



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 236 700** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **G 06 F 17/60**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

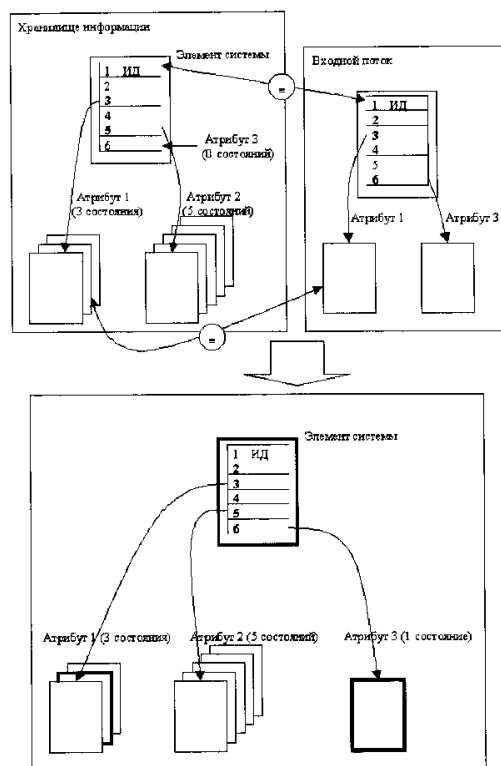
(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 2000105246/09, 02.03.2000
(24) Дата начала действия патента: 02.03.2000
(46) Дата публикации: 20.09.2004
(56) Ссылки: RU 2098864 C1, 10.12.1997. RU 2125294 C1, 20.01.1999. EP 0493105 A1, 01.07.1992. EP 0493053 A1, 01.07.1992.
(98) Адрес для переписки:
103051, Москва, ул. Неглинная, 17, стр.2,
ОАО "Московская телекоммуникационная
корпорация", отдел системных проектов,
А.Е.Киселеву

(72) Изобретатель: Сменцарев Г.В. (RU)
(73) Патентообладатель:
Открытое акционерное общество "Московская
телекоммуникационная корпорация" (RU),
Сменцарев Геннадий Васильевич (RU)

(54) СПОСОБ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ И ЕЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

(57)
Изобретение относится к вычислительной технике и может быть использовано при обработке информации, содержащейся в банках данных. Технический результат заключается в повышении надежности принятия решений в системах с нечеткими связями. Способ заключается в применении к организованному данным, моделирующим сложную динамическую систему, процедуры автоматической идентификации, позволяющей осуществлять синтез накопленной в хранилище информации с вновь вводимыми данными, процедуры вывода законов изменений объектов системы и их атрибутов по индукции на основании ранее зафиксированных их состояний, процедуры диагностики состояния и прогноза развития элементов системы по аналогии с известными последовательностями фактов, приводящих к некоторым типовым состояниям элементов, и процедуры диагностики состояния и прогноза развития элементов системы по аналогии с развитием этих же самых или подобных им элементов, информация о которых накоплена в банке данных. 10 з.п. ф-лы, 32 табл., 4 ил.



Фиг. 1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 236 700** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **G 06 F 17/60**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2000105246/09, 02.03.2000

(24) Effective date for property rights: 02.03.2000

(46) Date of publication: 20.09.2004

(98) Mail address:
103051, Moskva, ul. Neglinnaja, 17, str.2,
OAO "Moskovskaja telekommunikatsionnaja
korporatsija", otdel sistemnykh proektov,
A.E.Kiselevu

(72) Inventor: Smentsarev G.V. (RU)

(73) Proprietor:
Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo
"Moskovskaja telekommunikatsionnaja
korporatsija" (RU),
Smentsarev Gennadij Vasil'evich (RU)

(54) **METHOD FOR ANALYSIS AND PROGNOISING OF DYNAMIC SYSTEM DEVELOPMENT AND ITS SEPARATE COMPONENTS**

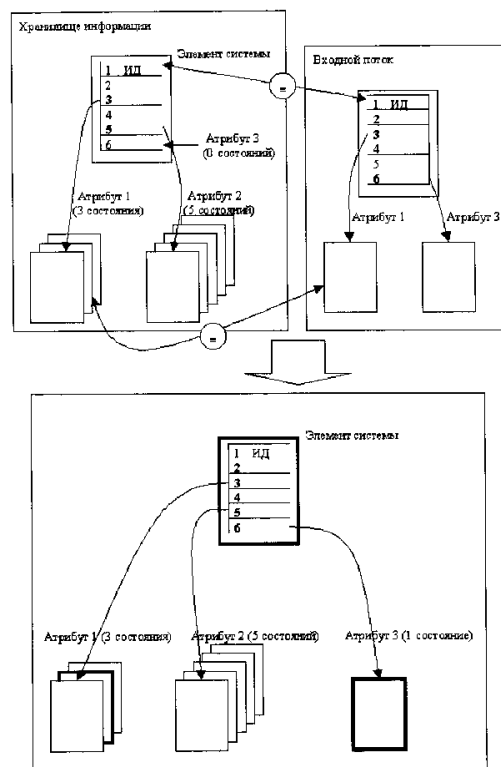
(57) Abstract:

FIELD: data-processing equipment engineering.

SUBSTANCE: method includes applying to organized data modeling complicated dynamic system of automatic identification procedure allowing to perform synthesis of information collected in storage with newly inputted data, procedures of outputting laws of changes of system objects and their attributes in induction on basis of previously fixed conditions, procedure of diagnostics of condition and prognosis of development of system elements analogical to known facts chains, leading to several typical elements conditions, and procedures for diagnostics of condition and prognosis of element development analogical to development of these very same or similar elements, information about which was stored in database.

EFFECT: higher reliability of taking of decisions in systems with non-steady links.

11 cl, 4 dwg, 31 tbl



Фиг.1

Изобретение относится к вычислительной технике и может быть использовано при обработке содержащейся в компьютерных банках данных информации, а также при разработке автоматизированных интеллектуальных аналитических и прогностических систем.

Объектно-ориентированные методы обработки информации с помощью средств вычислительной техники, активное развитие которым положили современные языки программирования, используются при разработке технологий управления процессами [5]. На рынке систем управления базами данных также имеются объектно-ориентированные системы (например, СУБД Jasmine компании Computer Associates), объектная технология получает активное распространение и развитие в области систем искусственного интеллекта, позволяя определенным образом упорядочить представление знаний (система G2 компании Gensym Corp.) ([2], с.70).

Мощность системы искусственного интеллекта в первую очередь определяется объемом базы знаний, а во вторую - скоростью выполнения логических выводов ([2], с.13). Поэтому современные экспертные системы развиваются в направлении узкой специализации, а базы данных таких систем используются для того, чтобы хранить исходные и промежуточные данные решаемой в текущий момент задачи. В связи с этим системы искусственного интеллекта, как правило, не используют в процессе формулировки своих выводов долговременные и архивные данные. Кроме того, практически все они являются аксиоматическими и строят логические выводы на основании некоторой совокупности исходных аксиом, принимаемых за истинные утверждения.

Наиболее близким к заявленному техническому решению является способ анализа и прогнозирования развития динамической системы и ее отдельных элементов (Патент РФ №2098864), заключающийся в ручном вводе информации в базу данных, ведении реляционной базы данных и прогнозировании вероятного перспективного состояния объектов по заранее заданным правилам.

Недостатком известного технического решения является низкая надежность принятия решений в случае исследования системы с нечеткими связями и узкая функциональная направленность системы.

В отличие от способов анализа систем и явлений окружающего мира с помощью экспертных систем, обладающих узкой направленностью в силу необходимости использования специализированных наборов знаний, настоящее изобретение позволяет осуществить диагностику состояния и прогнозировать развитие реальных сложных динамических систем с помощью системы искусственного интеллекта, основанной на фактах. Эта система в общем случае не является аксиоматической и обеспечивает возможность использования в качестве основы для формирования прогнозов и выдачи рекомендаций пользователю компьютерного банка данных, предназначенного для долговременного хранения информации о фактах и событиях,

происходящих в динамической системе, объединенной с базой знаний о предметной области (базой данных, содержащей сведения, общие для нескольких динамических систем) в единое хранилище информации. При этом обеспечивается диагностика и формирование прогноза развития реальной системы на основе максимального учета фактов, имеющих отношение к системе.

Кроме того, способ обеспечивает анализ информации в трудноформализуемых системах, в которых происходят нерегулярные процессы, и элементы которых функционируют по законам, не определяемым в явном виде.

Предполагается, что развитие динамической сложной системы и ее отдельных элементов отслеживается конечным числом регистраторов, действующих асинхронно по отношению друг к другу как с точки зрения выбора моментов регистрации состояний системы, так и по номенклатуре регистрируемых параметров. Причем, помимо наблюдаемой динамической системы, регистраторы контролируют состояния других динамических систем, которые в общем случае наблюдателя не интересуют. Результаты регистрации состояний всех контролируемых динамических систем передаются в едином информационном потоке в произвольной текстовой форме и содержат, помимо значений параметров (отражающих как количественные, так и качественные характеристики), поисковые признаки этих параметров (в том или ином виде), а также некоторые комментарии.

Для решения задач анализа, идентификации состояния и прогнозирования развития наблюдаемой динамической системы на основании потока регистрационных данных о ней, представленного в неформализованной текстовой форме, задают правила отбора из поступающего наблюдателю общего информационного потока тех данных, которые относятся к наблюдаемой динамической системе, и правила выделения из отобранной информации признаков, характеризующих отдельные элементы исследуемой системы и их состояния. Указанные правила обеспечивают выбор из входного потока информации только тех данных, которые относятся к наблюдаемой динамической системе, и одновременное структурирование отобранных данных в виде приведения их к информационным структурам единого формата, что дает возможность впоследствии применить к этим структурам программные процедуры для их автоматизированного анализа. Техническая реализуемость подобного решения обеспечивается технологией объектно-ориентированных банков данных (ООБД). Среди известных программных продуктов, предоставляющих такую возможность, в настоящее время на рынке информационных систем представлены системы управления базами данных Jasmine, UniGen RAD, CronosPlus. Их отличительной особенностью является возможность сопоставления информационной структуре соответствующей ей присоединенной программной процедуры (метода - в терминах

объектно-ориентированной технологии), обеспечивающей обработку соответствующих данных, в том числе поступающих во входном потоке. Так, в [3] (см. с.2-14) при описании возможностей методов уровня класса отмечается, что "можно определить метод для создания нового объекта (синоним: структуры - прим. авт.) или для создания реализации класса, используя данные, хранящиеся во внешнем файле". Так как в нашем случае во внешнем файле хранятся текстовые данные, то для их обработки могут быть использованы методы лингвистического анализа текстов, широко применяемые, например, при решении задач автоматического перевода текстов с одного языка на другой. Принципы автоматического распознавания текстов изложены, в частности, в [1], с.99-123.

Для обеспечения безызыточности представления сведений о динамической системе в банке данных определяют наборы параметров элементов динамической системы, используемые для сопоставления информации об элементах системы и их состояниях, хранящейся в банке данных, с информацией об элементах динамической системы и их состояниях, содержащейся во входном потоке, таким образом, что совокупность значений любого из наборов параметров однозначно идентифицирует конкретный элемент системы и его состояние; определяют правила выбора необходимого набора идентифицирующих параметров в зависимости от состава данных во входном потоке; сопоставляют по отобранным наборам параметров данные из входного потока с однотипными данными, хранящимися в банке данных; в случае совпадения значений данных входного потока, входящих в любой из отобранных наборов параметров, с однотипными данными банка данных, по указанию пользователя осуществляют дополнение либо замещение информации, хранящейся в компьютерном банке данных соответствующей информацией из входного потока. Техническая осуществимость указанного признака изобретения подтверждается практической реализацией возможности идентификации и слияния однотипных данных, в частности, в СУБД CronosPlus ([4], с.29-34, 58-60).

Для выполнения процедур сравнительного анализа реальной информации с заранее известными возможными состояниями динамической системы, характеризующими динамику развития процессов, в которых может участвовать динамическая система, в памяти вычислительной установки формируют первую вспомогательную базу данных как одну из подсистем базы знаний, причем в первой вспомогательной базе данных хранят описания структур, отображающих возможные значения параметров состояния элементов системы, сведения о возможных формах проявления значений параметров состояния элементов системы, сведения о промежуточных значениях параметров состояния элементов системы, приводящих к возможным значениям параметров состояния элементов системы, последовательностях и промежутках времени их проявления.

Кроме того, возможно формирование второй вспомогательной базы данных в

качестве подсистемы базы знаний, причем во второй вспомогательной базе данных хранят сведения, определяющие функциональные, логические, эвристические или алгоритмические зависимости, описывающие множество возможных законов развития динамической системы и/или ее отдельных элементов.

Для обеспечения процедуры выводов законов развития динамической системы в памяти вычислительной установки также формируют третью вспомогательную базу данных в качестве подсистемы базы знаний, причем в третьей вспомогательной базе данных хранят сведения, описывающие способы выведения закономерностей развития динамической системы и/или ее отдельных элементов по фактическим данным, отображающим их известные зафиксированные состояния.

Для обеспечения возможности объективной оценки сформированных прогнозов или результатов анализа исходных данных, формируют таблицу сопоставления, описывающую допустимые количественные и качественные расхождения значений сопоставляемых параметров, в пределах которых сравниваемые элементы системы или их состояния считаются идентичными.

Последовательно считывают информацию, представленную в произвольном символьном виде, из которой на основе заранее заданных правил выделяют сведения, относящиеся к динамической сложной системе и образующие входной поток информации; на основе заданных правил выделения признаков, характеризующих состояния элементов динамической сложной системы, из входного потока выбирают значения параметров, характеризующих эти состояния элементов динамической сложной системы; для каждого выделенного состояния формируют информационный аналог описания состояния в виде формализованной структуры, включающей список характеризующих это состояние типовых параметров со своими уникальными значениями, а также сведения об иерархических и ассоциативных связях состояния данного элемента динамической системы с состояниями других ее элементов; информационные аналоги элементов системы с отображением связей между состояниями элементов системы заносят в компьютерный банк данных, соответствующий динамике изменения состояний системы.

Для осуществления перечисленных признаков используются технологические возможности объектно-ориентированных банков данных. С этой целью, исходя из требуемых задач мониторинга, анализа и прогнозирования развития динамической системы, создают ее информационно-логическую модель на основе инструментальных возможностей выбранной СУБД и с использованием известных методических приемов организации данных, исключая пользовательский произвол при разработке модели (объектно-ориентированный анализ/объектно-ориентированное проектирование - см. [6], [8]; нормализация данных - см. [7], в качестве концептуального подхода к разработке модели могут быть

использованы приемы, изложенные в [9] и [10]). Например, при работе с СУБД CronosPlus для создания модели необходимо использовать режим "Проектирование банка данных" (см.[4], с.45-73). В случае работы с СУБД Jasmine для этих же целей предназначена компонента этой СУБД под названием Jasmine Studio ([3], с.4-1 - 4-4). В обоих случаях в качестве неотъемлемой составной части проектируемой формализованной структуры пользователем разрабатывается присоединенная программная процедура (метод), задачей которой является поиск в очередном тексте, поступившем на вход СУБД, информации, относящейся к тому типу данных, который соответствует формализованной структуре, инициировавшей выполнение присоединенной процедуры, формирование в памяти вычислительной установки информационного шаблона, описывающего новое состояние соответствующего элемента динамической системы и занесение найденных в тексте значений параметров в соответствующие поля этого шаблона. В основе алгоритма работы такой присоединенной процедуры, обеспечивающего отыскание в исходном тексте требуемых данных и занесение их в соответствующие поля (параметры) созданного информационного шаблона как прототипа формируемой структуры, используются методы:

- поиска в исходном тексте идентифицирующих признаков, характеризующих наименования параметров, элементов или состояний элементов системы;
- сопоставления идентифицирующих признаков информационных структур, уже накопленных в банке данных, с фрагментами входного текстового потока;
- лингвистического информационного анализа (см. [8]); а также, возможно, другие методы распознавания образов.

Для реализуемости способа исключают дублирование информации в банке данных после загрузки в компьютер очередной порции информации из входного потока на основе правил сопоставления загружаемой и хранящейся в банке данных информации с использованием описанных выше наборов идентифицирующих параметров. Банк данных идентифицируют таким образом, чтобы дополнить его необходимыми данными, но при этом исключить избыточность информации и обеспечить уникальное соответствие каждого состояния любого элемента реальной системы одной и только одной единице хранения информации в банке данных.

При формировании прогнозов развития элементов исследуемой реальной системы, моделируемой информационными структурами банка данных, сформированными по результатам регистрации состояний этой системы, из банка данных поочередно выбирают элементы, состояния которых изменились по результатам очередного сеанса ввода информации из входного потока. Для каждого элемента поочередно выбирают параметры, состояния которых контролировались, хронометрировались и запоминались в информационных структурах банка данных, связанных с элементом системы

иерархическими связями (атрибутах), упорядочивают выбранные значения в хронологической последовательности в виде пар "значение параметра - время регистрации"; используют вторую и третью вспомогательные базы данных для выбора элемента базы, содержащего или выводящего такой закон (правило) развития сущностей окружающего мира, что он со степенью точности, определяемой таблицей сопоставления, соответствует хронологически упорядоченным наборам значений всех выбранных параметров; на основании выбранного или сформированного с помощью элемента второй или третьей вспомогательной базы данных правила генерируют значения параметров, описывающие состояния выбранных элементов основного банка данных на ближайшую перспективу, сформированные результаты выводят на устройство отображения информации вычислительной установки.

Указывают элемент системы; для этого элемента системы определяют список текущих значений параметров, описывающих состояние этого элемента; определяют элементы, хранящиеся в первой вспомогательной базе данных, такие, что значения их параметров, описывающих состояния элементов в определенные моменты их развития, соответствуют текущим значениям параметров указанного элемента системы; сравнивают значения параметров указанного элемента системы, описывающие в хронологическом порядке его состояния в предыдущие промежутки времени, со значениями параметров элементов, отобранных из первой вспомогательной базы данных; при условии соответствия указанного элемента одному из элементов в первой вспомогательной базе данных по минимальному перечню параметров, последовательности и интервалам их проявления, выводят на устройство отображения информации сведения о значениях, последовательностях и интервалах проявления тех параметров элементов из первой вспомогательной базы данных, которые описывают последовательность и динамику смены состояний элементов из первой вспомогательной базы данных, аналогичных соответствующему элементу системы, после завершения совпадающих периодов развития.

Возможен случай, при котором указывают элемент системы. Для указанного элемента системы задают список значений параметров, определяющих текущее состояние элемента (текущих параметров); определяют аналогичные элементы, хранящиеся в банке данных, такие, что значения их параметров соответствуют текущим значениям параметров указанного элемента системы, сравнивают значения параметров указанного элемента системы, описывающих в хронологическом порядке его состояния в предыдущие промежутки времени, со значениями параметров других элементов из банка данных, либо того же самого элемента, но на более ранних этапах его развития; при условии соответствия указанного элемента одному из найденных элементов по минимальному перечню параметров,

последовательности и интервалам их проявления выводят на устройство отображения информации вычислительной установки сведения о значениях, последовательностях и интервалах проявления тех параметров найденных элементов, которые описывают последовательность и динамику смены состояний элементов банка данных, сравниваемых с указанным элементом, после завершения совпадающих периодов развития.

Для удобства пользователя найденные в банке данных элементы, аналогичные выбранному элементу, ранжируют по числу соответствующих параметров и степени их соответствия, определяемой таблицей сопоставления. Кроме того, наглядное представление надежности прогноза достигается тем, что для каждого аналогичного элемента формируют параметр степени совпадения, значение которого соответствует удельному весу соответствующих параметров указанного и аналогичного элементов системы к общему числу параметров указанного элемента системы, либо для каждого аналогичного элемента формируют параметр степени совпадения, значение которого соответствует удельному весу соответствующих параметров указанного и аналогичного элементов системы к общему числу параметров аналогичного элемента системы. Возможен вариант, при котором для каждого аналогичного элемента формируют параметр степени совпадения, значение которого соответствует удельному весу соответствующих параметров указанного и аналогичного элементов системы к общему числу параметров указанного и аналогичного элементов системы.

При использовании для анализа и прогноза развития сложной динамической системы и ее отдельных элементов, способ реализуется следующим образом.

Для оценки текущего состояния и прогнозирования развития элементов изучаемой динамической системы в памяти вычислительной установки создается хранилище информации, организованное таким образом, что оно включает накапливаемые в архивном фонде материалы регистрации состояний элементов изучаемой системы, их отдельных атрибутов и параметров, а также интегрированные с ними знания о закономерностях развития окружающего мира и элементов изучаемой системы. Архивные сведения хранятся вместе с актуальными данными и идентифицируются только хронологическими метками, позиционируемыми пользователем по отношению к верхней границе архива (т.е. глубина архива каждый раз может определяться самим пользователем в зависимости от решаемых им задач). Каждый элемент системы описывается в виде корневого объекта, с которым ассоциированы или связаны отношениями наследования (либо агрегации) атрибуты, упорядоченные иерархическим образом и фиксирующие состояния элемента в определенные моменты времени. Как корневой объект элемента системы, так и его атрибуты описываются с помощью совокупности однозначных либо многозначных параметров

(свойств), отражающих количественные и/или качественные показатели состояния атрибутов и элемента в целом в фиксированные моменты времени. В общем случае регистрация состояний элементов и их атрибутов осуществляется асинхронно. Элементы системы в каждый момент времени находятся в развитии и взаимодействии друг с другом, что находит свое отражение в специальных группах (или классах) объектов, описывающих взаимосвязи элементов системы как непосредственно, так и через атрибуты.

В памяти компьютера должна быть заблаговременно сформирована база знаний, интегрированная с банком данных в рамках единого хранилища информации посредством ассоциативных связей. База знаний, входящая в состав хранилища информации, должна содержать:

- абстрактные знания о функциональных, алгоритмических, логических и иных зависимостях, отражающих законы развития объектов и явлений окружающего мира (организованы в виде второй вспомогательной базы данных);
- правила генерирования знаний о закономерностях развития и взаимовлияния элементов динамической системы по известным значениям их параметров (организованы в виде третьей вспомогательной базы данных);
- декларативные знания, отражающие типовые (модельные) состояния элементов системы, с описанием последовательностей событий, приводящих к их достижению, и причинно-следственных связей между ними, а также с указанием, где это возможно, причин возникновения соответствующих модельных состояний (первая вспомогательная база данных).

Для автоматического слияния однотипной информации перед ее загрузкой в хранилище информации в качестве наборов параметров должны быть заданы наборы идентифицирующих признаков объектов (элементов системы и их атрибутов), при совпадении значений которых система делает вывод об идентичности объектов, а также правила и условия сопоставления и слияния объектов в зависимости от заданного набора идентифицирующих параметров и их значений.

Для выполнения перечисленных условий, необходимых для реализации способа, на этапе настройки системы определяют и загружают в долговременную память вычислительной установки:

- правила (методы) автоматической идентификации и синтеза информации об элементах системы и их атрибутах (объектах системы), загружаемых в хранилище информации из входного потока, с объектами, уже накопленными в хранилище к моменту загрузки. Эти правила задают идентифицирующие признаки объектов (параметры, участвующие в сравнении) и их группировку в наборы (ключи), позволяющие надежно и однозначно распознать объект среди множества других объектов своего класса, а также типы манипуляций со значениями параметров при слиянии объектов (например, значения параметров могут сливаться в единое значение при их совпадении, при расхождении значений новое

значение параметра может заменять прежнее значение и т.д.);

- правила выполнения индуктивных выводов законов изменения объектов по зафиксированным в различные моменты времени их состояниям;

- совокупность типовых функциональных, алгоритмических, логических и иных зависимостей, отражающих законы развития объектов и явлений окружающего мира;

- декларативные знания, организованные в последовательности взаимосвязанных объектов базы знаний и отражающие модельные (типовые) состояния элементов системы, с описанием последовательностей событий, приводящих к их достижению, и причинно-следственных связей между ними, а также с указанием, где это возможно, причин возникновения соответствующих модельных состояний, перспектив развития элементов и рекомендаций по управлению ими в целях достижения оптимального состояния;

- таблицы сопоставления, описывающие допустимые количественные и качественные расхождения значений параметров, в пределах которых система делает вывод об аналогичности исследуемых объектов и ситуаций с объектами и ситуациями, хранящимися в архивном фонде.

При проведении анализа системы или ее отдельных элементов в памяти вычислительной установки осуществляет следующую последовательность операций:

- вводимые данные формируют в объектной форме в рабочей области или промежуточном файле (которые выполняют роль входного потока), эти данные загружаются в компьютерный банк данных при наступлении некоторого условия или по указанию пользователя;

- на этапе загрузки новые данные, представленные в форме объектов, выступающих в роли информационных аналогов реальных элементов исследуемой сложной системы и их взаимосвязей, поступают на вход хранилища информации. При этом вычислительной установкой активируются процедуры (методы) идентификации и синтеза объектов (правила сопоставления загружаемых и накопленных в хранилище информации данных). Роль методов заключается в том, чтобы для каждого сформированного объекта из входного потока найти идентичный по структуре и с таким же набором идентифицирующих признаков, определенных условиями идентификации (на основе имеющегося во входном объекте набора параметров), объект в хранилище. В случае отсутствия идентичных объектов, объект из входного потока загружается в хранилище информации на правах нового объекта. Если же идентичный объект найден в хранилище, то происходит слияние информации, содержащейся во входном объекте с объектом, находящемся в хранилище информации, на условиях, определенных соответствующим методом идентификации и синтеза объектов;

- модифицированные существующие и введенные новые объекты программным путем соотносятся с метками временной оси и маркируются соответствующими хронологическими метками, сигнализирующими о дате актуализации

объекта. При этом, если объект не изменил своего состояния, но присутствовал во входном потоке, он все же помечается как актуализированный;

5 - после загрузки данных в хранилище информации автоматически или по требованию пользователя (в зависимости от настроек системы) вычислительной установкой активизируется механизм выводов, инициирующий индуктивный анализ информации и выдачу прогнозов. При этом 10 выявляются все элементы системы, атрибуты или параметры которых изменились после загрузки очередной порции данных в хранилище информации. Для каждого актуализированного элемента системы 15 индуктивным способом выводятся законы изменения его атрибутов всех уровней иерархии и управляющих воздействий на другие объекты, а также законы изменения элемента в целом. В этих целях выполняются следующие действия:

20 - активируются процедуры индуктивных выводов, которые для принятия во внимание актуализированных атрибутов элемента и его связей по зафиксированным ранее их состояниям с учетом вновь поступивших значений с использованием в необходимых случаях базы знаний, содержащей возможные модели функционирования объектов (т.е. сведения о наиболее общих действительных для различных типов элементов 25 закономерностях развития элементов и их атрибутов) и организованной в мире сопутствующих знаний: миры алгоритмов, эвристик, математических и логических формул и т.д. - выводят законы, в соответствии с которыми элемент осуществляет управляющие воздействия, и закономерности изменения его атрибутов. 30 Если атрибуты объекта подвергаются управляющим воздействиям со стороны других объектов, то также выполняется индуктивный вывод зависимостей, описывающих эти воздействия;

40 - определив подобным образом законы изменения атрибутов самого нижнего уровня иерархии, в процессе выполнения процедуры вывода аналогичным образом вычислительной установкой инициируется процесс моделирования законов изменения 45 атрибутов следующего уровня иерархии;

- процесс вывода законов изменения атрибутов продолжается по восходящей ветви дерева иерархий атрибутов, описывающего взаимную зависимость 50 атрибутов "снизу вверх" только для тех атрибутов, которые были актуализированы в текущем сеансе ввода объектов;

- зависимости, индуктивно выводимые для каждого элемента и его атрибутов, используются для выдачи прогнозов развития 55 элемента, его атрибутов и оказываемых им управляющих воздействий на другие элементы системы, а также прогнозов воздействий на него других элементов. После выдачи пользователю выявленных закономерностей и прогноза развития 60 очередного элемента, его атрибутов и связей производится последующая обработка сведений, относящихся к следующему элементу системы, сведения о котором актуализированы в текущем сеансе ввода информации;

- если из имеющегося объема знаний или

данных невозможно сделать индуктивный вывод о законе развития какого-либо объекта, то об этом информируется пользователь;

- для элементов системы, состояние и атрибуты которых изменились в результате последнего сеанса загрузки информации (вариант - только для элементов, контролируемых и наблюдаемых пользователем) и/или прогноз развития которых не представилось возможным сделать на основании индуктивных выводов, а также во всех случаях по указанию пользователя (например, для проверки результатов анализа и прогноза, сделанных индуктивным путем), активизируются методы диагностики и прогноза по аналогии, которая предполагает:

- количественное (в пределах допустимого диапазона расхождений) и качественное совпадение состояния рассматриваемого элемента системы в фиксированный момент времени с некоторым типовым (модельным) состоянием (признаком) при условии прохождения элементом всех состояний, предшествовавших модельному, в той же самой последовательности (или одной из допустимых цепочек последовательностей), если это не оговорено особо (будем называть это аналогией по признакам и типам поведения);

- совпадение в фиксированные, но не обязательно синхронные моменты времени элементов системы (в пределах допустимого диапазона) между собой по составу, структуре и значениям атрибутов, условиям функционирования и предыстории развития (аналогия по примерам).

В первом случае в качестве объектов для сопоставления с изучаемым элементом динамической системы выступают элементы первой вспомогательной базы данных, а во втором случае - элементы того же класса, что и изучаемый элемент, информация о зафиксированных ранее состояниях которых накоплена в хранилище информации, либо сам изучаемый элемент на предшествующих стадиях своего развития.

Найденные идентичные объекты в соответствующих ситуациях и условиях внешней среды используются для прогноза развития исследуемых элементов. Основой прогноза в первом случае служит взаимосвязанная цепь последующих событий, описывающих тип поведения элемента системы в первой вспомогательной базе данных, начиная от модельного состояния, совпадающего с тем состоянием, которое имеет в данный момент сравниваемый элемент; во втором случае - ход развития найденного в архивном фонде хранилища информации аналогичного элемента, начиная с момента времени, при котором его состояние и условия функционирования совпадают со сравниваемым элементом (в обоих случаях будем определять это состояние как срединное состояние элемента сравнения).

Таким образом, алгоритм поиска аналогичной информации в памяти вычислительной установки сводится к следующему.

1. Для аналогии по признакам и типам поведения:

- в первой вспомогательной базе данных отыскиваются все объекты, обеспечивающие

предварительную идентификацию происходящих в исследуемом элементе процессов по его текущему состоянию на основании совпадения этого состояния с одним из состояний, описанных в объектах первой вспомогательной базы данных в цепи последовательных или параллельных событий (срединные состояния);

- для каждого из объектов первой вспомогательной базы данных, отобранных на предыдущем шаге в качестве предварительного диагноза, анализируется хронологическая последовательность состояний и событий, в которую входят эти объекты; сопоставляется предыстория развития сравниваемого элемента с этими состояниями с целью выявления совпадений в характере и последовательности реально имевших место состояний элемента системы, накопленных в хранилище информации, и типовых (модельных) состояний, хранящихся в первой вспомогательной базе данных. При этом учитывается, что изучаемый элемент системы помимо состояний, попадающих в модельный ряд, может иметь состояния, к нему не относящиеся и связанные с иными сторонами деятельности элемента. По результатам сопоставления в случае совпадения последовательностей типовых состояний элементов системы, описанных в первой вспомогательной базе данных, с реальными состояниями изучаемого элемента, описанными в хранилище информации, на терминальное устройство вычислительной установки, попадающих в порядке вывода состояний элемента, описанные в первой вспомогательной базе данных после срединного состояния, которые предлагаются в качестве вероятных тенденций развития реального изучаемого элемента системы; из объекта первой вспомогательной базы данных, описывающего срединный элемент, выбирается информация с рекомендациями по оптимальному управлению анализируемым элементом системы или действиям пользователя, направленным на получение необходимых дополнительных данных для однозначной диагностики состояния элемента;

- в случае недостаточности данных для однозначной диагностики состояния элемента системы по типовому (модельному) поведению делается попытка получить эти данные от пользователя в диалоговом режиме, и/или механизм выводов переключает свое внимание на вывод по аналогии на основании примеров развития иных элементов системы, накопленных в хранилище информации (см. ниже).

2. Для аналогии по примерам развития других элементов системы:

- в хранилище информации отыскиваются все элементы, состояния, входные и выходные воздействия которых в зафиксированные моменты времени совпадают или близки по соответствующим качественным и количественным характеристикам со сравниваемым элементом в данный момент его развития (концевое состояние сравниваемого элемента);

- анализируется предыстория развития сравниваемого элемента и элементов сравнения, выбранных из архивного фонда

хранилища информации. При этом отслеживается продолжительность периода идентичного развития. Так как регистрация значений объектов производится асинхронно, то в целях обеспечения возможности сопоставительного анализа атрибутов и параметров элементов при сравнении производится их синхронизация путем выбора имеющихся или моделирования прогнозируемых значений объектов по отношению к конкретному моменту времени на основании имеющихся данных (например, с помощью результатов индуктивных выводов, полученных на этапе 4, если они имеются, либо другим способом). Для каждого элемента сравнения анализ предыстории выполняется до появления начала существенных расхождений в развитии (выходе определенной номенклатуры и количества сравниваемых параметров за пределы диапазона допустимости) или полной выборки предыстории развития одного из сравниваемых элементов. Вычислительной установкой фиксируется продолжительность периодов сходного развития, объекты ранжируются по уменьшению продолжительности этих периодов. При этом учитывается то обстоятельство, что в цепи состояний примера могут быть зафиксированы состояния, отсутствующие в цепи состояний анализируемого объекта, и наоборот. В общем случае это может быть обусловлено асинхронностью регистрации состояний объектов или маскировкой отдельными элементами системы своих действий от наблюдателей;

- последовательно в соответствии со списком ранжирования для каждого элемента сравнения на терминальное устройство компьютера выдается процесс его развития, начиная от зафиксированного срединного состояния, то есть последовательность его последующих состояний и связанных с ними управляющих воздействий, которые оказывал элемент на другие элементы системы и которые оказывались на него в целях корректировки поведения. Процесс последующего развития элемента сравнения, начиная от его срединного состояния, по аналогии может быть использован для прогнозирования развития сравниваемого объекта и воздействия на него;

- при отсутствии полностью идентичных объектов, найденные в банке данных похожие объекты ранжируются в зависимости от количества совпадающих признаков и степени их важности для пользователя, и прогноз развития объекта по аналогии выполняется компьютером в соответствии с этими объектами с соответствующим информированием об этом пользователя (возможности и условия исключения из перечня сравниваемых параметров тех или иных параметров определяются пользователем);

- вариантом механизма поиска аналогичных элементов системы по примерам является сопоставление периодов развития всех актуализированных в текущем сеансе загрузки объектов независимо от их конечных состояний с последовательностями состояний всех элементов системы, накопленных в хранилище информации. Принципиально механизм поиска аналогичных элементов при

этом не меняется, но пользователь получает дополнительную возможность оценить развитие объекта в случае, когда тенденция развития анализируемого объекта совпадает с примером из архива, но в архиве по каким-либо причинам (например, в силу неизвестности наблюдателю) не было учтено состояние примера, соответствующее конечному состоянию анализируемого элемента.

Диагностические и прогностические возможности рассматриваемого способа напрямую зависят от объема накопленных в хранилище информации фактов и декларативных знаний. В случае, если в хранилище информации отсутствуют необходимые данные для сопоставления с образцами, вычислительная установка выдает пользователю диагностическое сообщение об отсутствии примеров для сравнения.

В общем случае, возможность реализации изобретения обеспечивается совокупностью следующих признаков.

1. Организация определенным образом банка данных, описывающего опыт прошлого развития исследуемой системы и ее элементов, а также базы знаний (в виде первой, второй и третьей вспомогательных баз данных), содержащей типовые модели законов развития объектов в виде функциональных, логических зависимостей, алгоритмов, детерминированной последовательности событий, приводящей элемент системы к определенному состоянию, а также процедур, обеспечивающих индуктивный вывод законов развития элементов динамической системы и их атрибутов по известным значениям параметров, измеренным в фиксированные моменты времени.

2. Выделение идентифицирующих параметров для каждого типа элементов системы и их атрибутов, сопоставление им правил идентификации загружаемых объектов с объектами, накопленными в хранилище информации.

3. Определение правил соответствия и диапазонов допустимого расхождения параметров, по которым делается вывод о тождестве объектов и/или их состояний.

4. Задание алгоритма логического вывода, обеспечивающего выполнение операций в следующей последовательности:

- проверку на идентичность в пакетном режиме загружаемых объектов с объектами, находящимися в хранилище информации, слияние одинаковых данных в процессе загрузки, маркировка актуализированных объектов;

- поочередный перебор актуализированных элементов исследуемой системы, диагностику их состояния, прогнозирование тенденций развития с предложением пользователю возможных схем по управлению объектами в виде следующей последовательности операций для каждого элемента (полной или по отдельным видам анализа в любом сочетании);

- определение закона функционирования элемента на основании выводимых индуктивным путем правил изменения атрибутов, организованных по уровням вложенности типов атрибутов в виде

иерархического дерева состояний атрибутов (с учетом их сложности), а также зафиксированных состояний связей и отношений элемента с другими элементами системы; прогноз развития атрибутов и взаимосвязей элемента и самого элемента в целом по выведенным законам;

- сопоставление предыстории развития элемента системы с объектами базы знаний, диагностирующими возможные состояния изучаемой динамической системы в целом и ее отдельных элементов по последовательностям проявления признаков и событий, позволяющим дать однозначный прогноз его развития и рекомендации по управлению элементом и системой в целом с целью достижения ими оптимального состояния;

- анализ текущего состояния анализируемого элемента системы с учетом значений всех его атрибутов, взаимосвязей, а также условий среды, в которых функционирует этот элемент; поиск в хранилище информации элементов, имевших в процессе своего развития аналогичные состояния (срединные состояния сравниваемых элементов); исследование и сопоставление предыстории развития анализируемого элемента в текущем состоянии с предысториями развития сравниваемых элементов, отсчитываемых от их срединных состояний; выдача пользователю для каждого из найденных в хранилище информации срединных состояний элементов сравнения процессов их развития после срединного состояния. В целях синхронизации информации и обеспечения возможности сравнений значений параметров и атрибутов элементов системы на данном этапе используются законы развития параметров, атрибутов и элементов в целом, выведенные в процессе индуктивного анализа на предыдущем этапе.

На Фиг.1 показана схема идентификации и синтеза объектов, накопленных в хранилище информации, с использованием данных из входного потока при совпадении идентификаторов объектов. Выделенным контуром отмечены объекты (элемент и его атрибуты), которые помечаются как актуализированные. Выделенными цифрами в исходном элементе; а также в элементе, сформированном во входном потоке; и в результирующем элементе, получаемом в результате синтеза информации, помечены параметры, для которых определены или заданы значения.

На Фиг.2 представлена схема применения процедур индуктивного вывода к объектам, используемым при моделировании состояний динамической системы. Индуктивный вывод выполняется для актуализированных элементов и заключается в определении закономерностей изменений атрибутов элементов, оказываемых на него управляющих воздействий, а также воздействий, оказываемых элементом на другие элементы системы. Каждое зафиксированное состояние атрибута может отображать на графике его изменения одну или несколько точек. В последнем случае это означает, что в течение некоторого периода времени атрибут не изменял своего состояния (например, "Атрибут 3"). По выведенным индуктивным путем

зависимостям может быть сделан прогноз развития (выделенные фрагменты функциональных зависимостей).

На Фиг.3 представлена схема применения аналогии по образцам для оценки состояния и прогноза поведения элемента системы. Список возможных состояний элементов системы хранится в виде взаимосвязанной последовательности объектов первой вспомогательной базы данных и описывается как приводящая к искомому состоянию последовательность событий (проявления некоторых признаков или действий), совершаемых в определенной последовательности через некоторые промежутки времени и измеряемых в шкале модельного времени (относительная шкала с точкой начала отсчета, начинающейся в момент проявления первого события). Эти события сопоставляются с реальными событиями, связанными с деятельностью анализируемого элемента динамической системы. В случае их тождественности (знак "~" на Фиг.3), а также тождественности интервалов времени их чередования (если это имеет принципиальное значение) осуществляется диагностика состояния элемента системы. На Фиг.3 контуры эквивалентных состояний выделены, при этом для реального объекта несущественно, что в череду его состояний могут быть включены события, не имеющие отношения к диагностируемому состоянию. Затухающие контуры объекта первой вспомогательной базы данных, описывающего анализируемое состояние элемента системы, рассматриваются как прогноз его дальнейшего развития.

На Фиг.4, иллюстрирующей применение процедуры аналогии по примерам, изображено пространство состояний примера, в качестве которого выступает один из элементов системы, совпадающий по структуре с исследуемым элементом. Исследуемый элемент считается аналогичным элементу - примеру, если он в своем развитии прошел те же состояния, что и пример при идентичных воздействиях на него извне (стрелки под кругами, обозначающими состояния) и выдавал идентичные управляющие воздействия при переходе из одного состояния в другое (стрелки над кругами состояний). Ввиду того, что регистрация состояний элементов системы производится асинхронно, фиксируются не все состояния как примера, так и анализируемого элемента. Незафиксированные состояния хотя бы у одной из сторон автоматически исключают из процедуры сравнения соответствующее ему состояние у другой стороны (на Фиг.4 эти состояния отмечены более тонкой границей круга). Напротив, незафиксированные отдельные атрибуты состояния того или иного элемента (описания отдельных параметров состояния, входных и выходных воздействий) не исключают возможность сравнения состояний. В качестве примера может выступать сам анализируемый элемент на ранних стадиях своего развития. В качестве прогноза развития анализируемого элемента выбирается последовательность состояний, достигнутых элементом - примером после срединного состояния.

В заявленном изобретении могут быть

использованы отдельные фрагменты известных способов, относящихся к автоматизированной обработке данных сложных динамических систем или их элементов.

Например, известны инструментальные средства, обеспечивающие возможность идентификации загружаемых объектов из входного потока с информацией, накопленной в хранилище информации. Подобной возможностью обладает СУБД CronosPlus компании "Кронос-Информ" [4]. В этой СУБД имеется возможность идентификации объектов по одному из стандартных, статических наборов идентифицирующих признаков. В изобретении же предлагается наборы идентифицирующих признаков определять динамически в зависимости от состава вводимых данных и их значений.

Возможность инкапсуляции в описания типов (классов) элементов системы процедур (методов) идентификации и синтеза объектов, как, впрочем, и методов анализа и прогноза развития объектов подтверждается технологическими возможностями объектно-ориентированной СУБД Jasmine, в которой предусматривается возможность использования различного уровня методов обработки данных (в частности, в [3] описана организация объектно-ориентированных банков данных с инкапсуляцией в описания классов методов уровня класса и методов уровня реализации класса).

Теоретические основы использования методов теории индуктивных выводов и теории аналогий в экспертных системах описаны в [1]. Практически использование механизма индуктивных выводов реализовано в экспертной системе ЭКО ([2], с.171).

Пример анализа системы с помощью описанного способа рассматривается для случая регистрации событий одинакового масштаба.

Изучаемая система, использованная для примера, включает кредитные учреждения, пользующиеся их услугами юридические лица, а также атрибуты этих элементов системы и разнообразные связи между ними. Регистрация состояний и связей элементов системы осуществляется путем фиксации происходящих на рынке событий с их хронологической привязкой. В хранилище информации сведения о событиях, юридических и физических лицах формализованы и для каждого элемента (события, физического или юридического лица) представляются классами (типами элементов динамической системы) с параметрами, образующими следующие структуры, представленные в таблице 1.

Описание состава и структуры информационного объекта "Персона", представленные в таблице 2.

Описание состава и структуры класса "Организация", представленные в таблице 3.

На этапе проектирования пользователь разрабатывает процедуры (методы), обеспечивающие распознавание и автоматическую идентификацию объектов во входном потоке, их сравнение с однотипными объектами хранилища информации и синтез информации путем дополнения или замены значений параметров объекта из хранилища значениями параметров того же объекта,

заданными во входном потоке. В качестве примера метода идентификации рассмотрим класс "Персона". Будем считать, что каждая личность однозначно идентифицируется хотя бы одной из следующих совокупностей параметров:

- фамилия, имя, отчество, дата и место рождения;
- фамилия, инициалы, место работы и должность;
- фамилия, имя, отчество, адрес места жительства;
- фамилия, паспортные данные.

В терминах мнемокода идентификатор А объекта, используемый в методе идентификации, может быть представлен в следующем виде:

$A = (\text{фамилия}_{\text{хи}} = \text{фамилия}_{\text{вх}} \text{ И } \text{имя}_{\text{хи}} = \text{имя}_{\text{вх}} \text{ И } \text{отчество}_{\text{хи}} = \text{отчество}_{\text{вх}} \text{ И } \text{дата рождения}_{\text{хи}} = \text{дата рождения}_{\text{вх}} \text{ И } \text{место рождения}_{\text{хи}} = \text{место рождения}_{\text{вх}}) \text{ ИЛИ } (\text{фамилия}_{\text{хи}} = \text{фамилия}_{\text{вх}} \text{ И } \text{первая буква имени}_{\text{хи}} = \text{первая буква имени}_{\text{вх}} \text{ И } \text{первая буква отчества}_{\text{хи}} = \text{первая буква отчества}_{\text{вх}} \text{ И } \text{наименование одной из должностей}_{\text{хи}} = \text{наименование должности}_{\text{вх}} \text{ И } \text{наименование организации} - \text{работодателя для отысканной должности}_{\text{хи}} = \text{наименование организации} - \text{работодателя}_{\text{вх}}) \text{ ИЛИ } (\text{фамилия}_{\text{хи}} = \text{фамилия}_{\text{вх}} \text{ И } \text{имя}_{\text{хи}} = \text{имя}_{\text{вх}} \text{ И } \text{отчество}_{\text{хи}} = \text{отчество}_{\text{вх}} \text{ И } \text{наименование места жительства}_{\text{хи}} = \text{наименование места жительства}_{\text{вх}} \text{ И } \text{наименование улицы}_{\text{хи}} = \text{наименование улицы}_{\text{вх}} \text{ И } \text{номер дома}_{\text{хи}} = \text{номер дома}_{\text{вх}} [\text{И номер корпуса}_{\text{хи}} = \text{номер корпуса}_{\text{вх}}] \text{ И } \text{номер квартиры}_{\text{хи}} = \text{номер квартиры}_{\text{вх}}]) \text{ ИЛИ } (\text{фамилия}_{\text{хи}} = \text{фамилия}_{\text{вх}} \text{ И } \text{номер паспорта}_{\text{хи}} = \text{номер паспорта}_{\text{вх}} \text{ И } \text{серия паспорта}_{\text{хи}} = \text{серия паспорта}_{\text{вх}} \text{ И } \text{дата выдачи паспорта}_{\text{хи}} = \text{дата выдачи паспорта}_{\text{вх}} \text{ И } \text{организация, выдавшая паспорт}_{\text{хи}} = \text{организация, выдавшая паспорт}_{\text{вх}}).$

Здесь подчеркиванием отмечены идентификаторы параметров.

Индексы хи и вх относятся к одноименным идентификаторам параметров объекта соответственно хранилища информации и входного потока. В квадратные скобки заключены фрагменты условий, отсутствие данных для выполнения которых не влияет на результат идентификации, но при наличии соответствующей информации они используются как часть идентифицирующего ключа.

Первой операцией, производимой над объектами системы, является синтез однотипных данных. Предположим, что в хранилище информации имеется объект, содержащий следующий фрагмент данных, представленные в таблице 4.

Во входном потоке пользователем сформирован объект, приведенный в таблице 5.

В результате применения процедуры идентификации получаем синтезированный объект, содержащий следующие данные, приведенные в таблице 6.

Описанный пример относится к содержательным параметрам, имеющим одно значение (однозначные параметры или свойства). Однако любой параметр может

иметь несколько значений (может быть многозначным). В этом случае новые значения добавляются к существующим. Если группа параметров объединяется в атрибут, представляемый отдельным классом, а из элемента установлена многозначная отсылка на этот атрибут, то все новые значения атрибутов будут накапливаться, и на каждый из них из элемента системы будет определена отсылка, позволяющая найти атрибут и его значения в памяти. Состояния атрибутов регистрируются в фиксированные моменты времени, что позволяет использовать для их анализа и прогноза дальнейшего развития индуктивный вывод.

Например, для ТОО "Сириус" в некоторые моменты времени известны показатели его финансового развития, представляемые в форме объектов класса "Бухгалтерский баланс", относящихся к организации "Сириус", и представленные в таблице 7.

08 марта 1999 г. в ходе загрузки данных в хранилище информации атрибут "Бухгалтерский баланс" был актуализирован очередной раз, что является основанием для программы проанализировать тенденции изменения этого атрибута. Программа выбирает все имеющиеся объекты, и на основе содержащихся в них данных формирует реляционную таблицу 8.

Далее с помощью интерполяционной формулы Лагранжа (или иным образом) параметры аппроксимируются функциями, представляемыми многочленами n -й степени. Аргументом является время, исчисляемое в днях. За дату начала отсчета примем 01.01.98 г. Тогда аппроксимирующая функция зависимости суммы банковских кредитов компании от времени будет иметь вид:

$$Y_{\text{кредит}} = \frac{(t-181) \cdot (t-303) \cdot (t-348) \cdot (t-432)}{(-108) \cdot (73-303) \cdot (73-348) \cdot (73-432)} \cdot 65000000 + \\ + \frac{(t-73) \cdot (t-303) \cdot (t-348) \cdot (t-432)}{(181-73) \cdot (181-303) \cdot (181-348) \cdot (181-432)} \cdot 32765891 + \\ + \frac{(t-73) \cdot (t-181) \cdot (t-348) \cdot (t-432)}{(303-73) \cdot (303-181) \cdot (303-348) \cdot (303-432)} \cdot 7658014 + \\ + \frac{(t-73) \cdot (t-181) \cdot (t-303) \cdot (t-348)}{(432-73) \cdot (432-181) \cdot (432-303) \cdot (432-348)} \cdot 256000000$$

Или после выполнения необходимых преобразований:

$$Y_{\text{кредит}} = 0.3t^4 - 523.6t^3 + 79272.3t^2 - 9210105.5t + 478729475.2$$

Аналогичным образом могут быть аппроксимированы функциональные зависимости для задолженности по оплате труда и задолженности перед бюджетом. Напомним, что интерполяция зависимостей выполняется не только в целях обеспечения возможности непосредственного прогноза изменения атрибутов элементов исследуемой системы, но также для синхронизации состояний различных элементов системы в прогнозе по аналогии.

Процедура анализа элементов системы посредством аналогии по образцам сходна с анализом с помощью аналогии по примерам. Более того, можно сказать, что анализ по образцам проще анализа по примерам за счет того, что все модельные состояния образца априорно известны и могут быть полностью описаны в виде цепи последовательных состояний или причинно-следственных

зависимостей. В отличие от этого в примерах состояния регистрируются, как правило, выборочно, в силу чего нет гарантии того, что все состояния элемента системы (как анализируемого, так и того, с которым производится сравнение) были зарегистрированы наблюдателем; сопоставление и анализ проводятся только по тем состояниям аналогичных периодов развития элементов, которые были зарегистрированы как для анализируемого элемента, так и для аналогичного ему примера, что усложняет процесс идентификации периодов сходного развития элементов.

В силу типичности механизмов анализа с помощью аналогии по образцам и по примерам рассмотрим прогноз развития элемента системы посредством применения процедуры аналогии по примерам как более сложного случая использования аналогии в процедурах качественного анализа системы.

Пусть имеется сложная система, представляющая собой стартовый комплекс космических ракет, расчет обслуживания, совокупность нормативно-технической документации, комплект ракет-носителей, предназначенных для обслуживания на стартовом комплексе. В некоторый момент времени для одной из ракет, установленной на стартовом комплексе в целях подготовки и осуществления пуска, зафиксирована следующая последовательность состояний, представленная в таблице 9.

В хранилище информации имеются архивные данные о регламентных и пусковых работах на стартовой позиции в виде зафиксированной последовательности следующих событий, представленных в таблице 10.

Возможность сравнения состояний анализируемого элемента и примера осуществляется за счет стандартизации и унификации описаний состояний с помощью элементов типа "Событие". Параметры этого класса соотносят каждое событие с соответствующей видовой группой (видом действия), которая задается в форме классификатора, определяют его хронологические рамки, место совершения, субъекты и объекты события; цель, мотив, причину и условия его совершения, возможные последствия (см. выше).

Процедура анализа по примерам выполняется в следующей последовательности.

1. Идентифицируют элемент (или элементы) изучаемой динамической системы, конечное состояние которого описывает рассматриваемый объект класса "Событие", выбирают его уникальные поисковые признаки (например, системный номер). Для выделенного таким образом элемента в хранилище информации отыскивают все его зафиксированные состояния, упорядочивают их по возрастанию дат, формируя таким образом предысторию развития анализируемого элемента.

2. В качестве исходных данных для поиска аналогичного элемента в хранилище информации выбираются значения параметров объекта класса "Событие", описывающего конечное состояние анализируемого элемента, которые содержат типичные признаки, позволяющие

использовать их в качестве поискового образа. К числу этих признаков могут быть отнесены код или наименование классификатора события, количество и типы субъектов и объектов события. Данные параметры образуют минимальный набор, используемый для идентификации. Помимо них в набор могут быть включены цели, мотивы, условия и причины совершения события (в виде кодов или текстовых формулировок). В соответствии со сформированным поисковым образом выполняется поиск удовлетворяющих ему объектов класса "Событие".

Следующий пример иллюстрирует запрос, отыскивающий события, связанные с покупками акций компании "Ростелеком" любыми физическими лицами:

ОТ СБ01 76 ФО02 И 19 ЛЦ03 И 20 РГ04 ФО02 01 РВ 'Покупка или продажа акций компаний' ЛЦ03 РГ04 06 РВ Ростелеком

3. Найденные события интерпретируются как срединные состояния элементов системы, рассматриваемых в качестве возможных примеров. Далее формируются последовательности событий, составляющих историю развития возможных примеров. Для этого прежде всего идентифицируются сами элементы динамической системы как возможные примеры. С этой целью из событий - срединных состояний выбираются идентификаторы элементов событий, выступающих в них качестве субъектов или объектов. Эти идентификаторы запоминаются. Последовательно для каждого из них производится выборка совокупности событий, в которых участвует выбранный элемент. Пример команды, осуществляющей такую выборку:

ОТ СБ01 19 РГ02 ИЛИ 20 РГ03 РГ02 05 РВ <идентификатор элемента системы> РГ03 05 РВ <идентификатор элемента системы>

Отобранные события упорядочиваются по возрастанию дат.

4. Для каждой упорядоченной последовательности событий, описывающей историю развития очередного элемента динамической системы, рассматриваемого в качестве возможного примера, выполняются следующие действия:

- поочередно выбираются события из упорядоченной цепи событий, описывающей историю развития анализируемого элемента, начиная с конечного события в направлении к началу временной оси;

- каждое выбранное событие сопоставляется по минимальному набору идентифицирующих параметров с событиями сравниваемой последовательности, начиная от срединного элемента по направлению к началу временной оси;

- формируется таблица 11 сопоставлений следующего вида.

Каждому состоянию анализируемого элемента в предполагаемом аналоге в соответствии с минимальным набором идентифицирующих параметров может быть поставлено в соответствии одно либо несколько состояний, или ни одного состояния потенциального примера, которые могут быть расположены в произвольных точках цепи событий, связанных с потенциальным примером;

- формируются цепочки совпадающих событий, учитывающие возможное наличие

незарегистрированных событий как в анализируемом элементе, так и в потенциальном примере. С этой целью на основании предыдущей таблицы формируются таблицы 12-24;

- среди сформированных таблиц 25-30 выбираются только те, которые включают наибольшее число состояний в цепочках совпадающих событий.

- далее для выбора наиболее адекватной цепочки учитывается степень соответствия динамики смены событий в предполагаемом аналоге по отношению к анализируемой последовательности. С этой целью используется коэффициент относительной динамичности D , который определяется следующим образом:

$$\Delta T_{ni} = (\Delta t_{ni} - \Delta t_{ni-1}) / \Delta t_{ni}; \quad \Delta T_{ai} = (\Delta t_{ai} - \Delta t_{ai-1}) / \Delta t_{ai};$$

$$d_i = \Delta T_{ni} / \Delta T_{ai};$$

$$D = \left(\sum_{i=1}^n d_i \right) / n;$$

где ΔT_{ni} - для предполагаемого аналога относительная продолжительность интервала времени между i -м событием и $(i-1)$ -м событием, измеренная по отношению к общей продолжительности последовательности совпадающих состояний в предполагаемом аналоге;

ΔT_{ai} - для анализируемого элемента относительная продолжительность интервала времени между i -м событием и $(i-1)$ -м событием, измеренная по отношению к общей продолжительности последовательности совпадающих состояний анализируемого элемента с предполагаемым аналогом;

Δt_{nk} - абсолютная продолжительность интервала времени между срединным состоянием и k -м событием в последовательности состояний вероятного аналога (номер события k исчисляется от срединного события в направлении к началу временной оси);

Δt_{ak} - абсолютная продолжительность интервала времени между конечным состоянием и k -м событием в последовательности состояний анализируемого элемента динамической системы (номер события k исчисляется от конечного состояния в направлении к началу временной оси);

d_i - коэффициент расхождения продолжительности интервала времени между двумя соседними состояниями i и $i-1$ вероятного аналога по отношению к соответствующим состояниям анализируемого события;

D - коэффициент относительной динамики смены состояний анализируемого элемента с вероятным аналогом на интервале предполагаемого подобию;

n - число анализируемых состояний.

Для дальнейшего анализа выбирается та цепочка событий, которая имеет минимальный коэффициент D . Предположим, что эта последовательность соответствует таблице 31.

Обнаруженная таким образом последовательность развития событий в определенных хронологических рамках рассматривается как возможный аналог предыстории развития объекта.

5. После выделения подобным образом аналогичных цепочек событий для других элементов системы, у которых обнаружены срединные состояния, совпадающие с

концевым состоянием анализируемого элемента, эти цепочки сравниваются между собой и с предысторией развития анализируемого объекта по алгоритму, изложенному в п.4. По результатам сравнения соответствующие элементы системы с относящимися к ним фрагментами исторического развития либо исключаются из дальнейшего рассмотрения, либо ранжируются в порядке убывания числа совпадающих состояний и продолжительностей интервалов сходного развития, образуя таким образом совокупность аналогов (примеров), по которым будет даваться прогноз развития исследуемого элемента.

6. Выдается хронологически упорядоченная последовательность состояний выбранных примеров, начиная от срединных и до конечных состояний (либо до завершения заданного пользователем интервала прогноза), дающая пользователю представление о возможных вариантах развития исследуемого элемента динамической системы.

Для приведенного выше примера в качестве прогноза развития ситуации подготовки ракеты-носителя к пуску может служить следующее известное событие (см. табл.32).

7. В качестве вариантов при анализе могут быть учтены:

- условия внешней среды, в которых функционирует анализируемый элемент и вероятные аналоги. Для этого в минимальный набор идентифицирующих параметров, позволяющий выбирать сопоставимые события, включаются характеристики территории, на которой происходит развитие событий;

- отсутствующие в исследуемых цепочках состояний предполагаемых аналогов данные (за счет их моделирования по правилам, полученным в результате применения индуктивных выводов).

Дополнительно следует отметить, что при реализации способа:

- осуществляется достоверное воспроизведение законов развития элементов и компонент динамической системы, а также отдельных атрибутов ее элементов;

- обеспечивается возможность диагностики состояния и формируется прогноз развития системы, ее отдельных компонент и элементов по значениям атрибутов и параметров элементов в соответствии с историей их развития.

Заявленное изобретение предназначено для:

- диагностики состояний сложных динамических систем, их отдельных элементов и атрибутов элементов, анализа взаимодействий элементов системы между собой;

- определения законов, в соответствии с которыми осуществляются изменения значений атрибутов элементов системы, на основе их состояний, зафиксированных в различные моменты времени, а также воздействий, оказываемых на атрибуты со стороны элемента, которому атрибут поставлен в соответствие, и других элементов системы;

- определения законов, по которым элемент системы оказывает управляющие

воздействия на другие элементы, а также характера и степени зависимости этого влияния от атрибутов элемента и воздействий на него со стороны иных элементов системы;

- прогнозирования развития элементов системы с параметрами состояния, известными в определенный момент времени или заданными пользователем (концевыми состояниями объектов);

- прогнозирования развития системы или ее элементов в соответствии с предысторией развития по аналогии с последовательностью проявления признаков известных типовых (модельных) состояний, хранящихся в базе знаний (в описании формулы изобретения вместо термина "база знаний" используется понятие "первая вспомогательная база данных"), и/или на основании результатов наблюдения за развитием подобных элементов, имевших схожие состояния и предысторию развития в прошлом в сходных условиях внешней среды;

- выдачи рекомендаций пользователю о целесообразных последующих действиях по управлению элементами системы в зависимости от текущих состояний в соответствии с опытом предыдущего развития (последовательностью предшествующих состояний);

- оценки степени надежности сформированных прогнозов и достоверности рекомендаций согласно результатам предыдущего опыта развития системы;

- выявления обстоятельств и причин, приведших к достижению системой, ее отдельными компонентами и элементами выявленных или заданных пользователем состояний, формирования причинно-следственных зависимостей для имевших место событий;

- обобщения результатов наблюдений за поведением элементов системы, формирования на основе результатов наблюдений совокупности признаков типовых состояний и последовательности их проявлений.

Список использованной литературы

1. Под ред. Х.Уэно, М.Исидзука. Представление и использование знаний. Пер. с японского И.А. Иванова. - М.: Мир, 1989.

2. Попов Э.Б., Фоминых И.Б., Кисель Е.Б., Шапот М.Д. Статические и динамические экспертные системы. - М.: Финансы и статистика, 1996.

3. Jasmine. Версия 1.1. Концепции. Computer Associates, Fujitsu, 1997.

4. Инструментальная система управления базами данных Cronos. - М.: ЗАО "Кронос-Информ".

5. К.Дейт. Введение в системы баз данных. Киев - Москва, "Диалектика", 1998.

6. Гради Буч "Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++", - М.: Бином, 1997.

7. Дж.Мартин. Организация баз данных в вычислительных системах, - М.: Мир, 1980.

8. Эдвард Иордан, Карл Аргила. Структурные модели в объектно-ориентированном анализе и проектировании, - М.: Лори, 1999.

9. Сменцарев Г.В. О концепции имитационного моделирования социальных процессов - в книге "Круг идей: историческая информатика на пороге XXI века". Под ред. Л.И.Бородкина, Ю.П.Смирнова, И.Ф.Юшина,

Москва - Чебоксары, 1999 г., с.351-371.

10. Сменцарев Г.В. Имитационное моделирование социальных процессов. Концепция и практика реализации - научно-технический информационный бюллетень "Новые технологии", №№5, 6 за 1999 г., с.2-8.

Таблица 1

Описание состава и структуры класса «Событие»

№№ п/п	Название параметра
1.	Название события
2.	Содержательное описание события
3.	Классификатор
4.	Начальная дата события
5.	Конечная дата события
6.	Место действия (начальный пункт)
7.	Место действия (конечный пункт)
8.	Субъекты события: юридические и физические лица, природные явления
9.	Объекты (предметы) события: юридические и физические лица, документы, системы передачи данных, лицензии, счета, продукция и услуги, сертификаты, стоимость оборудования и услуг, финансовые результаты деятельности организаций, уставной капитал, доли учредителей в уставном капитале, инвестиции, трудовая деятельность и т.д.
10.	Цель, мотив, причина совершения события
11.	Условия совершения события
12.	Наступившие (возможные) последствия
13.	ДАТА АКТУАЛИЗАЦИИ ОБЪЕКТА
14.	ИСТОЧНИК ИНФОРМАЦИИ

Таблица 2

Описание состава и структуры информационного объекта «Персона»

№№ п/п	Название параметра
1.	Фамилия
2.	Имя
3.	Отчество
4.	Дата рождения (число, месяц, год)
5.	Место рождения
6.	Пол
7.	Гражданство
8.	Квалификационная категория лица
9.	Трудовая деятельность
10.	Является субъектом события
11.	Является объектом события
12.	Является учредителем организации
13.	ДАТА АКТУАЛИЗАЦИИ ОБЪЕКТА
14.	ИСТОЧНИК ИНФОРМАЦИИ О ЛИЦЕ

Таблица 3

Описание состава и структуры класса «Организация»

№№ п/п	Название параметра
1.	Название организации (русское написание)
2.	Название организации (латинское написание)
3.	Иные наименования
4.	Уставной капитал
5.	Географический адрес
6.	Телефон, факс
7.	Категория организации
8.	Расчетные счета
9.	Лицензии на деятельность
10.	Характер продукции, услуг
11.	Организация владеет долями уставного капитала других организаций
12.	Владельцы долей уставного капитала организации
13.	Представительства (филиалы) организации
14.	Имеет связи с иными организациями
15.	Рынок акций организации
16.	Финансовые показатели организации
17.	Является субъектом событий
18.	Является объектом событий
19.	Работники организации
20.	ДАТА АКТУАЛИЗАЦИИ ОБЪЕКТА
21.	ИСТОЧНИК ИНФОРМАЦИИ ОБ ОРГАНИЗАЦИИ

Таблица 4

№№ п/п	Название параметра	Значение параметра
1.	Фамилия	Иванов
2.	Имя	Иван
3.	Отчество	Иванович
4.	Дата рождения (число, месяц, год)	27.08.1958г.
5.	Место рождения	Ростов-на-Дону
6.	Пол	
7.	Гражданство	
8.	Квалификационная категория лица	Руководитель предприятия
9.	Место работы	
10.		

Таблица 5

№№ п/п	Название параметра	Значение параметра
1.	Фамилия	Иванов
2.	Имя	Иван
3.	Отчество	Иванович
4.	Дата рождения (число, месяц, год)	27.08.1958г.
5.	Место рождения	Ростов-на-Дону
6.	Пол	
7.	Гражданство	Россия
8.	Квалификационная категория лица	
9.	Место работы	Общество с ограниченной ответственностью "Сириус"
10.		

Таблица 6

№№ п/п	Название параметра	Значение параметра
1.	Фамилия	Иванов
2.	Имя	Иван
3.	Отчество	Иванович
4.	Дата рождения (число, месяц, год)	27.08.1958г.
5.	Место рождения	Ростов-на-Дону
6.	Пол	
7.	Гражданство	Россия
8.	Квалификационная категория лица	Руководитель предприятия
9.	Место работы	Общество с ограниченной ответственностью "Сириус"
10.		

Таблица 7

№№ п/п	Название параметра	Значение параметра
1.	Наименование компании	Сириус
2.	Организационно-правовая форма	Общество с ограниченной ответственностью
3.	Адрес	Москва, ул. Кировоградская, д. 52, корп. 2, офис 412
4.	Бухгалтерский баланс	

№№ п/п	Название параметра	Значение параметра
1.	Относимость к компании	Сириус
2.		
3.	Сумма банковских кредитов	65000000
4.	Задолженность по оплате труда	51457
5.	Задолженность перед бюджетом	0
6.		
7.	Дата контроля	14.03.1998

№№ п/п	Название параметра	Значение параметра
1.	Относимость к компании	Сириус
2.		
3.	Сумма банковских кредитов	32765891
4.	Задолженность по оплате труда	64453
5.	Задолженность перед бюджетом	24525
6.		
7.	Дата контроля	01.07.1998

№№ п/п	Название параметра	Значение параметра
1.	Относимость к компании	Сириус
2.		
3.	Сумма банковских кредитов	7658014
4.	Задолженность по оплате труда	97045
5.	Задолженность перед бюджетом	39670
6.		
7.	Дата контроля	30.10.1998

Продолжение таблицы 7

№№ п/п	Название параметра	Значение параметра
1.	Относимость к компании	Сириус
2.		
3.	Сумма банковских кредитов	0
4.	Задолженность по оплате труда	147874
5.	Задолженность перед бюджетом	46811
6.		
7.	Дата контроля	14.12.1998

№№ п/п	Название параметра	Значение параметра
1.	Относимость к компании	Сириус
2.		
3.	Сумма банковских кредитов	256000000
4.	Задолженность по оплате труда	217634
5.	Задолженность перед бюджетом	72168
6.		
7.	Дата контроля	08.03.1999

Таблица 8

№№ п/п	Наименование параметра	14.03.98	01.07.98	30.10.98	14.12.98	08.03.99
1.	Сумма банковских кредитов	65000000	32765891	7658014	0	56000000
2.	Задолженность по оплате труда	51457	64453	97045	147874	217634
3.	Задолженность перед бюджетом	0	24525	39670	46811	72168

Таблица 9

№№ п/п	Состояние элемента системы	Примечание
1.	Подстыковка шланга подачи горячего с маркировкой «Г1» к разъемному соединению «Г1» на корпусе носителя.	
2.	Подстыковка шланга подачи окислителя с маркировкой «О1» к разъемному соединению «О1» на корпусе носителя.	
3.	Подстыковка шланга аварийного слива горячего с маркировкой «Г2» к разъемному соединению «Г2» на корпусе носителя.	
4.	Подстыковка шланга аварийного слива окислителя с маркировкой «О2» к разъемному соединению «О2» на корпусе носителя.	
5.	Доклад руководителю стартового расчета о ходе готовности к пуску.	
12.	Регистрация аппаратурой подготовки пуска отсутствия давления в баке горячего ракетного носителя.	
13.	Регистрация аппаратурой подготовки пуска отсутствия давления в баке окислителя ракетного носителя.	

Таблица 10

№№ п/п	Состояние элемента системы	Примечание
1.	Издание приказа на перевод на стартовую позицию готовой к работе.	
8.	Отключение сгорающего элемента подачи горячего с маркировкой «Г1» от трамса с маркировкой «Г1» подачи горячего к стартовому топливу.	
9.	Отстыковка старого шланга слива с маркировкой «Г2» от трамса с маркировкой «Г2» слива горячего в дренажный горячий.	
20.	Прстыковка нового шланга с маркировкой «Г2» к трамсу с маркировкой «Г2».	
21.	Прстыковка нового шланга с маркировкой «Г1» к трамсу с маркировкой «Г1».	
30.	Издание приказа на подготовку к пуску на стартовой позиции ракетно-носителя.	
62.	Подстыковка шланга подачи окислителя с маркировкой «О1» к разъемному соединению «О1» на корпусе носителя.	
63.	Подстыковка шланга подачи окислителя с маркировкой «О1» к разъемному соединению «О1» на корпусе носителя.	
64.	Подстыковка шланга аварийного слива горячего с маркировкой «Г2» к разъемному соединению «Г2» на корпусе носителя.	
65.	Подстыковка шланга аварийного слива окислителя с маркировкой «О2» к разъемному соединению «О2» на корпусе носителя.	
66.	Регистрация аппаратурой подготовки пуска отсутствия давления в баке горячего ракетно-носителя.	
69.	Регистрация аппаратурой подготовки пуска отсутствия давления в баке окислителя ракетно-носителя.	
94.	Проведение технико-экспертного анализа с анализом причин возникновения неисправности. В ходе анализа установлено, что в процессе перевода регламентных работ на стартовую позицию на фоне пуска ракетно-носителя произошло облучивание ввиду некорректности координат размещения балла прерогативы местами датчика «Г1» и «О1» слива горячего, а также шланга «Г1» слива окислителя, в результате чего горячее и окислитель, подаваемые по своим каналам, поступают в каналы восприимчивости обратки и клапаны, закрывающие выход из бака-ввода, что вызывает некорректные данные отсутствия давления в баках.	

Примечание: символом помечены состояния, совпадающие у анализируемой ситуации и у примера.

Таблица 11

Номер события в анализируемой последовательности ¹⁾	Продолжительность интервала ¹⁾	Номер события в предполагаемом аналоге ²⁾	Продолжительность интервала ²⁾
0 (концевое событие)	0	0 (срединное событие)	0
1	Δt_{a1}	2 8 96	Δt_{a2} Δt_{b8} Δt_{b96}
2	Δt_{a2}	127	Δt_{b127}
3	Δt_{a3}	4 5	Δt_{b4} Δt_{b5}
4	Δt_{a4}	7	Δt_{b7}
5	Δt_{a5}	данных нет	
6	Δt_{a6}	10 124	Δt_{b10} Δt_{b124}
7	Δt_{a7}	Данных нет	
8	Δt_{a8}	12 18 94	Δt_{b12} Δt_{b18} Δt_{b94}

Примечания: ¹⁾ Промежуток времени от концевого состояния анализируемого элемента до данного состояния.

²⁾ Промежуток времени от срединного состояния предполагаемого аналога до данного состояния.

Таблица 12

Номер события в анализируемой последовательности	Продолжительность интервала	Номер события в предполагаемом аналоге	Продолжительность интервала
0 (концевое событие)	0	0 (срединное событие)	0
1	Δt_{a1}	2	Δt_{a2}
3	Δt_{a3}	4	Δt_{a4}
4	Δt_{a4}	7	Δt_{a7}
6	Δt_{a6}	10	Δt_{a10}
8	Δt_{a8}	12	Δt_{a12}

Таблица 13

Номер события в анализируемой последовательности	Продолжительность интервала	Номер события в предполагаемом аналоге	Продолжительность интервала
0 (концевое событие)	0	0 (срединное событие)	0
1	Δt_{a1}	2	Δt_{a2}
3	Δt_{a3}	4	Δt_{a4}
4	Δt_{a4}	7	Δt_{a7}
6	Δt_{a6}	10	Δt_{a10}
8	Δt_{a8}	18	Δt_{a18}

Таблица 18

Номер события в анализируе- мой последо- вательности	Продолжитель- ность интервала	Номер события в предполагаемом аналоге	Продолжи- тельность ин- тервала
0 (концевое событие)	0	0 (срединное со- бытие)	0
1	Δt_{a1}	8	Δt_{b8}
6	Δt_{a6}	10	Δt_{b10}
8	Δt_{a8}	12	Δt_{b12}

Таблица 19

Номер события в анализируемой последовательности	Продолжительность интервала	Номер события в предполагаемом аналоге	Продолжительность интервала
0 (концовое событие)	0	0 (срединное событие)	0
1	Δt_{a1}	8	Δt_{a8}
6	Δt_{a6}	10	Δt_{a10}
8	Δt_{a8}	18	Δt_{a18}

Таблица 20

Номер события в анализируемой последовательности	Продолжительность интервала	Номер события в предполагаемом аналоге	Продолжительность интервала
0 (концовое событие)	0	0 (срединное событие)	0
1	Δt_{a1}	8	Δt_{a8}
6	Δt_{a6}	10	Δt_{a10}
8	Δt_{a8}	94	Δt_{a94}

Таблица 21

Номер события в анализируе- мой последо- вательности	Продолжитель- ность интервала	Номер события в предполагаемом аналоге	Продолжи- тельность ин- тервала
0 (концовое событие)	0	0 (срединное со- бытие)	0
3	Δt_{e3}	5	Δt_{e5}
4	Δt_{e4}	7	Δt_{e7}
6	Δt_{e6}	10	Δt_{e10}
8	Δt_{e8}	12	Δt_{e12}

Таблица 22

Номер события в анализируемой последовательности	Продолжительность интервала	Номер события в предполагаемом аналоге	Продолжительность интервала
0 (концевое событие)	0	0 (срединное событие)	0
3	Δt_{a3}	5	Δt_{a5}
4	Δt_{a4}	7	Δt_{a7}
6	Δt_{a6}	10	Δt_{a10}
8	Δt_{a8}	18	Δt_{a18}

Таблица 28

Номер события в анализируе- мой последова- тельности	Продолжитель- ность интервала	Номер события в предполагаемом аналоге	Продолжитель- ность интервала
0 (концевое со- бытие)	0	0 (срединное собы- тие)	0
1	Δt_{a1}	2	Δt_{e2}
3	Δt_{a3}	5	Δt_{e5}
4	Δt_{a4}	7	Δt_{e7}
6	Δt_{a6}	10	Δt_{e10}
8	Δt_{a8}	12	Δt_{e12}

Таблица 29

Номер события в анализируе- мой последо- вательности	Продолжитель- ность интервала	Номер события в предполагаемом аналоге	Продолжи- тельность ин- тервала
0 (концевое событие)	0	0 (срединное со- бытие)	0
1	Δt_{s1}	2	Δt_{n2}
3	Δt_{s3}	5	Δt_{n5}
4	Δt_{s4}	7	Δt_{n7}
6	Δt_{s6}	10	Δt_{n10}
8	Δt_{s8}	18	Δt_{n18}

Таблица 30

Номер события в анализируемой последовательности	Продолжительность интервала	Номер события в предполагаемом аналоге	Продолжительность интервала
0 (концевое событие)	0	0 (срединное событие)	0
1	Δt_{s1}	2	Δt_{s2}
3	Δt_{s3}	5	Δt_{s5}
4	Δt_{s4}	7	Δt_{s7}
6	Δt_{s6}	10	Δt_{s10}
8	Δt_{s8}	94	Δt_{s94}

Таблица 31

Номер события в анализируе- мой последо- вательности	Продолжитель- ность интервала	Номер события в предполагаемом аналоге	Продолжи- тельность ин- тервала
0 (концевое событие)	0	0 (срединное со- бытие)	0
1	Δt_{a1}	2	Δt_{a2}
3	Δt_{a3}	5	Δt_{a5}
4	Δt_{a4}	7	Δt_{a7}
6	Δt_{a6}	10	Δt_{a10}
8	Δt_{a8}	18	Δt_{a18}

94.	Проведение технического совещания с анализом причин возникновения неисправности. В ходе анализа установлено, что в процессе проведения регламентных работ на стартовой позиции накануне пуска ракеты-носителя расчетом обслуживания ввиду идентичности концевых разъемов были перепутаны местами шланги налива и слива горючего, а также шланги налива и слива окислителя, в результате чего горючее и окислитель подавались по сливным каналам, поступлению которых воспрепятствовали обратные клапаны, закрывавшие вход компонентам в баки, что вызвало регистрацию датчиками отсутствия давления в баках.
-----	--

Формула изобретения:

1. Способ диагностики состояния и прогнозирования развития динамической сложной системы, значения параметров которой в различные моменты времени регистрируются и документируются разными регистраторами в виде текстовых отчетов произвольного формата и передаются наблюдателю в едином потоке вместе с отчетами о результатах регистрации значений параметров других динамических сложных систем, отличающийся тем, что заблаговременно задают правила отбора из общего потока регистрационных текстовых данных информации, относящейся к исследуемой динамической сложной системе в целом, и правила выделения из отобранной информации параметров, характеризующих состояния отдельных элементов системы; из общего перечня параметров, описывающих элементы системы и их состояния, выделяют наборы параметров, используемые для сопоставления уже накопленной информации об элементах динамической системы и их состояниях со входной информацией об элементах динамической системы и их состояниях таким образом, что совокупность значений любого из наборов параметров однозначно идентифицирует соответствующий ему элемент системы и его состояние; определяют правила выбора необходимого набора идентифицирующих параметров в зависимости от состава данных во входном потоке; в памяти вычислительной установки формируют первую вспомогательную базу данных, в которой хранят взаимосвязанные описания структур, отображающих последовательности возможных состояний элементов системы и промежутки времени их проявления; последовательно считывают представленную в произвольном символьном виде информацию, описывающую результаты регистрации состояний множества динамических сложных систем, из которой в соответствии с заданными правилами выделяют сведения, образующие входной поток информации и относящиеся к наблюдаемой динамической сложной системе; на основе заданных правил выделения признаков, характеризующих состояния элементов системы, из входного потока выбирают значения параметров, характеризующих эти состояния элементов динамической сложной системы; для каждого выделенного состояния формируют информационный аналог описания состояния в виде формализованной структуры,

включающей список характеризующих это состояние типовых параметров со своими уникальными значениями, а также сведения об иерархических и ассоциативных связях состояния данного элемента динамической системы с состояниями других ее элементов; информационные аналоги описаний состояний элементов системы с отображением связей между ними заносят в банк данных; сопоставляют по отобранным наборам параметров структуры из входного потока с однотипными структурами, хранящимися в банке данных; в случае совпадения значений параметров структур входного потока, входящих в любой из отобранных наборов параметров, с соответствующими параметрами однотипных структур банка данных по указанию пользователя осуществляют дополнение либо замещение структур банка данных соответствующей информацией из структур входного потока, обеспечивая таким образом уникальное соответствие каждого состояния любого элемента реальной системы одной и только одной единице хранения информации в банке данных; в банке данных указывают элемент системы, из структур которого, описывающих последнее зарегистрированное состояние, выбирают список значений параметров; определяют структуры, хранящиеся в первой вспомогательной базе данных и описывающие состояния элементов системы в определенные моменты их развития, такие, что значения их параметров соответствуют значениям параметров последнего зарегистрированного состояния указанного элемента системы; сравнивают значения параметров структур указанного элемента системы, описывающих в хронологическом порядке его состояния в предыдущие промежутки времени, со значениями параметров структур элементов, отобранных из первой вспомогательной базы данных; при условии соответствия указанного элемента одному из элементов в первой вспомогательной базе данных по минимальному перечню параметров структур, последовательности и интервалам их проявления выводят на устройство отображения информации сведения о значениях, последовательностях и интервалах проявления тех параметров структур, моделирующих состояния элементов из первой вспомогательной базы данных, которые описывают последовательность и динамику смены состояний элементов из первой вспомогательной базы данных, аналогичных соответствующему элементу системы, после завершения интервалов совпадающих состояний.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в памяти вычислительной установки формируют вторую вспомогательную базу данных, причем во второй вспомогательной базе данных хранят сведения, определяющие функциональные, логические, эвристические или алгоритмические зависимости, описывающие множество возможных законов развития динамической системы и/или ее отдельных элементов.

3. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что в памяти вычислительной установки формируют третью вспомогательную базу данных,

соответствующую системе, причем в третьей вспомогательной базе данных хранят сведения, описывающие способы вывода закономерностей развития динамической системы и/или ее отдельных элементов по фактическим данным, отображающим их известные зафиксированные состояния.

4. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что в памяти вычислительной установки формируют таблицу сопоставления, описывающую допустимые количественные и качественные расхождения значений параметров, в пределах которых сопоставляемые элементы системы или их состояния считаются идентичными.

5. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что указывают на элемент системы, из банка данных выбирают структуры, описывающие состояния этого элемента в предшествующие моменты развития, которые упорядочивают в хронологической последовательности, из этих структур выбирают значения параметров, используют вторую и третью вспомогательные базы данных для выбора элемента базы, содержащего или выводящего правило развития сущности окружающего мира, моделируемой выбранным элементом банка данных, такой, что он со степенью точности, определяемой таблицей сопоставления, соответствует хронологически упорядоченным значениям всех выбранных параметров; на основании выбранного или сформированного с помощью элемента второй или третьей вспомогательной базы данных правила генерируют значения параметров, описывающие состояния выбранных элементов основного банка данных на ближайшую перспективу, сформированные результаты выводят на устройство отображения информации.

6. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что указывают элемент системы, из структур которого, описывающих последнее зарегистрированное состояние, выбирают список значений параметров; в банке данных отыскивают однотипные элементы, имеющие структуры, моделирующие их состояния, такие, что значения однотипных параметров этих структур соответствуют значениям параметров последнего зарегистрированного состояния указанного элемента системы, сравнивают значения параметров структур указанного элемента системы, описывающих в хронологическом порядке его состояния в

предыдущие промежутки времени, со значениями однотипных параметров структур, описывающих состояния других элементов из банка данных либо того же самого элемента, но на более ранних этапах его развития; при условии соответствия указанного элемента одному из найденных элементов по минимальному перечню параметров, последовательности и интервалам их проявления выводят на устройство отображения информации сведения о значениях, последовательностях и интервалах проявления тех параметров структур, моделирующих состояния найденных элементов, которые описывают последовательность и динамику смены состояний элементов банка данных, сравниваемых с указанным элементом, после завершения совпадающих периодов развития.

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что найденные в банке данных элементы, аналогичные выбранному элементу, ранжируют по числу соответствующих параметров и степени их соответствия, определяемой таблицей сопоставления.

8. Способ по п.1 или 6, отличающийся тем, что для аналогичного элемента формируют параметр степени совпадения, значение которого соответствует рангу аналогичного элемента.

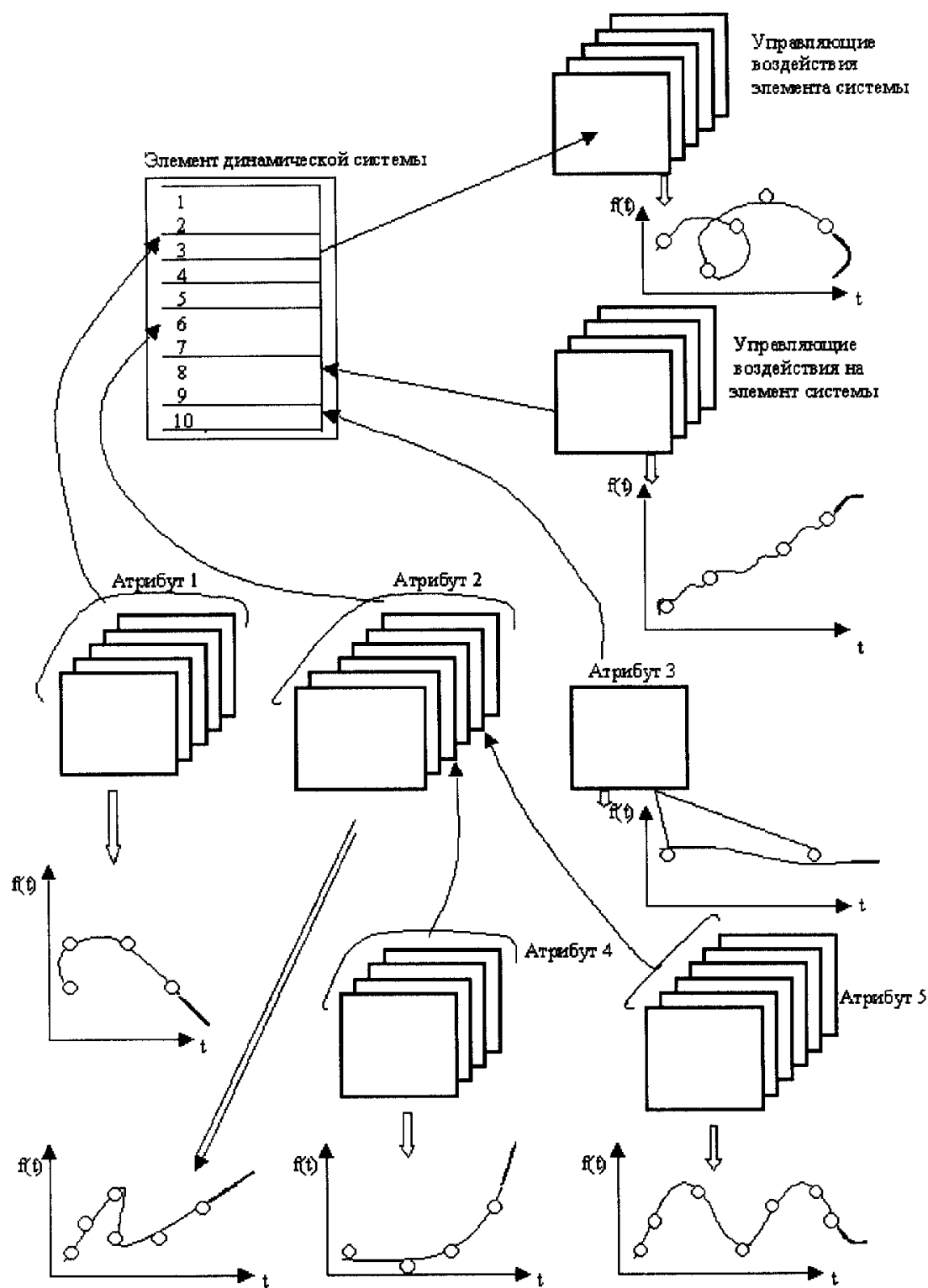
9. Способ по п.1 или 6, отличающийся тем, что для каждого аналогичного элемента формируют параметр степени совпадения, значение которого соответствует отношению количества соответствующих параметров указанного и аналогичного элементов системы к общему числу параметров указанного элемента системы.

10. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что для каждого аналогичного элемента формируют параметр степени совпадения, значение которого соответствует отношению количества соответствующих параметров указанного и аналогичного элементов системы к общему числу параметров аналогичного элемента системы.

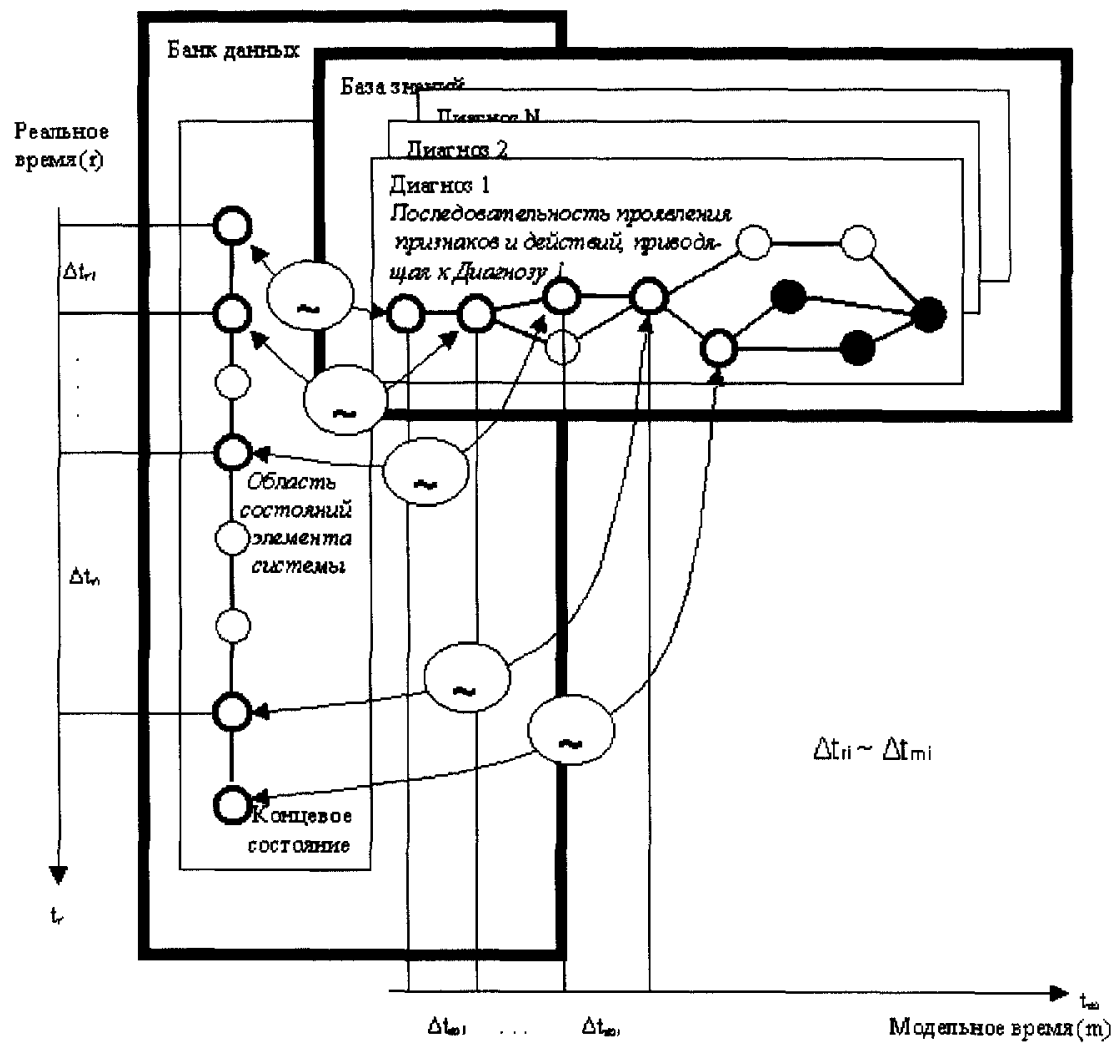
11. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что для каждого аналогичного элемента формируют параметр степени совпадения, значение которого соответствует отношению количества соответствующих параметров указанного и аналогичного элементов системы к общему числу параметров указанного и аналогичного элементов системы.

55

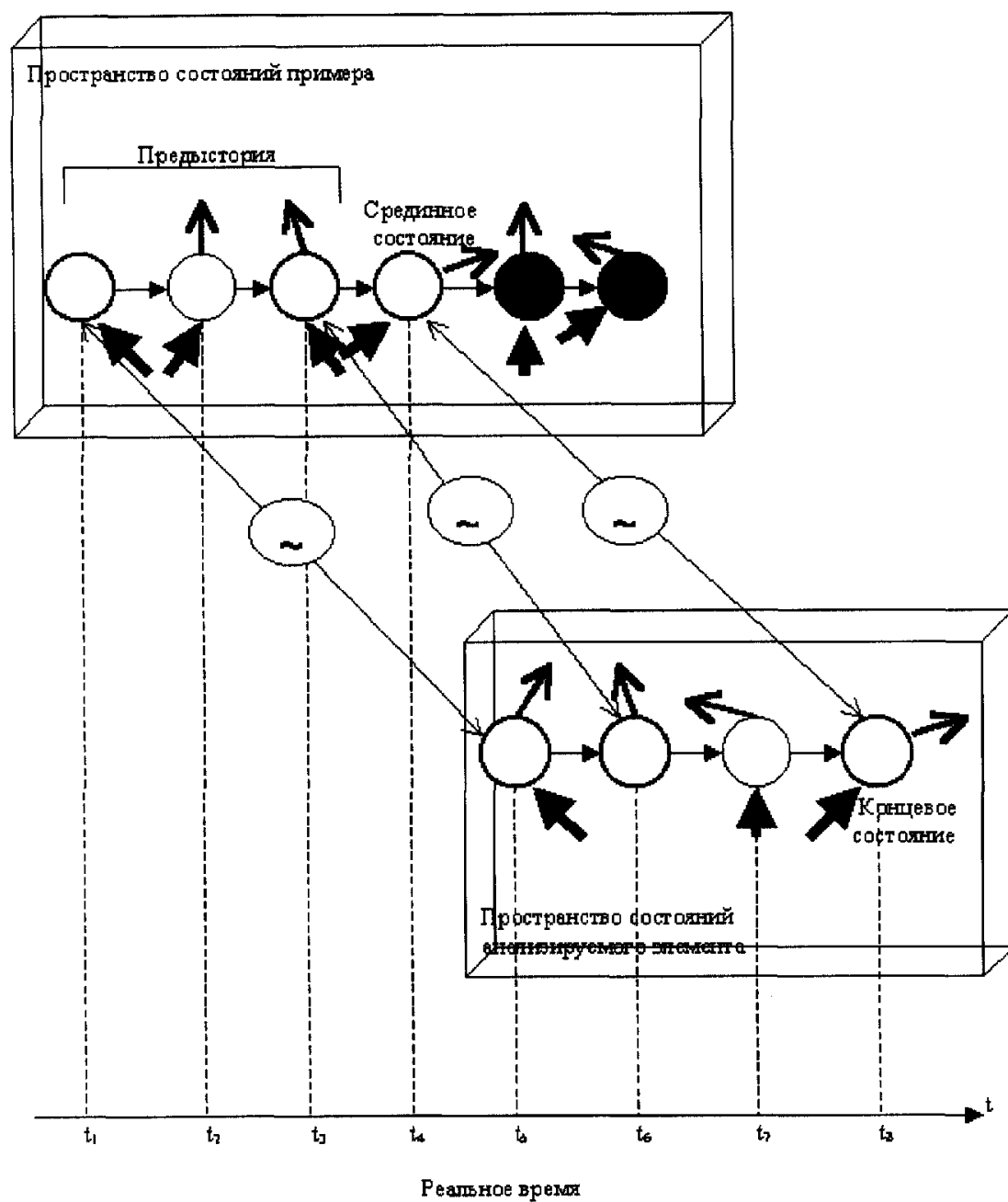
60



Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4