют активным концентратором, без функции усиления – пассивный коммутатор – 13).

Приведенные в [9, 10] характеристики современных самоконфигурируемых ВС поясняют с одной стороны причины сложившихся топологий ЛВС ПСПУ технологическими процессами (ТП), а с другой – являются начальными условиями для постановки и решения задач, связанных с оптимизацией (самоконфигурацией, самоорганизацией и т.п.) ИВС (информационно-вычислительной сети) ИЭСТЗ на базе уже существующего компьютерного парка и программного обеспечения, отвечающего специализированным требованиям обработки и представления данных в реальном масштабе времени, с учетом возрастающих потребностей и возможностью дальнейшего эволюционного развития ЛВС, в связи с появлением новых облачных технологий и программных приложений. При этом в процессе проектирования и экспертизы состояния данного класса ИЭСТЗ необходимо учитывать наличие всевозможных дестабилизирующих факторов. Так, например, в задачах мониторинга состояния окружающей среды (ИСЗ серии SPOT/PCI EASI, сканер HVR, пространственное разрешение 20м) облачность является “шумом”, поэтому нет необходимости организации хранения и обработки данных, в которых исследуемые регионы ею закрыты. Для некоторых регионов, средний процент покрытия облачности может достигать 40–50% зимой и 60% летом [6]. Следовательно, фактическая избыточность данных будет составлять примерно 50%. В этой связи в процессе диалоговой фрагментации данных можно удалить данные по регионам, в которых процент облачности превысил некоторый заранее установленный порог. В процессе установки размера фрагментации в каждом конкретном случае следует искать компромисс между увеличением времени обработки и уменьшением объемов архивов. На практике для того чтобы использовать технологию “постоянной фрагментации”, необходимо фрагментацию осуществлять автоматически. Эта возможность сегодня реализована только частично [9, 10]. Во многих публикациях отмечается, что, к сожалению, сегодня

не существует надежных алгоритмов, позволяющих автоматически гарантировано определять процент облачности в любом регионе наблюдения. Поэтому процесс отбраковки неинформативных фрагментов приходится проводить в полуавтоматическом режиме при участии оператора.

2 Методы и модели интерактивных процессов АПК МАС ЭСТЗ

Вышеперечисленным требованиям удовлетворяют приложения, созданные на языке программирования Java [6, 8]. Язык Java предоставляет возможность разработать приложения специального формата – апплетов, которые могут интерпретироваться браузером. Приложения, написанные на Java удовлетворяет всем требованиям интерактивной обработки данных в ВС ИЭСТЗ: приложения исполняются на любой платформе, используют имеющийся браузер, загружаются по сети и предоставляют пользователю стандартный интерфейс. Java-приложения позволяют удаленным пользователям в интерактивном режиме самостоятельно производить выборку необходимых фрагментов из больших массивов данных. Программа написана на основе технологии клиент-сервер, т.е. на локальной пользовательской машине под управлением браузера работает апплет, а на сервере – обработчик запросов. Апплет позволяет пользователю выбрать тот фрагмент, который ему необходим, выставить все параметры для вырезки, перекалибровки и т.п. Далее остается только ЛПР или его агенту(ам) позиционировать указатель в диалоговом окне, выбрать требуемую "опцию" и нажать на кнопку "мыши" – отправить запрос на сервер. После обработки запроса пользователю предлагается записать выбранный фрагмент, например, в формате TDF [6]. На практике реально не применяется какой-то один универсальный формат для хранения данных, хотя в настоящее время и разработаны достаточно универсальные стандарты [10]. Это связано с тем, что любой универсальный формат обычно менее эффективен и является более трудоемким в конкретных приложениях. Для соответствующих подсистем приема, обработки и распространения данных в ИЭСТЗ целесообразно использовать графоаналитический базис (ГАБП) и соответствующие графические примитивы бинарных полей [6, 8, 10], предоставляющие возможность ЛПР или его агенту оперативно получать сведения проблемно-ориентированные на решаемую ЛПР задачу в заданной ПрО, выполняя, например, основные процедуры экспертизы соответствующих ОИС в реальном масштабе времени. При этом в теории САПР и АСУ задачи, связанные с формированием человеко-машинного интерфейса – ММИ (Man-Machine Interface) принято относить к терминальным задачам управления [8, 9]. В [8] расширена традиционная задача терминального управления процессом экспертизы состояния (исследования, разработки и патентования) ИСТЗ. По аналогии с [8] будем полагать, что этот процесс ЛПР или его агенты осуществляют в некотором наборе информационных полей (ИП) экранов – G_i , где $i = 1, 2, \dots$, физические размеры ИП по оси $X \rightarrow \Delta X_i$, а по оси $Y \rightarrow \Delta Y_i$, в каждом из которых расположен набор ($j = 1, 2, \dots, N_i$) активных и пассивных опций, размеры которых $\rightarrow Q_j^i(\Delta X_{q_j^i}, \Delta Y_{q_j^i})$, а центры $\rightarrow (X_{q_j^i}, Y_{q_j^i})$.

Следовательно, справедливо следующее

Предложение 2. Активная область каждого ИП i -го экрана есть $AktG_i := \bigcup_{j=1}^{N_i} Q_j^i(\Delta X_{q_j^i}, \Delta Y_{q_j^i}) \in G_i \quad \forall i = 1, 2, \dots, \text{ и } j = 1, 2, \dots, N_i$.

Функции управления на основе применения логических СНФ (рис. 5) в подобной интерактивной ЭСТЗ выполняет ЛПР (или его агенты) путем позиционирования активного элемента, например, указателя курсора с помощью "мыши". Соответственно активные размеры указателя $\rightarrow K(\Delta X_k, \Delta Y_k)$, а его центр $\rightarrow (X_k(t), Y_k(t))$. Тогда справедливо следующее

Утверждение 1. Область "активного" взаимодействия ЛПР с каждым i -м ИП есть $D_i := K(\cdot) \bigcap_{j=1}^{N_i} Q_j^i(\cdot)$, мощность которого $mesD_i \geq mesG_i \quad \forall i = 1, 2, \dots$, а траектория позиционирования курсора $\vec{V}_i(t)$ на i -м ИП экрана или $-\vec{V}_i(t) \in G_i \quad \forall t \in [t_n^i, t_k^i]$, где t_n^i и t_k^i – моменты входа и выхода в i -е ИП G_i экрана, соответственно. Траектория $\vec{V}_i(t)$ на каждом i -м информационном поле экрана формируется на основе управляющих воздействий $U_i^X(t)$ и $U_i^Y(t)$, обеспечивающие перемещение курсора соответственно по оси X и Y ИП G_i экрана.

Переход из i -го в $(i+1)$ -е ИП осуществляется путем формирования дополнительного управляющего воздействия $U_i^K(t)$, например, путем нажатия ЛПР кнопки позиционируемой "мышки" в момент

нахождения указателя курсора в области D_i . Формально можно выделить, как минимум, три канала взаимодействия в ИЭСТЗ: – каналы позиционирования объектов проектирования по осям X и Y; – один канал переключения или активизации опций ИП G_i экрана. При этом остановку или задержку курсора на любой области G_i экрана можно интерпретировать некоторым параметром элемента временного запаздывания (τ_3 – чистое транспортное запаздывание $\tau_3 \in R_+^1$, которое обусловлено, например, процессом изучения ЛПР или его агентом на этом временном отрезке состояния i -го ИП и принятия решения о выборе направления перемещения курсора). Время перехода из G_i в G_{i+1} с одновременным перемещением указателя курсора по некоторой траектории $\vec{V}_{i,i+1}(t)$ до появления ИП G_{i+1} экрана можно интерпретировать как элемент временного отрезка формирования упреждающих воздействий – $\tau_{оп} \in R_-^1$. В подобных ситуациях ЛПР не дожидается появления опций ИП G_{i+1} экрана – перемещает курсор указателя в новую позицию, где, по его мнению или предшествующему опыту работы, будет находиться искомая или следующая опция ИП.

Следовательно, для идентификации ЛПР или его агента в рассматриваемом классе МАС ИЭСТЗ любая траектория $\vec{V}_i(t)$ или $\vec{V}_{i,i+1}(t)$ будет содержать не только динамическую (скорость перемещения курсора и т.п.) и статическую (точность позиционирования курсора и др.) составляющие позиционирования, но и когнитивные характеристики, которые существенно дополняют индивидуальный портрет (почерк) ЛПР или его агента. Подобного рода характеристики: сенсомоторные (работа конкретного ЛПР с клавиатурой, “мышью” и т.п.), семантические (информационные предпочтения, например, наиболее часто используемые информационные окна и опции ИП) и т.п., как раз и обеспечивают сам процесс формирования некоторого виртуального образа системы ЛПР–ПрО–ВС ЭСТЗ.

Следовательно справедливо следующее

Предложение 3. Любое множество траекторий $\vec{V}_i(t)$ и $\vec{V}_{i,i+1}(t) \forall i = 1, 2, \dots$; есть отображение результатов интеллектуальных действий конкретного ЛПР или его агента в ИЭСТЗ не только с точки зрения задачи идентификации его действий в ВС, но и возможности фиксации и защиты авторских притязаний ЛПР, равносильных написанию некоторого электронного правила (алгоритма – объекта интеллектуальной собственности – ОИС или изобретения – объекта промышленной собственности – ОПС) работы виртуальной поисковой машины ИЭСТЗ.

Совершенству функциональные возможности и работу подобных ЭСТЗ, конкретное ЛПР исследует и одновременно формирует некоторую виртуальную среду (векторы внешнего и внутреннего состояния или “оболочку”), которая обладает всеми атрибутами ОИС/ОПС ИЭСТЗ. В простейшем случае это персонифицированная БД, а в более «интеллектуальном» – БЗ, и в предельном случае – некоторая проблемно-ориентированная система комплексной автоматизации основных процессов экспертизы (СКАЭ) состояния ОПС или экспертная система ВС ЭСТЗ, обеспечивающая правовое сопровождение и защиту того или иного ОИС/ОПС на всем его жизненном цикле в распределенной вычислительной среде многоагентной ИЭСТЗ сети Internet/Intranet. Выше приведенные рассуждения и определения позволяют сформулировать следующие утверждения.

Утверждение 1. Сетевое (цифровое) пространство предоставляет каждому её пользователю – лицу, принимающему решение (ЛПР) или его агенту в данный момент времени – $L_j(t_i)$, свободно формулировать (отображать, выражать и т.п.) своё мнение (отношение, позицию и т.п.) ($ML_j(t_i)$) в любой предметной области.

Утверждение 2. Мнение (отношение, позиция и т.п.) $ML_j(t_i)$ ЛПР или его агента ЭСТЗ, с одной стороны есть некоторый цифровой (сетевой и т.п.) образ личности ($QL_j(t_i)$), который сформирован в t_i момент времени на основе множества факторов ($Mf(t_i)$), воздействующих на $L_j(t_i)$ не только в данный момент времени t_i , но и на основе $Mf(t_{i-1})$ и $Mf(t_{i+1})$, которые интерпретируются или зависят не только от множества состояний $L_j(t_i)$ (ЛПР или его агента) в данный момент времени, но и в моменты t_{i-1} , $t_{i+1} \forall i = 1, 2, \dots$, и значений функций $F(QL_j(t_{i+1}))$ от желаемого или искомого (желаемого и т.п.) $QL_j(t_{i+1})$ сетевого образа ЛПР.

Следствие. В результате многоагентного синтеза ЭСТЗ формируется персонифицированная ситуационная модель (MQ_{L_j}) управления процессом синтеза желаемого цифрового образа личности $QL_j(t_{i+1})$ в сетевом пространстве и эта модель (MQ_{L_j}) уникальна.

Утверждение 3. Синтезированная модель (MQ_{L_j}) приобретает статус объекта не только интеллектуальной собственности, но и может быть «доведена» до уровня обеспечения

(удовлетворения и т.п.) требованиям (условиям) правовой охраны объектов промышленной собственности.

Заключение

Основные результаты проведенных исследований могут быть сформулированы в виде следующего утверждения.

Утверждение 4. Эволюционные модели АПК многоагентного синтеза патентоспособных ЭСТЗ ограниченной сложности могут быть реализованы на основе следующей системы дифференциальных уравнений

$$(2) \quad \vec{V}(t) = A_0(t)\vec{V}(t) + A_1(t)\vec{V}(t - \tau^{(v)}) + B_0(t)\vec{u}(t) + B_1(t)\vec{u}(t - \tau^{(u)}),$$

$$(3) \quad \vec{V}(t) = \vec{V}^0(t), \quad t \in [t_0 - \max(\tau^{(v)}, \tau^{(u)}), t_k] \subset \mathbb{R}_+^1,$$

$$(4) \quad \vec{u}(t) = \vec{u}^0(t), \quad t \in [t_0 - \max(\tau^{(v)}, \tau^{(u)}), t_k] \subset \mathbb{R}_+^m,$$

где $\vec{V}(t) \in \mathbb{R}^n$ – вектор состояния информационных технологий (цифровых, сетевых и т.п.) ОИС в ЭСТЗ, $A_0(t), A_1(t) \in M_{n,n}$, $B_0(t), B_1(t) \in M_{n,m}$ – интервальные матрицы, элементы матриц заданы своими экстремальными значениями, ограничены по модулю и невырождены $\forall t \in [t_0 - \max(\tau^{(v)}, \tau^{(u)}), t_k]$, $0 \leq t_0 \leq t_k \leq \infty$. Отклоняющие аргументы $\tau^{(v)}$ и $\tau^{(u)}$ определяют величину запаздывания по состоянию ИТ в заданной ПрО, например, $\tau^{(v)}$ – время от момента возникновения инновационной идеи у пользователя вычислительной среды (ВС) синтеза ЭСТЗ до ее оформления в виде охраноспособного (патентоспособного) решения – изобретения, $\tau^{(u)}$ – длительность экспертизы заявки на выдачу патента на изобретение. Вектор "размытых" экспертных оценок ИТ ОИС в ВС мультиагентного синтеза ЭСТЗ – $\vec{u}(t) \in \mathbb{R}^m$ определяют $\forall t \in [t_i + h]$, $i = 1, 2, \dots, k - 1$, где h – шаг интегрирования системы дифференциальных уравнений (СДУ) (2) с начальными условиями (3) и (4). Значения $\vec{u}(t)$ формируют ЛПР или их агенты на основе оценки состояния выхода логических СНФ экспертизы ОИС/ОПС, например, на основе СНФ, устанавливающей взаимосвязь экспертных оценок между значением вектора состояния, характеризующего параметры БД/БЗ на исследуемом временном интервале. При этом сетевые технологии являются основой для объединения и модернизации известных методов синтеза ЭСТЗ, а также способствуют развитию нового класса методов с элементами самоорганизации распределенных ВС синтеза АПК многоагентного синтеза патентоспособных ЭСТЗ для заданной предметной области.

В таблицах 1, 2 и 3 приведены сведения о разработанных основных (оригинальных) программных приложениях и аппаратных средствах АПК ЭСТЗ.

В табл. 1 приведены сведения о разделах БД/БЗ интегрированной интеллектуальной БД программного комплекса поискового проектирования и экспертизы технически оптимальных позиционных систем программного управления и регулирования АПК ЭСТЗ. При этом локальные разделы БД/БЗ упорядочены по количеству отобранных патентов, которые включены в соответствующие предметные области поисковых запросов, которые были сформированы ЛПР или их агентами. Синтезированные в каждом разделе семантические модели представляют соответствующие локальные БЗ, сформированные на основе анализа отобранных документов и логических СНФ (производственных правил и т.п.), которые были синтезированы ЛПР или их агентами в процессе решения поисковых задач, связанных с экспертизой изобретений в данной предметной области.

Интеллектуальная составляющая БД определяется не только семантическими моделями, которые были синтезированы ЛПР или его агентами в процессе решения поисковых задач, но соответствующими СНФ и динамическими моделями, а именно, параметрами систем (2) – (4) эволюционных моделей АПК многоагентного синтеза патентоспособных ЭСТЗ и логическими правилами (параметрами и т.п.) $\vec{u}(t)$ сформированными ЛПР или их агентами на основе оценки состояния логических СНФ экспертизы ОИС/ОПС в данной предметной области.

Таблица 1. Перечень основных разделов интегрированной интеллектуальной БД АПК ЭСТЗ

Дата создания	Дата изменения	Название раздела БД/БЗ интегрированной интеллектуальной БД программного комплекса поискового проектирования и экспертизы технически оптимальных позиционных систем программного управления и регулирования АПК ЭСТЗ (№ свид. гос. регистр. БД 2014620651)	Кол-во семантических моделей	Кол-во результатов	Кол-во документов
17.04.2014	25.02.2020	Системы оптимального управления	137	122989	1268
16.11.2011	18.10.2019	Системы ситуационного управления	128	9122527	895
29.11.2013	29.11.2019	Защита данных (криптография и т.п.)	44	9445	687
26.11.2014	26.11.2019	Надежность систем управления	76	12393	570
22.11.2013	02.09.2019	Нечеткие системы регулирования	46	13841	464
19.03.2014	27.01.2020	Системы наведения	68	7684	431
07.11.2012	26.02.2020	Системы распределенного управления	38	43725	416
14.08.2013	16.08.2019	Интеллектуальные системы управления	35	3216	378
23.04.2014	10.09.2019	Позиционные системы управления	39	8999	312
21.12.2011	11.09.2019	Сетевые базы данных	46	249823	310
13.01.2012	07.10.2019	Бортовые энергетические установки	32	28267	273
06.05.2013	16.10.2019	Технологии облачных вычислений	35	782739	251
04.05.2014	02.03.2020	Компенсация запаздывания	63	1994	227
06.12.2013	08.12.2019	Системы терминального управления	8	40476	225
29.03.2013	22.11.2019	Устройства оценки ресурсов	25	2764	199
24.08.2011	26.12.2019	Обзорно-прицельные средства	91	235520	197
11.04.2012	26.12.2019	Устройства неразрушающего контроля	56	591181	194
21.05.2014	25.11.2019	Системы оценки помех	47	6367	185
25.10.2012	23.01.2020	Системы сетевой рекламы	36	20826	167
06.03.2014	26.12.2019	Системы управления ракетами	57	9176	162
28.12.2012	26.02.2019	Энергосберегающий электропривод	35	16551	160
08.02.2013	22.01.2020	Интегрированные цифровые системы	46	1537264	159
09.03.2012	22.01.2020	СТЗ робототехнических устройств	42	5264	123
18.05.2014	23.01.2020	СТЗ охранных устройств и систем	37	13156	107

В табл. 2 приведен перечень зарегистрированных основных программных приложений интегрированной БД/БЗ АПК ЭСТЗ. В данный перечень включены оригинальные программы и программные комплексы для синтеза поисковых алгоритмов проектирования и экспертизы ЭСТЗ, которые были синтезированы на основе многоагентного синтеза патентоспособных (ИТ) подсистем ЭСТЗ и логических правил (значения параметров и т.п.) $\vec{y}(t)$, которые обобщают опыт и соответствующие производственные правила формирования СНФ экспертами (ЛПР или их агентами) в процессе экспертизы таких ИТ, как изобретения и полезные модели (ИЗ/ПМ).

В табл. 3 приведен перечень патентов и авторских свидетельств АПК ЭСТЗ. В данный перечень включены документы (патенты (RU) и авторские свидетельства (SU)), при этом для некоторых патентов и авторских свидетельств в скобках указан перечень номеров охранных документов, содержащие ссылки на данный документ или указан инновационный эффект. При этом документы устанавливают приоритет и мировую новизну разработанных и использованных в АПК ЭСТЗ конструктивных и аппаратно-программных решений новой системы подвижно-взаимсвязанной системы координат в виде чертежно-графических приборов и сетевых аппаратных средств многоуровневого измерения, обработки и регистрации ЭСТЗ различных ИТ.

Таблица 2. Перечень основных программных приложений интегрированной БД/БЗ АПК ЭСТЗ

№ п	Название программы или программного комплекса интегрированной интеллектуальной БД/БЗ АПК ЭСТЗ	№ свид. гос. регистрации
1.	Программа поискового проектирования и экспертизы технически оптимальных позиционных систем программного управления	2013612247
2.	Программа поискового проектирования и экспертизы технически оптимальных систем энергосберегающего электропривода и активных преобразователей энергии поискового проектирования и экспертизы технически оптимальных позиционных систем программного управления	2013615149
3.	Программа поискового проектирования и экспертизы технически оптимальных энергосберегающих систем и технологий поискового проектирования и экспертизы технически оптимальных позиционных систем программного управления	2013615723
4.	Программный комплекс АРМ-эксперта позиционных систем программного управления и регулирования	2013617921
5.	Программный комплекс интерактивного синтеза систем генерации персонифицированного графо-аналитического кода (метрики, шифра, шрифта и т.п.) ограниченной сложности	2013618531
6.	Программный комплекс интеллектуальной системы интерактивного синтеза алгоритмов (методик, стратегий и т.п.) обучения	2013619421
7.	Программный комплекс поискового проектирования и экспертизы малых (мини-, микро- и т.п.) космических аппаратов (КА), беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и интегрированных ситуационных центров управления группировкой КА и БПЛА	2013619578
8.	Адаптивный программный комплекс исследования во временной области позиционных систем программного управления и регулирования	2014612440
9.	Программный комплекс интеллектуальной системы интерактивного синтеза семантических моделей поискового проектирования и экспертизы радиационно-стойких электронных средств беспилотных космических аппаратов	2015617142
10.	Программный комплекс интеллектуальной интерактивной испытательной камеры бортовой радиоэлектронной аппаратуры	2018613870
11.	Программный комплекс поискового проектирования и сопровождения виртуальных моделей управления системами «умный дом»	2018614781
12.	Программный комплекс автоматизированного поискового синтеза и сопровождения цифровых технологий в стоматологии	2019665241

Таблица 3. Перечень патентов и авторских свидетельств АПК ЭСТЗ

№ п	Название основного документа (патента (RU) или авторского свидетельства (SU), при этом для некоторых патентов или авторских свидетельств в скобках указан перечень номеров охранных документов, содержащие ссылки на данный документ или указан инновационный эффект)	№ патента RU или авт.свид. SU
1.	Способ автоматического управления и система для его осуществления (RU 2635846, RU 2621361, RU 2618788, RU 168214)	RU 2012034
2.	Релейно-импульсный регулятор (RU 2645006, RU 2635846, RU 2624994, RU 2626228, RU 2617147, RU 2626228, RU 2612054)	SU 1674058
3.	Способ многоканальной регистрации результатов измерений и устройство для его осуществления (RU 2658569, RU 2651621, RU 2655041, RU 2634083, RU 173225, RU 175039, RU 2634082, RU 173225, RU 2642151, RU 2621374, RU 2626288, RU 2607851, RU 2608971, RU 2614194, RU 2612943)	SU 1747905

№ п	Название основного документа (патента (RU) или авторского свидетельства (SU), при этом для некоторых патентов или авторских свидетельств в скобках указан перечень номеров охранных документов, содержащие ссылки на данный документ или указан инновационный эффект)	№ патента RU или авт.свид. SU
4.	Способ поверки многокомандных приборов активного контроля (RU 2629922, RU 2621215, RU 2619820, RU 2617136)	SU 1793190
5.	Устройство для прогнозирования состояния систем управления (RU 2665014, RU 2664258, RU 2663275, RU 2660425, RU 2661963, RU 2651621, RU 2645850, RU 2646941, RU 2649026, RU 2633305, RU 2626561, RU 2634365, RU 2626031, RU 2624828, RU 2621374, RU 2629875)	SU 1679195
6.	Устройство для формирования релейного сигнала с опережающей характеристикой	SU 1767984
7.	Способ управления электродвигателем с вентильным преобразователем и устройство для его осуществления	SU 1833956
8.	Графопостроитель (в устройстве впервые реализован способ и устройство для визуализации многомерных зависимостей на плоскости, способ и устройство основаны на использовании дуального свойства плоскости)	SU 1597556
9.	Чертежный прибор (в устройстве впервые реализован способ и устройство для моделирования взаимно обратных многомерных параметрических зависимостей)	SU 1675121
10.	Чертежный прибор (в устройстве впервые реализован способ и устройство для моделирования взаимозависимых многомерных функций)	SU 1050914
11.	Чертежный прибор (в устройстве впервые реализован способ и устройство для моделирования многомерных параметрических зависимостей на основе визуализации на плоскости номограмм из выравненных точек)	SU 908620

При этом ЛПР или его агенту на основе разработанных подсистем алгоритмических и технических средств АПК ЭСТЗ предоставляется возможность:

- синтезировать взаимно-однозначные (биективные) отображения на плоскости монитора многомерные функциональные зависимости в виде графоаналитических вычислительных таблиц;
- представить соответствующие многомерные числовые массивы данных в виде упорядоченных иерархических списков бинарных параметрических полей динамических моделей, а именно, параметров систем (2) – (4) эволюционных моделей АПК многоагентного синтеза патентоспособных ЭСТЗ;
- накапливать логические правила (алгоритмы и т.п.) синтеза $\vec{y}(t)$, сформированные ЛПР или его агентами на основе оценки состояния существенно нелинейных логических правил и соответствующих СНФ экспертизы ОИС/ОПС в данной предметной области.

Литература

1. *Архипова М.Ю., Зацман И.М., Шульга С.Ю.* Индикаторы патентной активности в сфере информационно-коммуникационных технологий и методика их вычисления // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО, 2010. № 4. – С. 93 – 104.
2. *Минин В.А., Зацман И.М., Хавансков В.А., Шубников С.К.* Интенсивность цитирования научных публикаций в изобретениях по информационно-компьютерным технологиям, патентуемых в России отечественными и зарубежными заявителями, Информ. и её примен., 10:2 (2016). – С.107 – 122.
3. *Zatsman I., Durnovo A.* Incompleteness problem of indicators system of research program // 11th Conference (International) on Science and Technology Indicators: Book of abstracts. – Leiden: CWTS, 2010. – P. 309 – 311.

4. Федеральная служба по интеллектуальной собственности (Роспатент): Годовые отчеты 2014 ... 2019. – <http://www.rupro.ru/about/reports/2014> (дата доступа 27.05.2020).
5. *Козырев А.Н.* Цифровизация, математические методы и системный кризис экономической науки / Цифровая экономика, ЦЭМИ РАН, Вып. № 4, 2019, – С. 5 – 20.
6. *Ботуз С.П.* Автоматизация исследования, разработки и патентования позиционных систем программного управления. – М.: Наука. Физматлит, 1999. – 316с.
7. *Ботуз С.П., Новиков Д.А.* Идентификация объектов и субъектов интеллектуальной собственности в сети Internet / Труды II междунар. научн. конф. “Идентификация систем и задачи управления” (SICPRO '03) 28–31 января 2003г. – М.: ИПУ РАН, 2003, – С. 2033 – 2041.
8. *Ботуз С.П.* Интеллектуальные интерактивные системы и технологии управления удаленным доступом. – М.: СОЛОН-Пресс, 2014. – 340 с.
9. *Ботуз С.П.* Сетевые (цифровые) стратегии государственного планирования основных процессов защиты и сопровождения субъектов и объектов интеллектуальной собственности (ОИС)/ Цифровая экономика. ЦЭМИ РАН – http://digital-economy.ru/stati/setevye-tsifrovye-strategii-gosudarstvennogo-planirovaniya-osnovnykh-protsessov-zashchity-i-soprovozhdeniya-sub-ektov-i-ob-ektov-intellektualnoj-sobstvennosti?fbclid=IwAR0xUAWJ1DhRHdetXbtquXtGQ3_pLijZauNCdox-gEa2F9I29WVa-cOx3KU.. (дата размещения и доступа 08.07.2019).
10. *Ботуз С.П.* Методы и средства графоаналитического анализа многоспектральных изображений в человеко-машинных системах технического зрения / Техническое зрение, ГосНИАС, ИКИ РАН, ИПМ РАН. Выпуск 1(13), 2019, – С. 34 – 39.