

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2502131

СПОСОБ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЕМ БОРТОВЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Патентообладатель(и): *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2012132882

Приоритет изобретения **31 июля 2012 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **20 декабря 2013 г.**

Срок действия патента истекает **31 июля 2032 г.**

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Симонов", is written over the printed name of the head of the Federal Service for Intellectual Property.





**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012132882/08, 31.07.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
31.07.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 31.07.2012

(45) Опубликовано: 20.12.2013 Бюл. № 35

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 2331097 C1, 10.08.2008. RU 2192046 C1,
27.10.2002. RU 2236705 C2, 20.09.2004. EP
2073132 A1, 24.06.2009.

Адрес для переписки:

197101, Санкт-Петербург, Кронверкский
пр., 49, НИУ ИТМО, ОИС и НТИ

(72) Автор(ы):

**Бухановский Александр Валерьевич (RU),
Иванов Сергей Владимирович (RU),
Нечаев Юрий Иванович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Санкт-
Петербургский национальный
исследовательский университет
информационных технологий, механики и
оптики" (RU)****(54) СПОСОБ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЕМ
БОРТОВЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ**

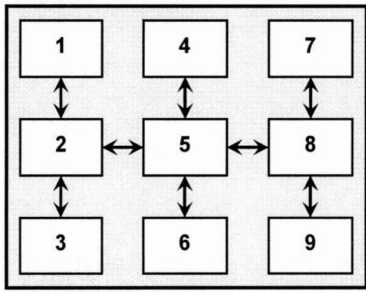
(57) Реферат:

Изобретение относится к области автоматизированного управления технологическими процессами и может применяться для многопараметрических объектов, в частности структуры системы управления (СУ) для проектирования бортовых интеллектуальных систем (БИС) обеспечения безопасности мореплавания. Технический результат заключается в повышении эффективности проектирования СУ БИС, обеспечении безопасности мореплавания морских динамических объектов (ДО), функционирующих в режиме реального времени в сложной динамической среде на основе данных измерений, структурированной базы знаний и методов математического моделирования с использованием динамической модели катастроф. Для этого способ состоит в следующем: формируют на пульте блока

управления процессом создания СУ БИС команду на начало проектирования структуры СУ БИС и передают ее на концептуальный блок, формулируют задачи, функции и способы управления БИС, генерируют варианты функциональной и организационной структуры СУ БИС, оптимизируют варианты состава и структуры СУ БИС по заданному критерию, моделируют режимы функционирования СУ БИС на основе репозитория сервисов, принципов обработки информации в мультипроцессорной вычислительной среде и методов теории катастроф, проверяют соответствие параметров состава и структуры СУ БИС заданным критериям и входным характеристикам, при несоответствии - корректируют входные характеристики СУ БИС и повторяют процесс проектирования, при соответствии - изготавливают рабочую документацию на СУ БИС. 7 ил.

RU 2 502 131 C1

RU 2 502 131 C1



Фиг. 1

RU 2 5 0 2 1 3 1 C 1

RU 2 5 0 2 1 3 1 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G06F 17/50 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2012132882/08, 31.07.2012**

(24) Effective date for property rights:
31.07.2012

Priority:

(22) Date of filing: **31.07.2012**

(45) Date of publication: **20.12.2013 Bull. 35**

Mail address:

**197101, Sankt-Peterburg, Kronverkskij pr., 49,
NIU ITMO, OIS i NTI**

(72) Inventor(s):

**Bukhanovskij Aleksandr Valer'evich (RU),
Ivanov Sergej Vladimirovich (RU),
Nechaev Jurij Ivanovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovaniya "Sankt-
Peterburgskij natsional'nyj issledovatel'skij
universitet informatsionnykh tekhnologij,
mekhaniki i optiki" (RU)**

(54) **METHOD FOR AUTOMATED CONTROL OF DESIGN OF ONBOARD INTELLIGENT SYSTEMS**

(57) Abstract:

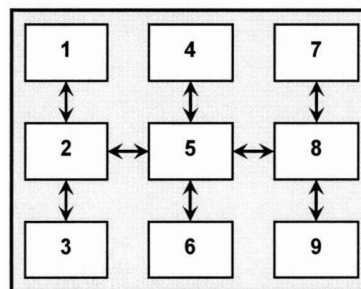
FIELD: radio engineering, communication.

SUBSTANCE: invention can be used for multiparameter facilities, particularly in control system (CS) structures for designing onboard intelligent systems (OIS) for providing navigation safety. The method involves: generating, at the panel of a control unit for controlling the process of creating an OIS CS, a command to begin designing the OIS CS structure and transmitting said command to a conceptual unit, generating tasks, functions and methods of controlling the OIS, generating versions of the functional and organisational structure of the OIS CS, optimising versions of the composition and structure of the OIS CS according to a given criterion, simulating operating modes of the OIS CS based on a service repository, principles for processing information in a multiprocessor computing environment and catastrophe theory techniques, checking conformity of parameters of the composition and structure of the OIS CS to given criteria and input characteristics, in case of

nonconformity, correcting input characteristics of the OIS CS and repeating the design process, in case of conformity, preparing specification documents for the OIS CS.

EFFECT: high efficiency of designing an OIS CS, providing navigation safety for dynamic marine objects, operating in real time in a complex dynamic environment based on measurement data, a structured knowledge base and mathematical modelling techniques using a dynamic catastrophe model.

7 dwg



Фиг. 1

RU 2 502 131 C1

RU 2 502 131 C1

Изобретение относится к области автоматизированного управления технологическими процессами с использованием вычислительных устройств и может применяться для многопараметрических объектов, в частности структуры системы управления (СУ) проектированием бортовых интеллектуальных систем (БИС) обеспечения безопасности мореплавания.

Известен патент RU №2236705, МПК G06T 17/40, опубл. 20.09.2004 «Способ автоматизированного управления процессом проектирования структуры системы управления техническими системами», в котором формируют на пульте управления команду на осуществление моделирования режимов функционирования системы управления (СУ) техническими системами (ТС) и передают ее на узел моделирования режимов функционирования СУ ТС, моделируют режимы функционирования СУ ТС, проверяют соответствие параметров структуры СУ ТС заданным входным характеристикам, при несоответствии корректируют входные характеристики СУ ТС, при соответствии изготавливают рабочую документацию на систему управления ТС.

Расширением функциональных возможностей патента RU №2236705 является патент RU №2331097, МПК G05B 17/00; G06A 17/50. опубл. 10.08.2008 «Способ автоматизированного управления процессом проектирования структуры системы управления (СУ) техническими системами (ТС) и устройство для его осуществления», в котором предлагается способ формирования структуры ТС для проектирования многопараметрических объектов, в частности структуры СУ техническими системами различного класса вне зависимости от назначения, целей, решаемых задач и сложности. Недостатком этого технического решения является практическая невозможность его использования при проектировании СУ БИС в связи с особенностями морских динамических объектов (ДО), функционирующих в режиме реального времени в мультипроцессорной вычислительной среде на основе данных динамических измерений, структурированной базы знаний и методов современной теории катастроф, а также проведения реального проектирования СУ БИС различными территориально расположенными проектными организациями, обеспечивающими проектирование и испытания опытных образцов СУ БИС в морских условиях.

Для обеспечения работоспособности программного инструментария проектирования СУ БИС для морских ДО, использующих многорежимные принципы управления в условиях неопределенности и неполноты исходной информации, сложности инфраструктуры и удаленности территориально расположенных проектных организаций, возникает необходимость разработки и использования приложения, обеспечивающего объединение и синхронизацию большого количества компьютерных систем и управление вычислительным процессом на основе интеллектуальных технологий.

Техническим результатом изобретения является повышение эффективности проектирования СУ БИС обеспечения безопасности мореплавания морских ДО, функционирующих в режиме реального времени в сложной динамической среде на основе данных измерений, структурированной базы знаний и методов математического моделирования с использованием динамической модели катастроф.

Указанный технический результат достигается с помощью построения интеллектуальной проблемно-ориентированной среды СУ БИС и функциональных блоков, реализующих управление процессом проектирования СУ БИС на основе концептуальной оценки вырабатываемых решений, функциональной модели программной среды, моделирования и визуализации динамических ситуаций,

информационной среды анализа альтернатив и принятия решений, функции выбора и реализации решений с целью обеспечения изготовления рабочей документации и оценки эффективности решения.

5 Функциональная схема системы представлена на фиг.1. Система включает 9
основных блоков, функционирующих на основе концепции Грид-системы: блок 1
функциональной модели программной среды, концептуальный блок 2, блок
моделирования и визуализации 3, блок информационной среды анализа альтернатив и
принятия решений 4, блок управления процессом проектирования 5, блок,
10 реализующий изготовление технической документации 6, блок оценки решений 8, блок
оценки эффективности решения 9.

Блок 1 содержит функциональную модель программной среды, определяющую
процесс проектирования СУ БИС на основе интеллектуальных технологий, методов
15 современной теории катастроф и высокопроизводительных средств вычислений.

15 Концептуальный блок 2 реализует выработку решений по созданию СУ БИС в
рамках концепции обработки информации в мультипроцессорной вычислительной
среде, реализуемой в блоке 10 и обеспечивающей на основе принципа конкуренции и
принципа формализации нечеткой информации выбор предпочтительной
20 вычислительной технологии обработки данных.

Блок моделирования и визуализации 3 (фиг.2) содержит распределенную
архитектуру вычислительных сервисов, функционирующих на основе сигналов от
блока управления процессом проектирования 5 и сервисов управления 10,
включающих управление вычислительными ресурсами 11 и управление задачей 12,
25 получающих сигналы от системы управления данными 13, осуществляющей
композицию 14, связанную с блоком хранения данных 16, и декомпозицию 15,
имеющую доступ к массивам данных 17. Вычислительные сервисы (А)-(Н)
обеспечивают функции интерпретации решений при оценке динамики внешней среды:
30 ветер (А), волнение (В), при оценке динамики взаимодействия в стандартных (С),
экстремальных (D) и нестандартных (Е) ситуациях, генерации и анализе альтернатив (F),
выработке практических рекомендаций (G), оценке риска принимаемых решений (H).

Блок информационной среды анализа альтернатив и принятия решений 4 получает
информацию о доступных сервисах и их онтологических описаниях блока
35 моделирования и визуализации 3 и создает набор альтернативных вариантов
построения СУ БИС и выбора вариантов решений.

Блок 5 управления процессом проектирования СУ БИС осуществляет основные
функции управления, реализующие интеллектуальную поддержку принятия решений
40 при обеспечении процесса создания СУ БИС на основе экспертной системы (ЭС) и
модуля адаптации 11, реализующего процедуры адаптивного обучения за счет
управления вычислительным процессом с динамически меняющейся информацией.
Помимо этого, модуль адаптации осуществляет реализацию принципа конкуренции
при выборе предпочтительной вычислительной технологии, интеграцию знаний в
45 условиях неоднородности вычислительных ресурсов, стохастической изменчивости
параметров коммуникационных сетей и вычислительных систем, неопределенности
характеристик задачи и неполноты исходной информации.

Блок изготовления технической документации 6 содержит виртуальную оболочку
50 проектирования СУ БИС, соответствующую основным операциям прикладных
вычислительных сервисов (А)-(Н).

Блок модели выбора и реализации решений 7 осуществляет контроль результатов
работы блока моделирования и визуализации 3 и блока анализа альтернатив и

5 принятия решений 4. Процедуры выбора и реализации решений обеспечиваются экспертной системой (ЭС) с помощью логического вывода на основе принципа адаптивного резонанса, реализуемого модулем адаптации 11. Динамическая модель знаний, использующая этот принцип, ориентирована на перестройку логических
 10 моделей базы знаний ЭС и формализацию информации в условиях неопределенности и неполноты исходной информации. В процессе логического вывода осуществляется проверка соответствия исходных данных формализованной системе знаний и последующая корректировка логических правил ЭС, связанная с модификацией
 15 имеющихся правил либо построением новых правил, соответствующих исходным данным.

Блок оценки решений 8 предназначен для экспертизы решений, вырабатываемых в блоке 7. Основная функция этого блока состоит в реализации критериальной базы оценки решений на основе функции выбора.

15 Блок оценки эффективности решения 9 осуществляет экспертизу решения с позиций обеспечения безопасности эксплуатации ДО на основе национальных и международных стандартов и окончательной оценки результата работы системы создания СУ БИС по критерию информационной эффективности. Поток информации
 20 в этом блоке (фиг.3) определяет оценку эффективности решения на основе критериальной базы 19, включающей локальную 20 и глобальную 21 системы нормирования. Формализация неопределенности и многокритериальный анализ рассматриваемого решения по критерию информационной эффективности осуществляются в блоке 22, а нечеткий вывод и принятие решения - в блоке 23,
 25 результаты работы которого передаются в блок управляющих воздействий 24.

Блок 10 (фиг.4) реализует принцип конкуренции 25, позволяющий на основе потока выходных данных 26, полученных от измерительной системы MS и конкурирующих вычислительных технологий СТ (стандартный алгоритм SA с выходом α и
 30 нейросетевой алгоритм ANN с выходом β) для текущей ситуации, осуществлять анализ альтернатив AA 27 и выбирать предпочтительную вычислительную технологию интерпретации решения.

Блок 11 (фиг.5) отображает структуру адаптивного модуля 28, организованного на основе принципа адаптивного резонанса и позволяющего формировать реакцию
 35 динамической базы знаний ЭС для стандартных 29 и нестандартных 30 ситуаций, причем для стандартных ситуаций (стабильное решение 31) осуществляется модификация логической системы 32, а для нестандартных (пластичное решение 30) формируется новая ситуация 33 и реализуется логический вывод 34.

40 Алгоритм решения сложных задач проектирования в процессе функционирования СУ БИС состоит в выполнении следующих шагов.

Шаг 1. Формулируют концептуальную модель программной среды, определяющей задачи, функции и способы управления БИС на основе интеллектуальных технологий, методов динамической теории катастроф и высокопроизводительных средств
 45 вычислений с использованием функции цели

$$Z(X, C) \rightarrow \text{extr}, \quad (1)$$

где $C_j(j=1, \dots, m)$ - вектор элементов технического задания; $X_i(i=1, \dots, n)$ - вектор оптимизируемых параметров с ограничениями $(X_i)_{\min} \leq (X_i) \leq (X_i)_{\max}$; требования к объекту СУ МИС $B_j(X, C) \oplus A_j(C)$, где B_j - оценка j-го качества варианта проекта, $A_j(C)$ - требования к j-му качеству, а \oplus - знак отношения; $Z(X, C)$ - критерий эффективности, определяющий наилучший вариант решения.

Шаг 2. Генерируют варианты функциональной и организационной структуры СУ

БИС на основе концептуальных решений задачи проектирования с помощью формальной модели информационной среды $M(S)$ функционирования СУ БИС в виде обобщенной структуры:

$$M(S) = \langle F(S), S(t), B(AR), D(Q, W, V)U(PC) \rangle, \quad (2)$$

где $F(S)$ - функциональные компоненты, включающие измерительную систему, исполняемые модули прикладных систем обработки информации и служебные модули, обеспечивающие совместную работу объединяемых систем и взаимодействующие с динамической базой знаний $B(A,R)$ и обобщенной базой данных $D(W,V)$; $S(t)$ - исследуемые ситуации; $B(AR)$ - динамическая база знаний; $D(Q,W,V)$ - обобщенная база данных, формируемая на основе общих принципов построения баз данных СУ БИС и содержащая данные о судне, характеристиках волнения W и ветра V в заданном районе эксплуатации; $U(PC)$ - управляющий программный комплекс, обеспечивающий функционирование системы $M(S)$.

Шаг 3. Оптимизируют варианты состава и структуры СУ БИС на основе критериального базиса обеспечения безопасности мореплавания с помощью системы критериев, использующей требования национальной и международной систем нормирования:

$$CR(Seq) = CR(Nat, Int), CR(PDO), \quad (3)$$

где $CR(Nat,Int)$ - критерии глобальной системы нормирования мореходных качеств и прочности по национальным и международным стандартам; $CR(PDO)$ - критерии локальной системы, учитывающие особенности разрабатываемого проекта БИС.

Шаг 4. Моделируют режимы функционирования СУ БИС на основе концепции обработки информации в мультипроцессорной вычислительной среде и теории катастроф с использованием распределенной архитектуры вычислительных сервисов. Выбор конкурирующих вычислительных технологий осуществляется на основе принципа конкуренции с помощью семантического поиска по описанию решения задачи проектирования СУ БИС в виде различных вычислительных технологий (стандартные алгоритмы, нечеткие, нейросетевые, эволюционные, энтропийные и когнитивные модели):

$$CP \Rightarrow S: S = \langle R, PQ \rangle, \quad (4)$$

где S - система, отображающая принцип конкуренции (CP); R - классы всех операций и математических зависимостей, описываемых CP ; P - совокупность операций на множествах R ; Q - множества отношений между элементами класса R .

Шаг 5. Проверяют соответствие параметров состава и структуры СУ БИС заданным критериям и выходным характеристикам с использованием функции выбора

β_{DS} , связывающей параметры алгоритма обработки информации P_{Ai} , исходные параметры P_{Aj} и средства реализации алгоритма P_{Ak} :

$$\beta_{DS} = F(P_{Ai}, P_{Aj}, R_{Ak}), i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n, k = 1, \dots, q, \quad (5)$$

где i, j, k - общее число исследуемых параметров, которые представляются в виде динамического диапазона параметров в различных физических величинах, что позволяет сформулировать функцию выбора для управляющих и вычислительных алгоритмов в виде экспоненциальной функции:

$$\beta_{DS} = 1 - \exp[-\alpha_{DS} K_A K_T], \quad (6)$$

где K_A и K_T - коэффициенты, учитывающие особенности алгоритма и время выполнения.

Шаг 6. При несоответствии параметров состава и структуры критериям (5) и (6) производят корректировку входных характеристик СУ БИС и повторяют процесс

проектирования, при соответствии разрабатывают техническую документацию.

Шаг 7. Производят оценку эффективности проектного решения по созданию СУ БИС с использованием критерия информационной эффективности:

$$CR(E) = 1 - \varepsilon_{\alpha} \varepsilon_x, \quad (7)$$

где $\varepsilon_{\alpha} = (\alpha_d - \alpha(X_t)) / \alpha_d$ - относительное изменение параметра $\alpha(X_t)$ от предельно допустимого α_d ; $\varepsilon_x = (X - X_t) / X$ - относительное изменение текущего значения фактора $X_t (X_t \leq X)$ от выбранного значения X в заданном интервале.

Реализация логической системы знаний, обеспечивающей алгоритм обработки информации при построении СУ БИС, осуществляется на основе программного комплекса, позволяющего исследовать процессы взаимодействия судна с внешней средой в сложных динамических средах. Техническими средствами, обеспечивающими функционирование программного комплекса, являются многопроцессорный вычислительный комплекс стандартной конфигурации, модуль преобразования исходной информации и измерительная система, содержащая датчики внешних возмущений (ветер, волнение) и параметров ДО (характеристики мореходности, прочности и вибрации). При проведении имитационного моделирования поведения ДО в нестандартных (нештатных и экстремальных) ситуациях в рамках сервисно-распределенной архитектуры используются имитаторы внешних воздействий и интеллектуальные датчики.

Для работы компонента хранения знаний при проектировании СУ БИС требуется установка СУБД Microsoft SQL Server Compact Edition (версии 3.5 или выше) и web-сервера Glassfish версии 3.0.1, обеспечивающего поддержку технологии WebServices, а также серверной ЭВМ со следующими минимальными характеристиками: тип процессоров: Intel-совместимый; количество ядер - не менее 4; количество процессоров - не менее 2; тактовая частота каждого процессора - не менее 2.0 ГГц; оперативная память (на ядро) - не менее 2.0 ГБ; дисковая подсистема - не менее 5×250 ГБ RAID5; пропускная способность сетевых интерфейсов - не менее 1 Гбит/с. Для взаимодействия с другими модулями системы проектирования СУ БИС требуется наличие выхода в Интернет или локальную сеть (если web-сервисы других подсистем доступны из локальной сети) с соответствующей поддержкой со стороны оборудования.

Примером реализации разработанной интеллектуальной технологии создания СУ БИС является алгоритм контроля текущей ситуации при движении судна в ледовом поле, реализуемый на основе принципа конкуренции с использованием концепции мягких вычислений (фиг.6). Адаптивный алгоритм обеспечивает выполнение следующих шагов:

Шаг 1. На основе текущей информации, формируемой в блоке 35 оценки динамики взаимодействия судна с ледовым полем, сигналы с датчиков измерительного блока 36 поступают в вычислительный блок 37, где осуществляют предварительную обработку данных измерений для передачи их вместе с оценкой скорости $V^*(t)$ на блок 38 анализа ситуации на основе стандартного алгоритма.

Шаг 2. Результаты выполнения операций в блоке анализа ситуации 38 поступают в блок сравнения 39, где производят сравнительный анализ данных вычислений безопасной скорости и реальной скорости судна по результатам измерений $v(t)$. В случае соответствия результатов по принятому критерию процедура завершается. В случае расхождения данных информация от блока 39 передается на вход управляющего контроллера 40 для организации функционирования адаптивной системы 41.

Шаг 3. Функциональный блок адаптивной системы 41 содержит конкурирующие модели обработки информации на основе нейронечеткой системы 42, нейросетевого ансамбля 43 и базы знаний прецедентов 44. Выбор предпочтительной вычислительной технологии позволяет установить фактическую скорость $V_{\nabla}(t)$ судна для выработки практических рекомендаций в блоке оператора 45. Оперативный контроль ситуации и принятие решений в блоке 45 ведутся в зависимости от уровня неопределенности в соответствии со стратегией эффективной поддержки оператора на различных контурах управления (алгоритмический, адаптивный, самоорганизации).

Пример контроля экстремальной ситуации на основе методов теории катастроф реализует фиг.7, где представлена эволюция динамики судна в режиме «бродяжка». Здесь точками 1-4 показаны фиксированные положения центра тяжести судна G_1-G_4 , а через $B(\theta)_1-B(\theta)_4$ обозначены соответствующие бифуркационные множества. В момент «захвата» судно находится на переднем склоне волны. Точка G_0 фиксирует момент «захвата», а точка G_1 - выход из этой ситуации и начало разворота судна на волнении. Последовательность динамических сцен на основе фрактальной геометрии процедур обработки информации при движении судна к целевому аттрактору отражает общий принцип анализа и прогноза развития экстремальной ситуации.

Бифуркационное множество $B(\theta)$ отображает процесс деформации множества $C(\theta)$, причем структурные изменения в форме подводной части корпуса происходят вследствие непрерывного движения судна относительно профиля набегающей волны при развороте. После выхода судна из режима «захвата» (точка G_1) судно оказывается в «потенциальной яме» и множество, отображающее динамическую среду, включая внешнее возмущение и особенности динамики объекта, резко изменяет свою конфигурацию (уменьшенная область $GZ(\theta)$ показана темным цветом в точке G_2). Продолжая эволюцию, судно, лишенное возможности управления, постепенно оказывается в положениях на заднем склоне, подошве и переднем склоне волны, испытывая при этом значительные колебания в зависимости от структуры областей $C(\theta)$ и $GZ(\theta)$. При развороте до положения судна лагом к набегающему волнению область $GZ(\theta)$ возвращается в исходное состояние в точках G_0 и G_4 (области показаны темным цветом).

Графическая интерпретация катастрофы дополнена кривыми $M(\theta)$ и M_0 , характеризующими области изменения восстанавливающего момента и непрерывного возрастания кренящего момента от разворота. Точка θ_1 фиксирует положение статического равновесия в системе, но это равновесие неустойчиво, так как после точки θ_1 ординаты кривой кренящего момента значительно превышают соответствующие ординаты диаграммы $M(\theta)$ и судно опрокидывается, испытывая большие динамические нагрузки от разворота. Последовательность динамических сцен на основе фрактальной геометрии процедур обработки информации при движении судна к целевому аттрактору отражает общий принцип анализа и прогноза развития экстремальной ситуации. Генерация альтернатив и выработка управляющих воздействий на основе геометрической интерпретации динамической картины катастрофы реализуются с использованием конкурирующих вычислительных технологий в условиях неопределенности и неполноты исходной информации.

Таким образом, в результате использования предлагаемого изобретения на базе интеллектуальной технологии и высокопроизводительных средств обработки информации формируется гибкое информационное пространство создания СУ БИС, включающее методы концептуального моделирования, настраиваемые адаптивные автоматизированные циклы реализации с учетом особенностей текущей ситуации,

формализуемой на основе методов и моделей теории катастроф.

Использованная литература

1. Нечаев Ю.И. Теория катастроф: современный поход при принятии решений. - Санкт-Петербург: Арт-Экспресс, 2011.

5 2. Системы искусственного интеллекта в интеллектуальных технологиях XXI века / Под. ред. Ю.И.Нечаева. - Санкт-Петербург: Арт-Экспресс, 2011.

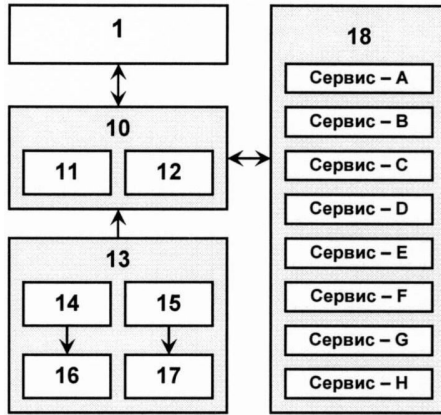
Формула изобретения

10 Способ автоматизированного управления проектированием бортовых интеллектуальных систем СУ БИС, в котором формируют на пульте управления команду на осуществление моделирования режимов функционирования системы управления (СУ) техническими системами (ТС) и передают ее на узел моделирования режимов функционирования СУ ТС, моделируют режимы функционирования СУ ТС, проверяют соответствие параметров структуры СУ ТС заданным входным характеристикам, при несоответствии - корректируют входные характеристики СУ ТС, при соответствии - изготавливают рабочую документацию на систему управления ТС, отличающийся тем, что перед формированием на пульте управления процессом создания СУ БИС дополнительно формируют команду на начало проектирования СУ БИС и передают ее на концептуальный блок формирования структуры СУ БИС, формулируют задачи, функции и способы управления БИС на основе интеллектуальных технологий, методов динамической теории катастроф и высокопроизводительных средств вычислений, генерируют варианты функциональной и организационной структуры СУ БИС на основе принципов формализации логической системы знаний в условиях неопределенности и неполноты исходной информации и производят оценку результатов генерации концептуальных решений на основе критериев обеспечения безопасности мореплавания, определяющих требования национальной и международной систем нормирования, моделируют режимы функционирования СУ БИС на основе репозитория сервисов, принципов обработки информации в мультипроцессорной вычислительной среде и методов теории катастроф, проверяют соответствие параметров состава и структуры СУ БИС заданным критериям и входным характеристикам, при несоответствии корректируют входные характеристики СУ БИС и повторяют процесс проектирования, при соответствии разрабатывают техническую документацию и производят общую оценку информационной эффективности принятого решения.

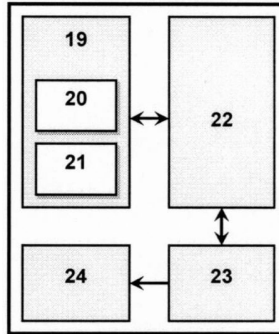
40

45

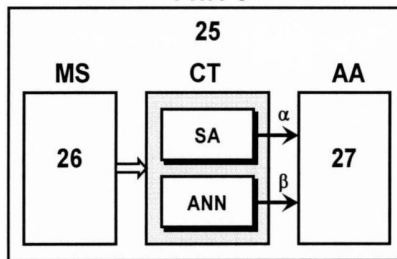
50



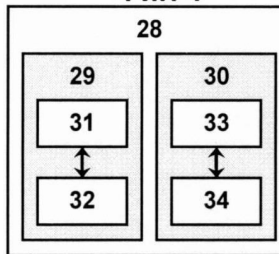
Фиг. 2



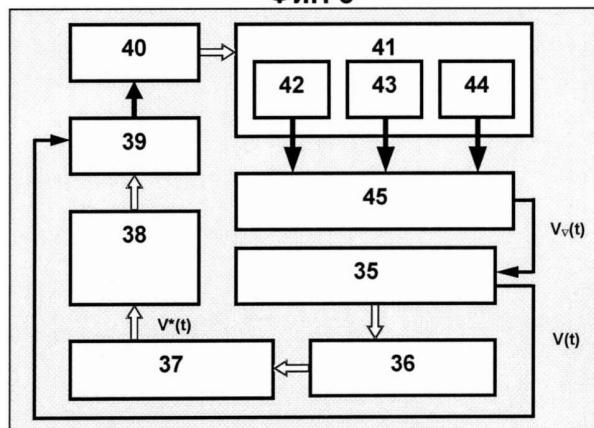
Фиг. 3



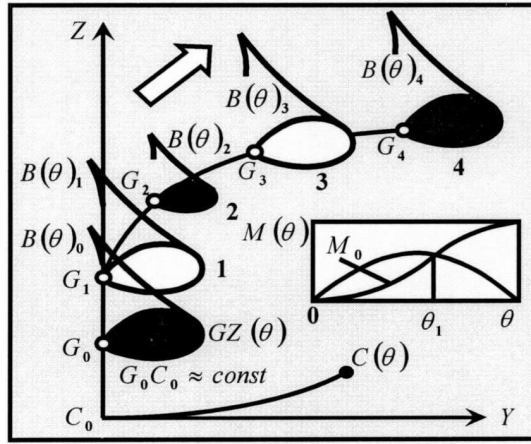
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7