

МИР КАК МОДЕЛЬ ВНУТРИ МИРОВОГО СУПЕРКОМПЬЮТЕРА. МЕХАНИЦИЗМ И КОМПЬЮТЕРИЗМ

М.Б.Игнатъев

Международный институт кибернетики и артоники, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, E-mail: ignatmb@mail.ru

ПЛАН ДОКЛАДА

- 1. Компьютер как система со структурированной неопределенностью.
- 2. Множественность миров.
- 3. Естественный язык как универсальная знаковая система со структурированной неопределенностью.
- 4. Мир как вместилище различных виртуальных миров, отделенных друг от друга системами защиты информации.
- 5. Почему нам не удается установить связь с инопланетянами

МЕХАНИЦИЗМ

- Идея множественности миров зародилась в античные времена, получила развитие в работах Джордано Бруно, за что он был сожжен в Риме на площади Цветов в 1600 г.. Концепция негеоцентризма сыграла важную эвристическую роль в астрономии, позволив преодолеть гелиоцентризм Коперника и перейти к миру Д. Гершеля, в котором солнце оказывается одной из звезд галактики. Уже в XX веке был осуществлен переход от мира Гершеля к миру Хаббла, наша галактика оказалась не центром вселенной, а лишь небольшим островком в гигантском множестве галактик.

КОМПЬЮТЕРИЗМ

- Создание неевклидовой геометрии и квантовой механики в XX веке показали ограниченность концепции механистического негеоцентризма и направили проблему развития идеи множественности миров в новое русло. В рамках интерпретации квантовомеханической концепции Хью Эверетта (1930-1982) сформулирован ряд аксиом о реальности: реально все возможно; наш мир – не единственная реальность; реальности не только ветвятся, но и склеиваются и др. Эвереттика противоположна принципу Оккама – сущности умножаются. Создание компьютеров принесло новые возможности, возникли идеи и технологии виртуальных миров.



КОМПЬЮТЕР КАК СИСТЕМА СО СТРУКТУРИРОВАННОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬЮ

- За последние 50 лет параметры компьютеров улучшились в миллионы раз, выросло быстродействие, объемы памяти, усовершенствовались программирование, уменьшились габариты и энергопотребление. Каждый, кто работал на компьютере, знает, что он вмещает множество различных программ, множество различных миров, защищенных друг от друга в той или иной степени. В этом главное сходство с нашим мозгом, который тоже является хранилищем различных миров, в этом плане компьютер органично совместим с нашим мышлением.

Эволюция элементной базы

Определяющие свойства	ФАКТ				ПРОГНОЗ	
	1	2	3	4	5	6
Наноструктуры на основе углерода						+
Сверхбольшие интегральные схемы					+	
Большие интегральные схемы				+		
Интегральные схемы			+			
Полупроводниковые элементы		+				
Электронные лампы	+					

Возможно создание компьютера из любых элементов

- Если компьютер моделирует какую-либо систему, то это значит, что и эта система моделирует компьютер, это взаимнообратимые понятия. Если мы моделируем солнечную систему, то эта система выступает в роли машины, моделирующей компьютер.
- **Супрамолекулярная химия – химия слабых энергетических взаимодействий.** Раньше ученые недооценивали слабые связи - но в природе именно они совершают очень многое. Они очень чувствительны к слабым энергетическим взаимодействиям и дают на них селективный отклик. На этом принципе работают и нынешние сенсоры. Французский ученый Лен,самоорганизация

ЭВОЛЮЦИЯ УРОВНЯ ЗНАНИЙ

Определяющие свойства	ФАКТ				ПРОГНОЗ	
	1	2	3	4	5	6
Мета-знания						+
Всеобщие знания					+	+
Проблемные знания				+	+	+
Системные знания			+	+	+	+
Интерфейсные знания		+	+	+	+	+
Процедурные знания	+	+	+	+	+	+

ЭВОЛЮЦИЯ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

	1	2	3	4	5	6
Естественные языки						+
Прикладные языки					+	+
Логические языки				+	+	+
Функциональные языки			+	+	+	
Процедурные языки		+	+	+		
Машинные языки	+	+	+			

Эволюция операционной среды

Определяющие свойства	ФАКТ				ПРОГНОЗ	
	1	2	3	4	5	6
Искусственный «разум»						+
Интеллектуальная машина					+	+
Объектная машина				+	+	
Виртуальная машина			+	+		
Реальная машина		+	+			
Физическая машина	+	+				

Определения интеллектуальной системы

- Под интеллектуальной понимается естественная, искусственная или формальная система, обладающая способностью целесообразного поведения в изменяющейся среде: выбора и принятия решений, обучения и адаптации, целеполагания и устойчивости.
- Под знаниями интеллектуальной системы понимается ее атрибутивная информация
- Моделью интеллектуальной системы является операционная среда, удовлетворяющая совокупности аксиом
- Под архитектурой ЭВМ понимается спецификация операционной среды, через определение, в терминах пользователя, ее состава, свойств, функций и правил взаимодействия. (Брукс)

ЭВОЛЮЦИЯ УСТРОЙСТВ ВВОДА-ВЫВОДА

Определяющие свойства	ФАКТ				ПРОГНОЗ	
	1	2	3	4	5	6
Виртуальные костюмы						+
Динамические объекты					+	+
Запах и вкус				+	+	+
Речевой ввод			+	+	+	+
Дисплеи цифровые		+	+	+	+	+
Кнопочные панели	+	+	+	+	+	+

ЛИНГВО-КОМБИНАТОРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

- Лишь для небольшого числа реальных систем имеются математические модели. Прежде всего системы описываются с помощью естественного языка. Предлагается способ перехода от описания на естественном языке к математическим уравнениям. Например, пусть имеется фраза

-
- $$\text{WORD1} + \text{WORD2} + \text{WORD3} \qquad (2.1)$$
-

- В этой фразе мы обозначаем слова и только подразумеваем смысл слов. Смысл в сложившейся структуре естественного языка не обозначается. Предлагается ввести понятие смысла в следующей форме:

- $$(\text{WORD1}) * (\text{SENSE1}) + (\text{WORD2}) * (\text{SENSE2}) + (\text{WORD3}) * (\text{SENSE3}) = 0 \quad (2.2)$$

ЛИНГВО-КОМБИНАТОРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

- Будем обозначать слова как A_i от английского Appearance, а смыслы – как E_i от английского Essence. Тогда уравнение (2.2) может быть представлено как

- $$A_1 * E_1 + A_2 * E_2 + A_3 * E_3 = 0 \quad (2.3)$$

- Уравнения (2.2) и (2.3) являются моделями фразы (2.1). Лингво-комбинаторная модель является алгебраическим кольцом, и мы можем разрешить уравнение (2.3) либо относительно A_i , либо относительно E_i путем введения третьей группы переменных – произвольных коэффициентов U_s :

ЛИНГВО-КОМБИНАТОРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

- $A1 = U1 * E2 + U2 * E3$
- $A2 = - U1 * E1 + U3 * E3$ (2.4)
- $A3 = - U2 * E1 - U3 * E2$

• или

- $E1 = U1 * A2 + U2 * A3$
- $E2 = - U1 * A1 + U3 * A3$ (2.5)
- $E3 = - U2 * A1 - U3 * A2$

• где $U1, U2, U3$ – произвольные коэффициенты, которые можно использовать для решения различных задач на многообразии (2.3).

ЛИНГВО-КОМБИНАТОРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

- В общем случае, если имеем n переменных и m многообразий, ограничений, то число произвольных коэффициентов S будет равно числу сочетаний из n по $m+1$, что было доказано в монографии М.Б.Игнатьева, 1963, табл. 2.1:

-

-

-

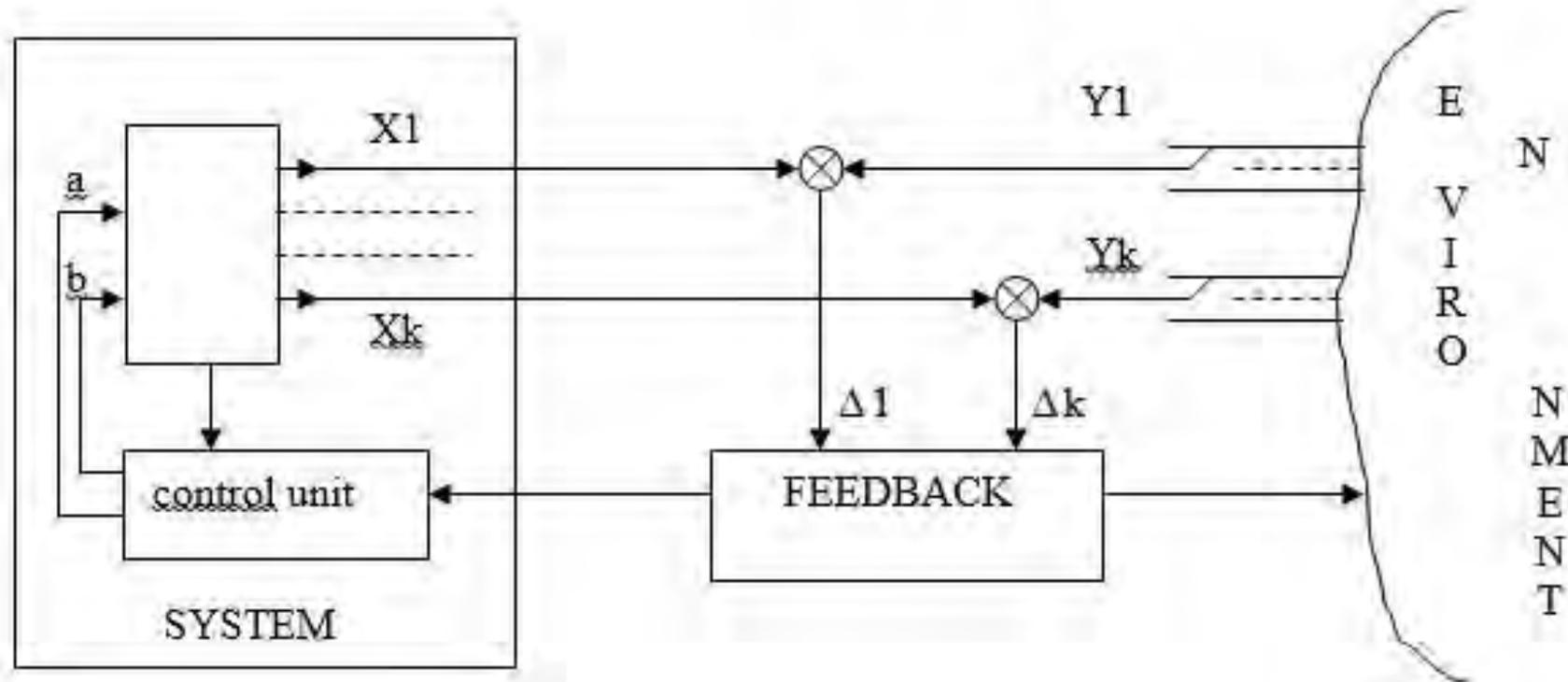
-

$$S = C_{n, m+1} \quad n > m \quad (2.7)$$

ТАБЛИЦА - ЗАВИСИМОСТЬ ЧИСЛА ПРОИЗВОЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ S ОТ ЧИСЛА ПЕРЕМЕННЫХ n И ОТ ЧИСЛА ОГРАНИЧЕНИЙ m

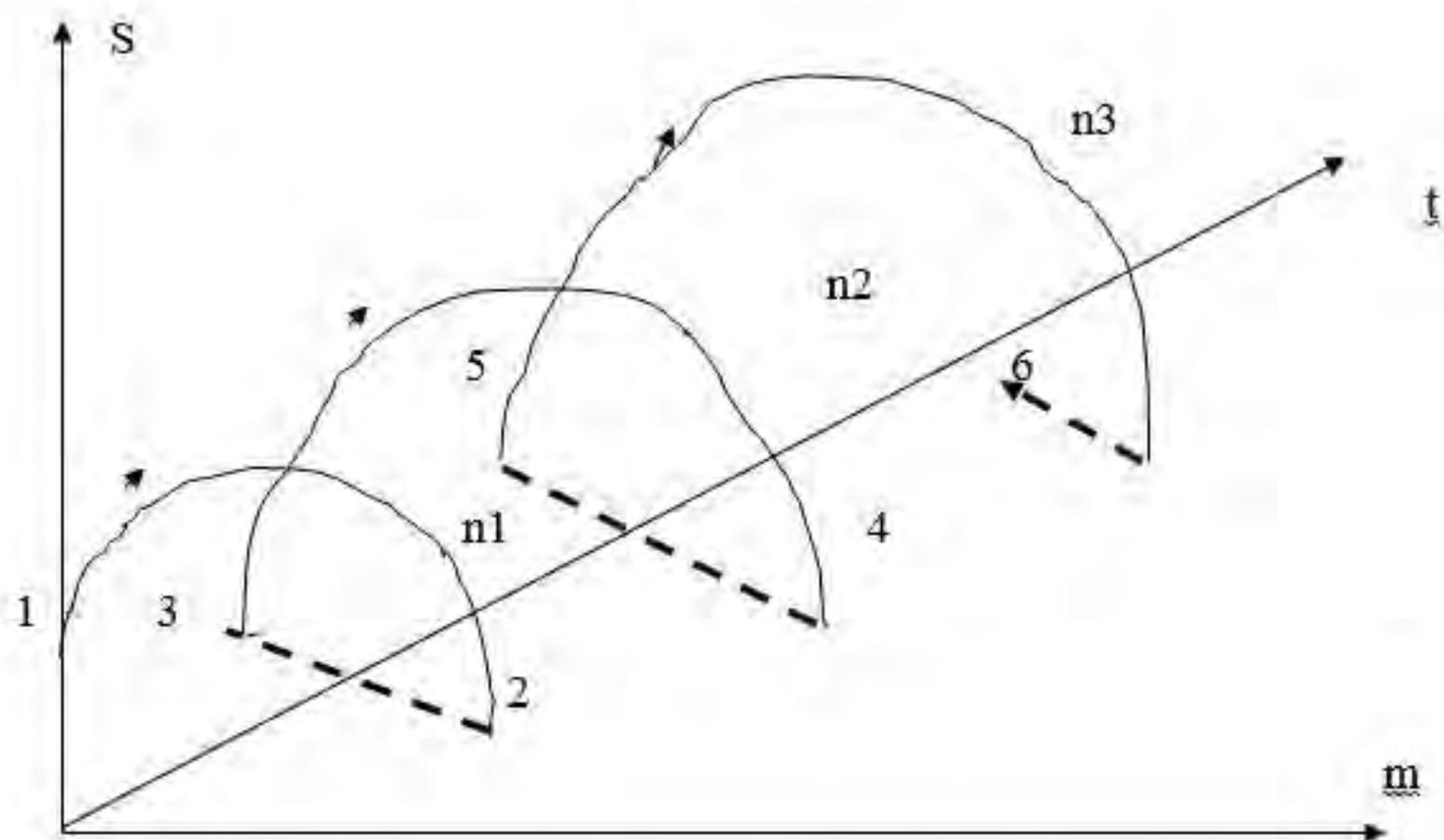
n/m	1	2	3	4	5	6	7	8
2	1							
3	3	1						
4	6	4	1					
5	10	10	5	1				
6	15	20	15	6	1			
7	21	35	35	21	7	1		
8	28	56	70	56	28	8	1	
9	36	84	126	126	84	36	9	1

Модель среда - система



Адаптационный максимум в сложных системах

- Адаптационные возможности системы определяются числом произвольных коэффициентов, поэтому стратегия управления системой в потоке перемен должна быть такой, чтобы **удержать систему в зоне адаптационного максимума** с помощью различных инструментов – наложения и снятия ограничений, объединения в коллектив, роста числа переменных и т.д. Наличие адаптационного максимума – важнейший признак живой развивающейся системы, вне зависимости от физических законов окружающей среды, даже там, где антропный принцип не действует. Закон необходимого разнообразия Эшби подкрепляется наличием феномена адаптационного максимума.



Трансформация развивающейся системы, $n1 < n2 < n3$, траектория системы :
 1-2-3-4-5-6-..., сплошной линией показаны эволюционные процессы, пунктирной –
 креативные процессы.

Система миров

- Систему миров можно рассматривать как сотовую структуру, в каждой ячейке – свой виртуальный мир, который строится в суперкомпьютере, но эти соты виртуальны. Структура виртуального мира определяется набором базовых блоков – блок А1 - население, состоящее из аватаров, которые по своим возможностям могут превосходить людей; блок А2 - пассионарность, устремленность населения; блок А3 - территория в киберпространстве(объемы памяти различного вида); блок А4 - производство товаров и услуг; блок А5 - экологии и безопасности от компьютерных вирусов и защиты; блок А6 - эквивалентного обмена, финансов; блок А7 -внешних связей

Шкала Кардашева

- Кардашёв Н.С. выдвинул предположение (1964 г.) о том, что стадии внеземных цивилизаций Вселенной можно классифицировать по уровню потребления энергии. Он разделил все возможные цивилизации на три группы:
- Цивилизации I типа: те, кто собирает планетарную энергию, полностью используя падающий на планету солнечный свет. Вся энергия планеты находится у них под контролем.
- Цивилизация II типа: те, кто полностью использует энергию своего светила, что делает их в 10 млрд раз могущественнее цивилизации I типа.
- Цивилизации III типа: те, кто может пользоваться энергией целой галактики, что делает их в 10 млрд раз могущественнее цивилизаций II типа. Каждая из этих цивилизаций колонизировала миллиарды звёздных систем и способна использовать энергию чёрной дыры в центре своей галактики.
- Кардашёв считает, что любая цивилизация, энергетическое потребление которой растёт с умеренной скоростью (несколько процентов в год), будет стремительно переходить с одной ступени на другую, такой переход займет у неё от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч лет. Но помимо энергии накапливается и информация, растёт интеллект.

$$A1 * E1 + A2 * E2 + \dots + A7 * E7 = 0$$

- $E1 = U1 * A2 + U2 * A3 + U3 * A4 + U4 * A5 + U5 * A6 + U6 * A7$
- $E2 = - U1 * A1 + U7 * A3 + U8 * A4 + U9 * A5 + U10 * A6 + U11 * A7$
- $E3 = - U2 * A1 - U7 * A2 + U12 * A4 + U13 * A5 + U14 * A6 + U15 * A7$
- $E4 = - U3 * A1 - U8 * A2 - U12 * A3 + U16 * A5 + U17 * A6 + U18 * A7$
- $E5 = - U4 * A1 - U9 * A2 - U13 * A3 - U16 * A4 + U19 * A6 + U20 * A7$
- $E6 = - U5 * A1 - U10 * A2 - U14 * A3 - U17 * A4 - U19 * A5 + U21 * A7$
- $E7 = - U6 * A1 - U11 * A2 - U15 * A3 - U18 * A4 - U20 * A5 - U21 * A6$
- где $U1, U2, \dots, U21$ – произвольные коэффициенты

Метод избыточных переменных

Метод избыточных переменных [3,4,7] позволяет вводить избыточность на уровне исходной задачи, что открывает возможность наложить дополнительные ограничения на переменные расширенной системы, которые можно использовать в качестве контрольных условий. Например, если требуется решить дифференциальные уравнения:

$$\frac{dX}{dt} = F_1(X, Y), \quad \frac{dY}{dt} = F_2(X, Y), \quad (1)$$

то можно ввести новую, третью переменную в эту задачу

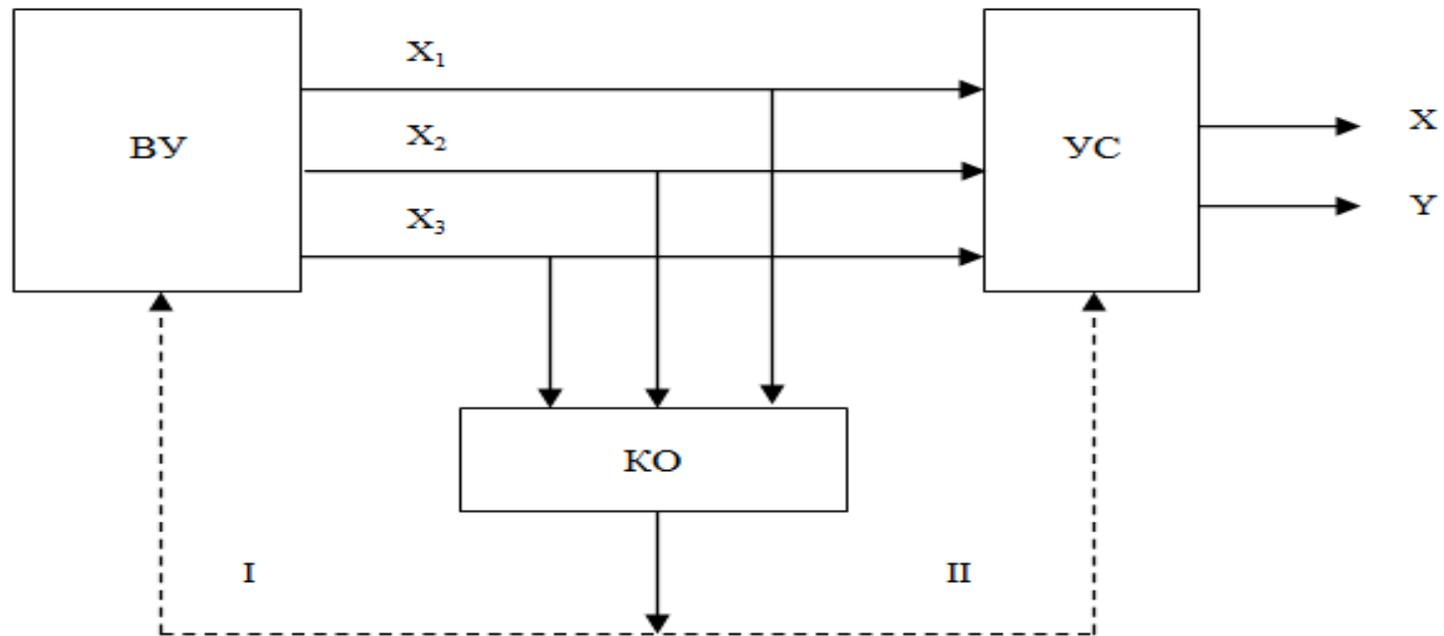
$$X = \sum a_i * x_i, \quad Y = \sum b_i * x_i, \quad i = 1, 2, 3, \quad (2)$$

и на расширенную систему наложить дополнительное ограничение, например такое:

$$F_3(x_1, x_2, x_3) = 0, \quad (3)$$

которое можно использовать в качестве контрольного условия — если оно нарушается, то сигнал ошибки можно использовать для коррекции системы.

Схема вычислительного процесса с контролем и коррекцией



Хаотические помехи на вычислительный процесс

При решении дифференциальных уравнений на вычислительных машинах возможны нарушения, во-первых, в начальных условиях, во-вторых, в правых частях уравнений, в-третьих, в самом операторе дифференцирования. И если в идеальной системе должна решаться система уравнений

$$\frac{dy_i}{dt} = f_i(y_1, y_2, \dots, y_n, t), \quad y_i(0) = y_{i0}, \quad (4)$$

то реально будет решаться система

$$\frac{d\tilde{y}_i}{dt} = f_i(\tilde{y}_1, \tilde{y}_2, \dots, \tilde{y}_n, t) + A_i(\tilde{y}_1, \dots, \tilde{y}_n, t), \quad (5)$$
$$\tilde{y}_i(0) = \tilde{y}_{i0}, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

где $A_i(\tilde{y}_1, \dots, \tilde{y}_n, t)$ — хаотические помехи, действующие на систему дифференциальных уравнений.

Нарушения в операторе дифференцирования также сводятся к аддитивной добавке аналогичного вида в правых частях реально решаемых систем уравнений.

В качестве примера рассмотрим гармонический осциллятор.

Воспроизводимая функция в данном случае:

$$y_1^2 + y_2^2 = R^2, \quad (6)$$

Эквивалентная данному уравнению система дифференциальных уравнений будет иметь вид:

$$\begin{cases} \frac{dy_1}{dt} = y_2, \\ \frac{dy_2}{dt} = -y_1. \end{cases} \quad (7)$$

Введем в качестве сигнала ошибки новую переменную

$$y_1^2 + y_2^2 - R^2 = y_3. \quad (8)$$

После дифференцирования будем иметь

$$2y_1 dy_1 + 2y_2 dy_2 - dy_3 = 0.$$

Эквивалентная система дифференциальных уравнений будет иметь вид:

$$\begin{cases} \frac{dy_1}{dt} = u_1 2y_2 - u_2, \\ \frac{dy_2}{dt} = -u_1 2y_1 - u_3, \\ \frac{dy_3}{dt} = -u_2 2y_1 - u_3 2y_2. \end{cases} \quad (9)$$

Синтез системы коррекции

Величина y_3 подсчитывается в контрольном органе по формуле (6), она известна, и ее можно использовать для коррекции, назначив неопределенные коэффициенты u_2 и u_3 таким образом, чтобы $y_3 \rightarrow 0$.

Это осуществимо, если положить

$$u_2 = y_3^2 y_1 \alpha, \quad u_3 = y_3^2 y_2 \alpha, \quad (10)$$

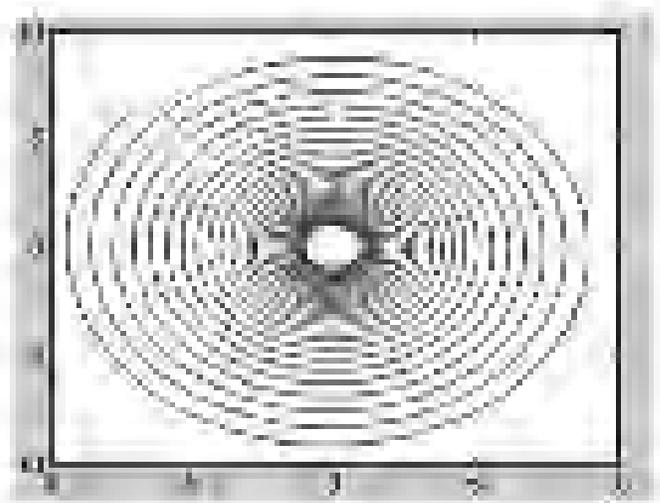
где $\alpha > 0$. В системе с коррекцией по производимой функции

будут решаться уравнения:

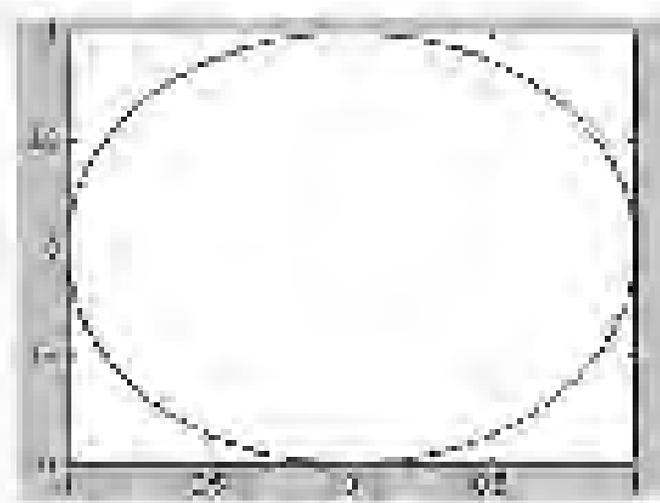
$$\begin{cases} \frac{dy_1}{dt} = u_1^2 y_2 - y_3^2 y_1 \alpha, \\ \frac{dy_2}{dt} = -u_1^2 y_1 - y_3^2 y_2 \alpha, \end{cases} \quad (11)$$

начальными условиями y_{10} и y_{20} , при которых производимая функция $F(y_{10}, y_{20}) = 0$.

Гармонический осциллятор

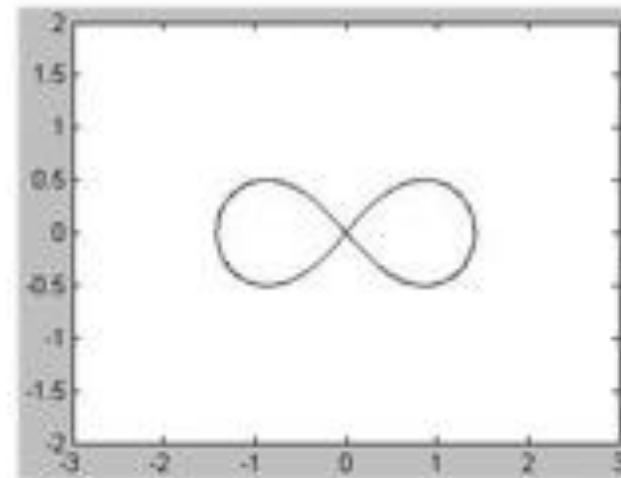
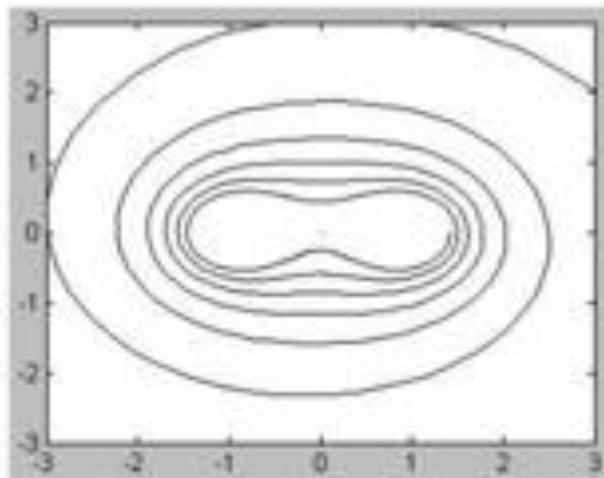


а)



б)

Лемниската Бернулли

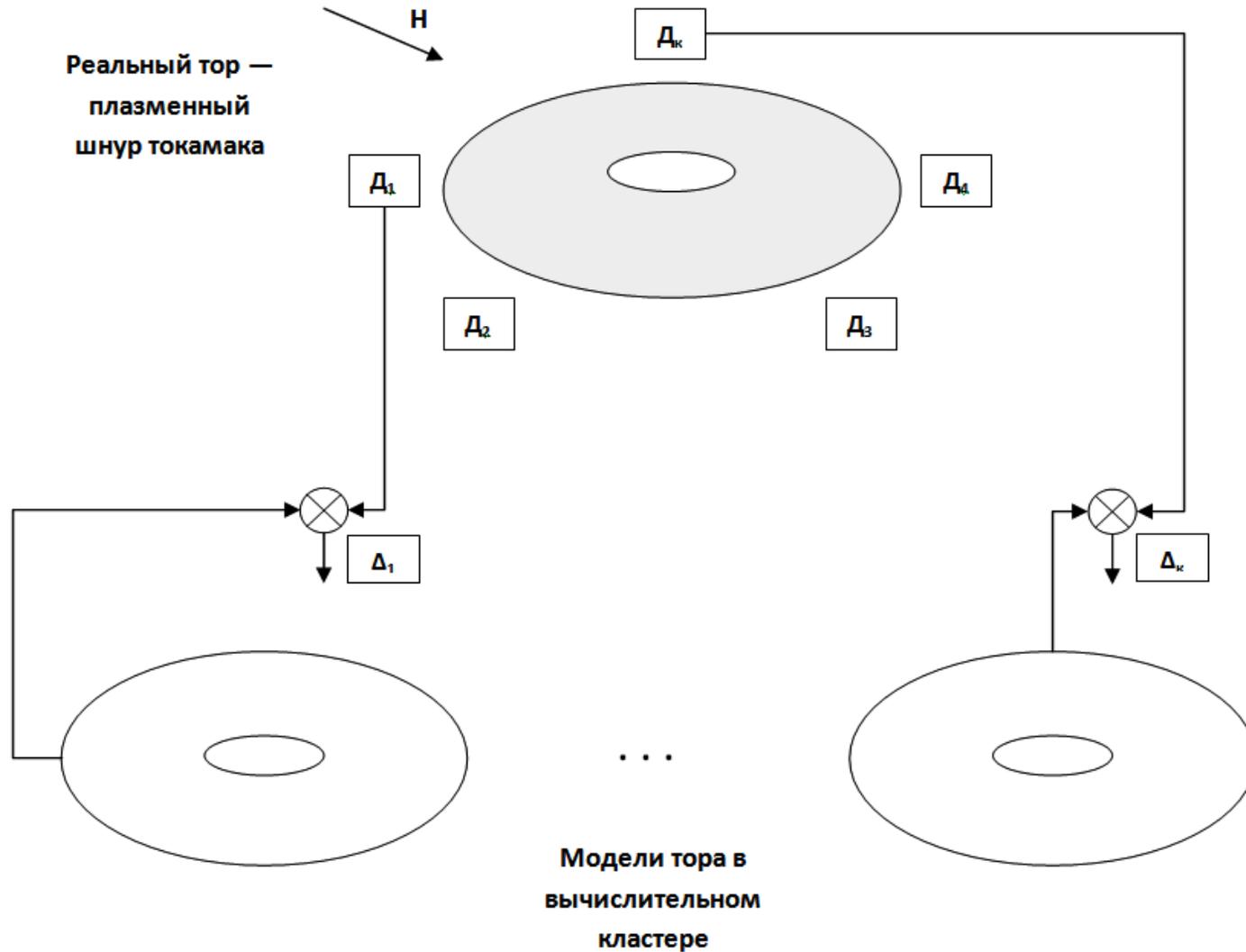


Модель солнечной системы

- В качестве ключевых слов можно взять : Солнце, Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон – 10 переменных, в структуре эквивалентных уравнений этой системы будет содержаться 45 произвольных коэффициентов:
- $E1 = U1 \cdot A2 + U2 \cdot A3 + U3 \cdot A4 + U4 \cdot A5 + U5 \cdot A6 + U6 \cdot A7 + U7 \cdot A8 + U8 \cdot A9 + U9 \cdot A10$
- $E2 = -U1 \cdot A1 + U10 \cdot A3 + U11 \cdot A4 + U12 \cdot A5 + U13 \cdot A6 + U14 \cdot A7 + U15 \cdot A8 + U16 \cdot A9 + U17 \cdot A10$
- $E3 = -U2 \cdot A1 - U10 \cdot A2 + U18 \cdot A4 + U19 \cdot A5 + U20 \cdot A6 + U21 \cdot A7 + U22 \cdot A8 + U23 \cdot A9 + U24 \cdot A10$
- $E4 = -U3 \cdot A1 - U11 \cdot A2 - U18 \cdot A3 + U25 \cdot A5 + U26 \cdot A6 + U27 \cdot A7 + U28 \cdot A8 + U29 \cdot A9 + U30 \cdot A10$
- $E5 = -U4 \cdot A1 - U12 \cdot A2 - U19 \cdot A3 - U25 \cdot A4 + U31 \cdot A6 + U32 \cdot A7 + U33 \cdot A8 + U34 \cdot A9 + U35 \cdot A10$
- $E6 = -U5 \cdot A1 - U13 \cdot A2 - U20 \cdot A3 - U26 \cdot A4 - U31 \cdot A5 + U36 \cdot A7 + U37 \cdot A8 + U38 \cdot A9 + U39 \cdot A10$
- $E7 = -U6 \cdot A1 - U14 \cdot A2 - U21 \cdot A3 - U27 \cdot A4 - U32 \cdot A5 - U36 \cdot A6 + U40 \cdot A8 + U41 \cdot A9 + U42 \cdot A10$
- $E8 = -U7 \cdot A1 - U15 \cdot A2 - U22 \cdot A3 - U28 \cdot A4 - U33 \cdot A5 - U37 \cdot A6 - U40 \cdot A7 + U43 \cdot A9 + U44 \cdot A10$
- $E9 = -U8 \cdot A1 - U16 \cdot A2 - U23 \cdot A3 - U29 \cdot A4 - U34 \cdot A5 - U38 \cdot A6 - U41 \cdot A7 - U43 \cdot A8 + U45 \cdot A10$
- $E10 = -U9 \cdot A1 - U17 \cdot A2 - U24 \cdot A3 - U30 \cdot A4 - U35 \cdot A5 - U39 \cdot A6 - U42 \cdot A7 - U44 \cdot A8 - U45 \cdot A9$
-
- В этой системе уравнений $A1$ -характеристика Солнца, $E1$ - изменение этой характеристики, $A2$ -характеристика Меркурия, $E2$ -изменение этой характеристики, ..., $U1, U2 \dots U45$ – произвольные коэффициенты, наличие которых определяет возможность адаптации модели. Прямые и обратные задачи.

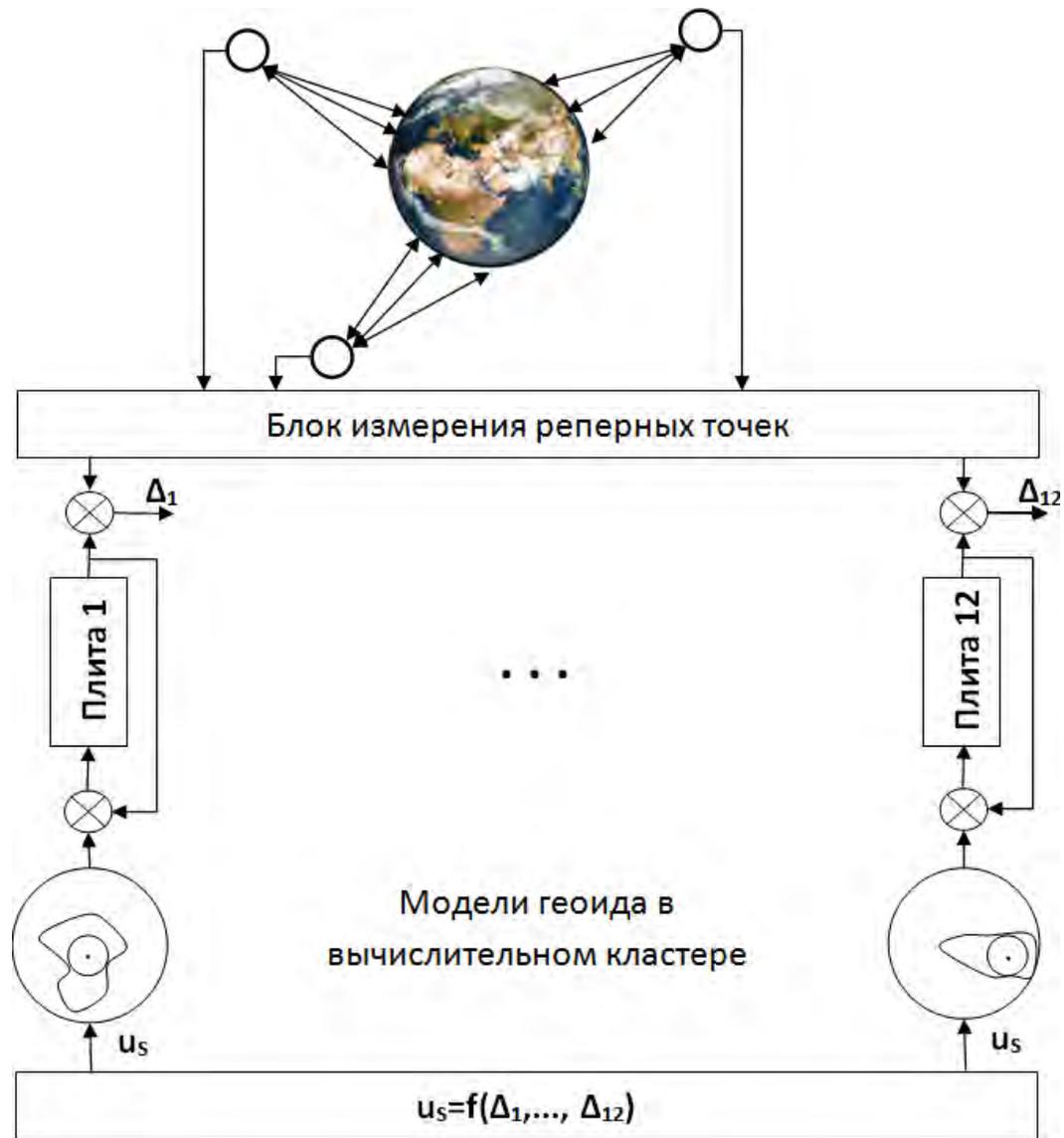
Практические приложения разработанных алгоритмов

Система поддержания геометрии плазменного шнура токамака



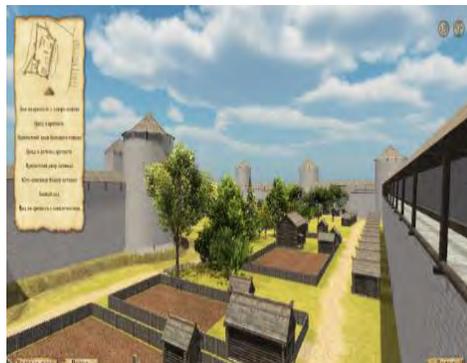
Управляющее воздействие: $H=f(\Delta_1, \dots, \Delta_k)$

Система прогнозирования литосферной погоды на основе моделирования движения литосферных плит

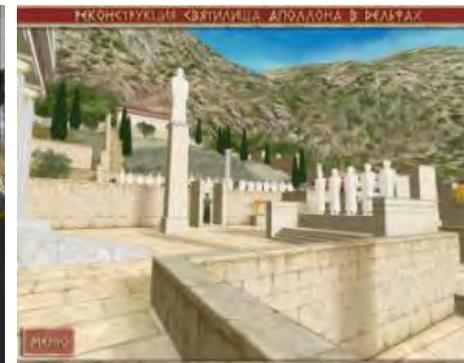


Культурное наследие

Крепость Ям



Дельфы



Иерусалим



Игры



Театр



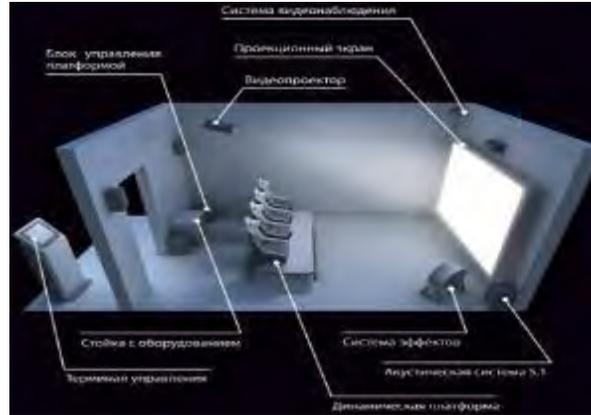
Образование



Панорама



Лаборатория 3/4/5/6D театр и симуляторы



Как изучать мировой суперкомпьютер

- Если мир это модель внутри мирового суперкомпьютера, то телескопы, микроскопы и ускорители изучают экраны – оконечные устройства этого суперкомпьютера.
- Мировой суперкомпьютер не локализован в каком-то месте, это неоднородная распределенная структура, все пронизывающая.
- Для наблюдением над этим суперкомпьютером необходимо изучать вычислительные процессы, в частности с помощью метода избыточных переменных (М.Б.Игнатьев, В.В.Михайлов «Способ контроля и коррекции вычислительных устройств» Авторское свидетельство №171174 с приоритетом от 23.07.1962. Опубликовано в Бюллетене изобретений №10, 1965 г.).

Проект проведения вычислительного эксперимента

- Для проверки выдвинутых гипотез необходимо провести вычислительный эксперимент, который включает взаимодействие двух виртуальных миров вышеуказанной структуры в плане взаимнорисующих друг друга рук как на рисунке Эшера.
- **Все это позволяет выдвинуть гипотезу о том, что компьютер можно рассматривать как базовую модель самоорганизации Вселенной. Солнечную систему можно рассматривать как специализированное вычислительное устройство для решения задачи многих тел, а с помощью гигантского аналога 3Д принтера можно печатать астероиды, планеты и звезды.**

Связь с инопланетянами?

- **При таком подходе становится понятным, почему нам до сих пор не удалось установить связь с инопланетянами. Ведь если наш мир не более чем модель внутри мирового суперкомпьютера, то для того, чтобы установить такую связь необходимо изучить структуру мирового суперкомпьютера, его аппаратного и программного обеспечения, изучить систему защиты между мирами, и вот тогда, может быть, удастся установить связь с обитателями других миров. Это колоссальная задача для современной науки [1 – 20 и др.].**

Литература 1

- 1. Sparke L.S., Gallager J.S. "Galaxies in the Universe. In Introduction." Cambridge University Press, 2007, 442 p.
- 2. Игнатъев М.Б. «Голономные автоматические системы» изд. АН СССР, 1963, 204 стр.
- 3. Kardashev N.S. "Transmission of Information by Extraterrestrial Civilization" \ Soviet Astronomy , vol.8, No 2, 1964.
- 4. Игнатъев М.Б. «Философские вопросы компьютеризации и моделирования» // XXVII съезд и актуальные задачи совершенствования работы философских(методологических) семинаров, АН СССР, Л., 1987.
- 5. Ignatyev M.B. "Linguo-combinatorial simulation in modern physics" J. of Modern Physics, Dec 2012, vol.1, No 1, p.1-5
- 6. Игнатъев М.Б. «Кибернетическая картина мира. Сложные киберфизические системы» Санкт-Петербург, изд. ГУАП, 2010, 2011, 2014, 472 стр.
- 7. Y.Parakonstantinou "Created Computer Universe" \ Communication of ACM, June 2015.
- 8. M.Ignatyev " Galactic evolution simulation on basement of the linguo-combinatorial approach. Proceedings of the 29th GA IAUS317, 2015, Honolulu.
- 9. M.Ignatyev "Star clusters evolution simulation on basement of the linguo-combinatorial approach. Proceedings of the 29th GA IAUS316, 2015, Honolulu.

Литература 2

- 10. Vorobev G.M., Ignatev M.B., Katermina T.S. “Retention of plasma column in tokamak”// Proceedings of the 3th International conference in memory of V.I.Zubov “Stability and control processes”, October 5-8, 2015, St-Petersburg, 216-218 p.
- 11. Игнатъев М.Б., Катермина Т.С. «Контроль и коррекция вычислительных процессов в реальном времени на основе метода избыточных переменных»// Нижневартовск, 2014,- 188 с.
- 12. Игнатъев М.Б., Катермина Т.С. «Управление хаосом и неопределенность» / Сборник докладов Международной конференции по мягким вычислениям и измерениям, том 2, С-Петербург, 2016, С.275-278.
- 13. M.Ignatev, T.Katermina, V.Nenashev “Simulation of the continent plates movement for earthquake investigation” J.of Geological Resource and Engineering, Vol.1, Number 1, 2013, p.39-45.
- 14. Дюфур М.С., Игнатъев М.Б.Катермина Т.С., Коновалов М.А., Ненашев В.А., Соколов Б.В., Шепета А.П., Юсупов Р.М. «Моделирование движения литосферных плит для прогнозирования литосферной погоды» Материалы докладов X1 Всероссийской конференции Методологические проблемы управления макросистемами, Апатиты, 2016, С.18-20.

Литература 3

- 15. Игнатъев М.Б. «Просто кибернетика» изд. Страта, С-Петербург, 2016, -248 с.
- 16. Игнатъев М.Б. – интервью «Второе рождение кибернетики»/газета С-Петербургские ведомости от 24 марта 2017 г.
- 17. Игнатъев М.Б., Катермина Т.С. «Системный анализ киберфизических структур»/ Сборник научных трудов XXI международной научно-практической конференции «Системный анализ в проектировании и управлении» СПб, 29-30 июня 2017, 15-25 с.
- 18. Z.Bober, M.Ignatyev “System analysis of problems of the family on the basis of the linguo-combinatorial simulation” / там же, 143-149 с.
- 19. M.Gubin, M.Ignatyev “The problem of the external control of driving offenders’ vehicles to improve road safety” / там же, 298-305 с.
- 20. G.Featheringham, M.Ignatyev “System analysis of the world’s supercomputer problem” / там же, 230-238 с.



Спасибо за внимание

<http://guar.ru/labvr>