

## **ПРОГРАММИРУЕМЫЙ МЕТАКОМПЬЮТИНГ В МАТЕМАТИЧЕСКИ ОДНОРОДНОМ ПОЛЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ<sup>1</sup>**

Ю.С. Затуливетер

Институт проблем управления РАН (117997, Москва, Профсоюзная, 65)  
zvt@ipu.rssi.ru, <http://zvt.hotbox.ru>

Анализируются тенденции развития глобальной компьютерной среды и глобальных компьютерных задач, к которым относится и проблема электронных библиотек. Определяется особая роль программируемого метакомпьютинга, вводится понятие информационного шума, рассмотрены первопричины его возникновения и фундаментальные проблемы программируемого метакомпьютинга. Компьютерная информация определяется как новый системообразующий фактор и основа интеграции глобальной компьютерной среды. Обосновывается необходимость перехода к новой компьютерной парадигме единого, математически однородного поля компьютерной информации. Излагаются пути формирования математически однородного поля компьютерной информации на основе исчисления древовидных структур и реализации в нём программируемого метакомпьютинга.

## **PROGRAMMED METACOMPUTING IN THE MATHEMATICALLY UNIFORM FIELD OF THE COMPUTER INFORMATION**

Zatuliveter Yu.S.

Institute of Control Sciences RAS, 117997, Moscow, Profsoyuznaya, 65  
zvt@ipu.rssi.ru, <http://zvt.hotbox.ru>

Are analyzed the trends of development of the global computer environment and global computer tasks, which include the problem of e-libraries. Is determined the special role of programmed metacomputing, the concept of information noise is introduced, are examined the original causes of its appearance and the fundamental problems of programmed metacomputing. Computer information is defined as new system-forming factor and the basis of integration of the global computer environment. The need for passage to the new computer paradigm of the united, mathematically uniform field of computer information is based. Are presented the ways to formation of the mathematically uniform field of computer information on the basis of calculus of treelike structures and realization in it of that programmed of metacomputing.

---

<sup>1</sup> Поддержано Российским фондом фундаментальных исследований (РФФИ), проект № 01-01-01047.

## ***Глобализация задач и требований к информационно-вычислительным системам***

Программируемый метакомпьютинг – средство полномасштабного решения и интеграции разноплановых, глобальных по своей природе задач посредством всемирной компьютерной Сети. Примеры таких задач многочисленны: e-Government, e-Citizen, e-Business, e-Library, e-Science и т.п., разные варианты перекрёстных задач G2G, C2C, B2B, G2C, G2B, C2G, C2B, B2G, B2C. Их характерные признаки – глобальное распределение объектов и субъектов, предельные требования к интеграции компьютерной информации, информационной интерактивности социальной среды.

Проблематика электронной библиотеки предъявляет свои экстремальные требования к упорядочению сверхбольших объемов разнородной и, в большей части, слабо структурированной информации – текстов, графики и мультимедийных данных, к выведению этих объёмов в сферы массового и эффективного пользования. Это одна из перспективнейших областей для программируемого метакомпьютинга.

Общество производит всё большие объёмы информации. Прежние способы её представления, производства и потребления перенесены в Сеть почти без изменений. Они уже не способны обеспечивать её эффективное использование. Растёт объём информации, а вместе с ними и дефицит полезной. Анализ прогрессирующего в Сети кризиса указывает на фундаментальность его первопричин. Компьютерные парадигмы и технологии локального действия исчерпали свой системообразующий потенциал. Глобальная Сеть требует новых приоритетов и принципов, единого и универсального представления компьютерной информации.

Способность к глобальной интеграции компьютерных решений и информационной активности социальной среды становится главным критерием не только компьютерного, но социального прогресса. Качество компьютерной информации становится фактором исторического процесса. Через компьютерную среду информация структурирует человеческое общество. Бюрократические формы структурирования и регулирования будут постепенно, как менее эффективные, уступать место процессам самоорганизации социумов в глобальном информационном пространстве.

Уже доступен массовый опыт решения глобальных задач с помощью гипертекстовых технологий в сетевой архитектуре "клиент-сервер". Некоторая его часть дала положительные результаты. Но в целом, колоссальные совокупные инвестиции не принесли дивидендов. Вместо них – затяжной финансовый облом в сфере интернет-технологий. Это – свидетельство неадекватности нынешних компьютерных технологий глобальным требованиям со стороны новых задач. Нераспознанный вовремя компьютерный кризис заговорил жестким экономическим языком.

Для кардинального решения глобальных задач недостаточно сполна обеспечивать людей информацией. Требуется на порядки большая доля ав-

томатической её обработки. Люди не должны ощущать на себе растущее давление сверхпотоков информации. Им нужны не потоки, а результаты их своевременной и полной обработки. К этой миссии современные интернет-технологии оказались непригодными. Дело не сводится к техническим или организационным трудностям. Главное препятствие к переходу Сети в новое качество скрыто в аксиоматике машинного счета, на основе которой до сих пор развивается массовая и глобальная компьютеризация.

Функциональный прообраз программируемого метакомпьютинга – системы распределённых вычислений в локальных сетях (ЛВС). Гетерогенные ЛВС строились издавна. Это трудоёмкие и дорогостоящие разработки, плохо совместимые, не успевающие за сверхбыстрым развитием вычислительных и программных средств и, прежде всего, потребительского спроса. Однако о преемственности метакомпьютинга с ЛВС говорить не стоит. В ходе роста Сети возникли принципиально новые и неустранимые факторы, которые во многом исключают использование организационных и технологических наработок из сфер локально-корпоративных решений. Первый: глобальные ресурсы не принадлежат какой либо фирме или какому либо заказчику. Так что локализация и сужение проблемы ради достижения практической цели невозможны. Фактор второй: глобальные вычислительные и информационные ресурсы находятся в непрерывном развитии. Ни одна из существующих аппаратных, программных или организационных платформ не может дать долговременных гарантий своего абсолютного превосходства. Фактор третий: в условиях конкуренции и противоречий компьютерного рынка процесс глобальной консолидации стандартов или технических решений не может проходить однозначно и достаточно быстро.

Перечислим требования, выходящие за рамки функциональных возможностей инструментария локальных/корпоративных задач. Их надо учитывать при создании средств решения задач глобальных. Это – принципиально неустранимая изменчивость (нестационарность) одновременно всех трёх составляющих метакомпьютинга: вычислительной среды, информационной структуры задач, индивидуальных предпочтений отдельных пользователей и пользовательской среды в целом.

Наиболее организованное и целенаправленное движение к программируемому метакомпьютингу составляют Grid-технологии [1], развивающиеся в университетской среде. Первоочередные задачи их применения – большей частью научного, т.е. некоммерческого, характера. Созданы технологии, работающие с ограничениями, пока неприемлемыми для массового использования в различных сферах. Наиболее продвинутые решения в этой области (такие как Globus), разменявшие вторую пятилетку своего развития, все еще далеки [2] от требований индустриально программируемого метакомпьютинга. Лидеры компьютерной индустрии, как будет отмечено далее, ввели эту проблему в свои бизнес-планы, лишь недавно,

поскольку развитие глобальной компьютерной среды уже не может довольствоваться функционально-ограниченной монополией гиперссылок и тесными рамками сетевой архитектуры "клиент-сервер".

### ***Состояние дел***

Производство и потребление текстовой, звуковой и визуальной информации – прерогатива человека, поэтому смысловая обработка такой информации замкнута на человеческой среде. Пользовательское пространство Сети сформировано гиперссылками, так что сотни миллионов универсальных компьютеров "вслепую" гоняют по Сети потоки информации, не участвуя в её структурной/функциональной интерпретации. При этом в обработке компьютеры используются больше как вспомогательные средства – для редактирования, хранения, передачи и отображения. Функциональный потенциал универсальных компьютеров Сети задействован лишь в ничтожной своей части.

Сверхобъемы "гиперссылочной" информации наращиваются субъективно, без регулярных правил структурирования в единое целое, а значит, хаотически. Прямое следствие – отсутствие структурной целостности информационного пространства и нарастание в Сети информационного шума – побочного продукта человеческой деятельности. Гиперссылочные технологии оказались глобальным проводником и усилителем информационного шума, в истоке которого – человек, с его биологически несовершенными информационными возможностями. (Особо подчеркнём *неэнергетическую* природу информационного шума)

### ***Программируемый метакомпьютинг***

Метакомпьютинг – порождение Сети: огромное количество пытливых пользователей со своими мощными и почти незагруженными компьютерами, глобальные и легко доступные коммуникации. Сам термин прижился благодаря полурекламным сайтам. Сотни тысяч и миллионы добровольцев более пяти лет скачивают с них и запускают на своих компьютерах готовые вычислительные модули с "нарезанными" фрагментами специально подобранных суперзадач.

Игра? И да, и нет. Нет, потому что даёт наглядные уроки масштабов реализации глобально-распределённого счёта. Пусть в своём предельно вырожденном виде: "ручное" управление запуском заданий, отсутствие обменов промежуточными данными. (Последнее – обязательно в подборе суперзадач). Нет, потому что является предвестником кардинальной реформы Сети. Чтобы не оставаться игрой, ему надо стать универсально программируемым, не потеряв своих глобальных масштабов, обрести автоматическое управление ресурсами, полноценные обмены данными.

В текущем десятилетии программируемому метакомпьютингу предстоит трансформировать Сеть из глобально распределённого гипер-

текстового "метакалькулятора" в единый и универсальный "метакомпьютер", способный во взаимодействии с социальной средой самопрограммироваться, реализовывать глобально распределённые вычислительные процессы и для удовлетворения растущих потребностей пользователей, и для интеграции информационных ресурсов.

Но первое, чего потребует полномасштабный метакомпьютинг – переход к "нешумящим" форматам представления данных и программ в Сети. Второе – разработка простых средств программирования и послушной среды распределённой интерпретации/эмуляции программ, способной задействовать любое количество компьютеров Сети и обеспечить произвольные обмены промежуточными данными.

Программируемый метакомпьютинг – безальтернативный путь массовой активизации функциональных возможностей компьютеров Сети для глобальных общесистемных (подавление информационного шума, структуризация и интеграция информационных ресурсов, автоматическое управление вычислительными ресурсами) и пользовательских задач.

Топ-менеджеры Интел и Майкрософт, конечно, не могут не замечать кризисных явлений в Сети. На уровне деклараций процесс трансформации Сети в "метакомпьютер" стартовал. Активно формируются концептуальные, организационные и технические предпосылки массового освоения сетевых архитектур, пригодных для программируемых распределённых вычислений. На седьмом форуме Интел (Intel Developer Forum, август 2000г.), посвящённом стратегии сетевых технологий на десятилетие, проблема распределённых вычислений в сетевой архитектуре "равноправных" (Peer-to-Peer) вычислителей с простым интерфейсом пользования (Ease of Use) названа одним из семи главных направлений разработок фирмы Интел. Объявлено о формировании рабочей группы из 19 компаний (включая Intel, IBM, HP), цель которой – совершенствование стандартов и протоколов для такой архитектуры.

На открытии выставки COMDEX в Лас-Вегасе (2001г.) Б. Гейтс вынужден был признать тот факт, что работа ПК далека от совершенства, и пообещал исправить это в текущем десятилетии. "Все будет намного проще, чем сегодня" сказал Гейтс в отношении "трудоемкого процесса" исправления программных ошибок, вопросов несовместимости различных приложений и других трудностей, возникающих при использовании продуктов Майкрософт. Готовится новая операционная система, которая должна "кардинально изменить жизнь рядового пользователя". Главная её особенность в том, что она будет использоваться не только для локального компьютера, но и для Интернета в целом.

Рекламные слова обещаний из протоколов о намерениях мы слышим не в первый раз. Возникает вопрос: "Что мешало ведущим фирмам сделать программируемый метакомпьютинг лет пять назад?" Тогда интернет-технологиям не пришлось бы проходить через финансовые потрясе-

ния. Никаких новшеств, без которых нельзя было бы соорудить из Сети "метакомпьютер", за прошедшие годы не появилось, а "старая" проблема вдруг заострилась настолько, что вошла в список срочных мероприятий компьютерных монополий. Похоже, финансовый кризис информационной индустрии, нежданно грянувший на стыке тысячелетий, подтолкнул, но, вряд ли, подсказал кратчайший маршрут.

Многое говорит в пользу того, что причины откладывания трансформации Сети в "метакомпьютер" объясняются не в терминах производственных, технических, организационных и финансовых мероприятий, а фундаментальным характером проблем развития глобальной компьютерной среды. Дело в том, что в глобальном информационном пространстве, в котором не устранены причины воспроизводства информационного шума, невозможен полномасштабный метакомпьютинг, поскольку "шумящие" способы программирования непригодны для его реализации. Но в настоящее время, о чем будет дальше сказано, компьютерная индустрия пока не обзавелась "нешумящими" средствами программирования. Причины? Они скрыты в классической аксиоматике машинного счёта, лежащей в основе компьютеростроения на протяжении всей его полувековой истории.

В нынешних условиях строить из Сети метакомпьютер, не меняя компьютерных первооснов, означает создавать глобальный ускоритель информационных шумов, способный обесценить любые инвестиции. Программируемый метакомпьютинг – тот "крепкий орешек", который становится главным аргументом непригодности "шумящей" аксиоматики, де-факто ставшей фундаментом современной компьютерной индустрии.

Далее представлен подход, направленный на устранение (на уровне компьютерной аксиоматики) причин воспроизводства информационного шума. В этом направлении открывается перспектива трансформации Сети в "метакомпьютер" с минимальными затратами времени и сил.

### ***Предлагаемый подход: особенности и цели***

Предлагаемый подход подразумевает такую стратегию: глобальные проблемы переустройства Сети выходят за рамки какой-либо корпорации и должно опираться уже не на законы рыночной конкуренции, не столько на технико-организационные и финансовые мероприятия консорциумов, сколько на равнообязательные для всех фундаментальные свойства и законы развития компьютерной информации.

Стратегия указывает естественный выход из кризиса интернет-технологий через формирование в ресурсах Сети единого, математически однородного поля компьютерной информации. Оно способно стать универсальным и машиннезависимым носителем данных, программ и глобально распределённых вычислительных процессов. Особенность подхода в том, что он опирается, прежде всего, на фундаментальные свойства и законы развития компьютерной информации.

Данный подход предлагает и развивает принципы и способы формирования в ресурсах Сети единого, математически однородного поля компьютерной информации. Он направлен на опережающее создание средств программирования глобально-распределённых вычислений и информационно-вычислительных систем массового использования [3,4,5].

В качестве математической основы единого поля предложена модель в виде исчисления древовидных структур [3, 4]. Она реализована в языке и системе программирования ПАРСЕК [4]. Экспериментальная апробация модели стала результатом десятилетнего цикла исследований феномена компьютерной информации, развивающегося в глобальной компьютерной среде. Феномена весьма разнородного и противоречивого, но, несомненно, обретающего фундаментальные системообразующие качества. Последующее развитие глобальной компьютерной среды будет всё больше зависеть от интеграционных возможностей, которые обеспечиваются на уровне математических свойств компьютерной информации. Дальнейшие исследования направлены на формирование механизмов трансформации феномена компьютерной информации в научную категорию с математически замкнутыми свойствами.

Исследования феномена компьютерной информации показали [3, 5], что шум проникает в Сеть не только через гиперссылки, предназначенные для "ручных" манипуляций. Нынешнее индустриальное программирование – ещё один массовый канал поставок *неэнергетического* шума. Показано, что шум появляется и нарастает в ходе творчества многочисленной, но слабо организованной, армии программистов. Средства программирования не регламентируют инициатив в производстве избыточного разнообразия плохо совместимых форм представления данных и программ, т.е. компьютерной информации. Отсюда неизбежен *шумовой эффект стихийного полиморфизма компьютерной информации*. Он равносителен хаосу столпотворения вокруг Вавилонской башни по причине чрезмерного многоязычия. Древний сюжет демонстрирует системно- деструктивное воздействие информационного шума неэнергетической природы.

На идейном уровне ситуация в Сети приближается к тупиковой. После периода беззаботного и активного накопления огромных объемов данных "внезапно" для компьютерной индустрии обнаруживается, что массовое производство информации и компьютерных функций зиждется на шатком подиуме изначально "шумящих" принципов гиперссылочных связей и принципов программирования, корнями уходящих, см. далее, в "шумящую" аксиоматику машинного счёта. С увеличением объемов и интенсивности производства информации системно- деструктивный эффект шумов в Сети прогрессирует. Пока не устранены первопричины стихийного воспроизводства информационного шума, полномасштабная интеграция глобального информационного пространства невозможна.

### ***Пути преодоления***

Установлено [3], причины появления шума информационного полиморфизма в глобальной среде при работе с индустриальными средствами программирования скрыты в классической аксиоматике машинного счёта, известной под названием модели Дж. фон Неймана. Это – крайне важный результат для понимания современных и перспективных проблем Сети, для выработки стратегии их преодоления минимальными затратами финансов и времени.

Трудность идентификации шума стихийного полиморфизма компьютерной информации состояла в том, что он является результатом многокаскадного мультиплицирования локально слабых своих проявлений в каждом составляющем Сеть компьютере и проявляет себя лишь в условиях *глобальной* компьютерной среды. Его искоренение возможно лишь в "нешумящей" аксиоматике распределённых вычислений.

Компьютерная парадигма в модели фон Неймана строилась как первое теоретическое обоснование универсального компьютера. Мало кто задумывался о рамках применимости классической аксиоматики. И только сейчас Сеть указывает нам на то, чего не сказали или, скорее, чего не осознавали отцы-основатели: действующие постулаты универсального машинного счёта ограничены рамками *изолированного* (отдельно стоящего) *компьютера*. Микропроцессоры и персональный компьютер – идеальное, и, как оказалось, предельное воплощение этой модели. Сегодня Сеть показывает неспособность классической компьютерной парадигмы распространить сферы своего системообразующего влияния сколь угодно далеко за пределы отдельного (изолированного) компьютера.

Классическая парадигма изолированного компьютера определила весьма простые правила универсального машинного счёта. Её уникальная особенность – сочетание простой системы логических правил с их высокой практической значимостью. Именно поэтому в конкуренции за массового пользователя с последующими, очень интересными, но и более сложными моделями, победила, с триумфом утвердив себя на компьютерном рынке в многомиллионных тиражах микропроцессоров и программ.

В глобальном контексте Сети нынешние микропроцессоры и основанные на них компьютеры – производные модели фон Неймана – порождают слишком высокий уровень информационного шума. Отметим ещё раз, суть шума информационного полиморфизма – открытые для программистов на уровне аксиоматики возможности бесконтрольного воспроизводства трудно совместимых форм представления и способов обработки компьютерной информации. Так что, причины "шума" не в "плохих" реализациях программ, а в "хорошей" (классика) аксиоматике машинных вычислений [3, 5]. Анализ выявил: в системе аксиом скрыта *лишняя степень свободы в представлении структурированной информации*. Поэтому, действующий свод первичных правил не может регламентировать структур-

ные формы представления компьютерной информации (программ и данных). Поэтому в ходе работы большого количества программистов воспроизводство шума компьютерного "разноязычия" (полиморфизма) неизбежно. Громоздкие ограничители в виде внешних стандартов и многослойных программных надстроек слишком сложны. Отвлекают на себя остро дефицитные интеллектуальные ресурсы, при этом недостаточно эффективны, неизбежно устаревают.

Пока решались локальные (компьютер) или очаговые (ЛВС) задачи, шумы полиморфизма компьютерной информации не играли заметной роли на фоне других, локально более значимых факторов. В пределах компьютера или ограниченного числа компьютеров в ЛВС искусное программирование маскировало их и, тем самым, выводило из сфер внимания специалистов. Но в условиях миллионов взаимосвязанных компьютеров "слабые" шумы мультиплицируются, становятся преградой для упорядочения и интеграции глобальных ресурсов Сети.

Программируемый метакомпьютинг – критическая задача, предъявляющая к ныне действующей *парадигме изолированного компьютера* дисквалифицирующий набор требований. Им практически невозможно удовлетворить, сохранив в неприкосновенности классические постулаты. Предлагаемая модель вычислений даёт логические основы для перехода к новой компьютерной *парадигме математически однородного поля компьютерной информации*, способной составить единую основу интеграции глобально-распределённых ресурсов Сети.

Сейчас уже ясно, что Сеть настолько выросла, что неадекватность аксиоматики требованиям глобально-распределённых вычислений уже невозможно компенсировать ни искусством программирования, ни финансово-организационными сверхусилиями.

### ***К математически однородному и высокоорганизованному полю компьютерной информации***

На смену классической парадигме изолированного компьютера идёт парадигма единого, математически однородного поля компьютерной информации, которая *на уровне аксиоматики имеет дело с изначально распределёнными в Сети вычислениями*. В классической парадигме распределённые вычисления – результат сложнейших, многослойных композиций большого числа непростых компьютерных решений. В новой парадигме – атрибут математически однородного поля компьютерной информации, определяемого на уровне новой аксиоматики.

При всём этом важно избежать одномоментной ломки сложившихся отношений. Путь к новой аксиоматике лежит через разумное обновление действующей. Процесс имплантации новой модели в глобальную компьютерную среду должен пройти без реакций отторжения. Оказалось, достичь желаемого можно в модели исчисления древовидных структур.

Проведённые нами в этом направлении исследования уже дали результаты. Обеспечена *минимальная* коррекция модели фон Неймана. Путём математической регламентации сложных структур данных на аксиоматическом уровне устранены причины воспроизводства шума от избыточного полиморфизма компьютерной информации. При этом сохранён стиль индустриального программирования, идущий от модели фон Неймана. Этим обеспечивается преемственность с "классикой", закреплённой в массовых тиражах микропроцессоров и программ.

"Нешумящая" модель представлена упоминавшимся исчислением древовидных структур. Практическое использование этой модели обеспечивает язык и система программирования ПАРСЕК [4] (оригинальная разработка). Программы и данные в языке представляются двоичными деревьями. Вычисления организуются путем перемещения многих курсоров по вершинам деревьев. С помощью базисных операций и функций, определенных на курсорах, обеспечиваются произвольные преобразования деревьев. Все действия замкнуты в множестве деревьев. Смысловая интерпретация деревьев не зафиксирована. В соответствии с содержанием задачи она свободно определяется в ходе программирования.

С помощью системы ПАРСЕК на различных классах задач исследуются принципиальные возможности формирования единого, математически однородного и высокоорганизованного поля компьютерной информации, в основе которого лежат фундаментальные свойства структурируемости информации. Система проходит экспериментальную апробацию около восьми лет. Построены и эксплуатируются интранет-приложения в сфере делопроизводства и коммуникаций.

Сейчас в модели исчисления древовидных структур строится экспериментальная версия программируемого метакомпьютинга в математически однородном поле компьютерной информации. Создаётся среда эмуляции языка ПАРСЕК в ресурсах Интернет/Интранет. Можно полагать, что мы на пути к очень простой, вместе с тем, универсальной системе программирования глобально-распределённых задач. Простота идёт, во-первых, от единой в исчислении древовидных структур формы представления компьютерной информации (данных и программ), во-вторых, от возможности автоматического управления обменов данными между компьютерами без явных предписаний программистов.

Экспериментальный метакомпьютинг в математически однородном поле информации будет демонстрироваться на доступных в Интранет компьютерах. Начальная цель – показать простоту программирования и масштабирование распределённых задач с обязательными обменов промежуточными данными. Проблемы защиты информации будут решаться на следующих этапах, уже в условиях математически однородного поля.

Для придания математически однородному полю компьютерной информации свойств структурной и функциональной целостности в рам-

ках исчисления древовидных структур разрабатывается математически замкнутая модель распределенной базы данных. В ней формализованы все операции с базой данных, включая операции быстрого поиска (время слабо зависит от размера базы данных). По этой модели посредством метакомпьютинга строится макетная версия системы управления базой данных, распределённой в ресурсах Интернет/Интранет. Пользовательский интерфейс – взаимодействующие распределенные электронные таблицы с возможностями автоматического синтеза программ по частным примерам [6]. Распределённые информационно- вычислительные системы смогут создавать/сопровождать (изменять, разделять, соединять) непрограммисты.

Математически однородное и универсально программируемое поле компьютерной информации собирает ресурсы Интернет/Интранет в высокоорганизованное функционально-информационное пространство. По свойствам целостности и скорости поиска оно не уступает СУБД. Не мультиплицирует информационные шумы, кардинально упрощает процессы программирования, отладки и администрирования в ресурсах Интернет/Интранет распределённых вычислений и систем. Любое сетевое приложение, построенное в этом поле, наследует все его системообразующие и прикладные свойства без дополнительного программирования. Опыт решения разнообразных задач показывает: в математически однородном поле без специальных усилий обеспечивается глубокая конвергенция как системных, так и пользовательских решений.

К важнейшим свойствам глобально-распределённых компьютерных ресурсов следует отнести возможность осуществления сверхнадежных информационно-вычислительных и управляющих процессов в человеко-машинной среде из ненадежных элементов [7].

В результате исследований подготовлено научное обоснование проекта создания инструментария программируемого метакомпьютинга в математически однородном поле компьютерной информации.

### ***Некоторые области применения***

Метакомпьютинг в едином, математически однородном и высокоорганизованном поле компьютерной информации даст регулярную основу и качественно новый уровень интеграции для решения в Сети глобальных интерактивных задач информационного обеспечения, управления и самоорганизации: э-библиотеки, единые информационные службы городов, регионов, предприятий, науки, охраны здоровья и экологии, делопроизводства, бизнеса, торговли, логистики, платежей, сопровождения бюджета, казначейского учета, общегосударственного технадзора, таможенного контроля, а также создание глобально распределённых интерактивных СУБД новых поколений: для интеграции мобильной телефонии с Интернет, видео по заказу, дистанционного обучения, электронных книг, юридических и

справочных систем, учитывающих индивидуальные предпочтения пользователей.

Одной из перспективных областей эффективного использования новых средств являются задачи физики высоких энергий, связанные с разработкой и проведением экспериментов на ускорителях новых поколений. Это задачи очень высокой компьютерной сложности. Объёмы экспериментальных данных в таких проектах уже достигли 500 Тбайт (проект ВаВар). Разрабатываются новые проекты (ЛНС), в которых объёмы данных достигнут 15 Пбайт и более.

## Литература

1. Кореньков В., Тихоненко Е. Организация вычислений в научных областях. Открытые системы, № 2, 2001.
2. Коваленко В., Коваленко Е., Корягин Д., Любимский Э., Хухлаев Е. Управление заданиями в распределенной вычислительной среде. Открытые системы, № 2, 2001.
3. Затуливетер Ю.С. Информация и эволюционное моделирование. Труды Междунар. конф. "Идентификация систем и задачи управления", SICPRO'2000, Москва, 26-28 сентября 2000г, Институт проблем управления РАН, с.1529-1573 (<http://zvt.hotbox.ru/>).
4. Затуливетер Ю.С., Халатян Т.Г. ПАРСЕК - язык компьютерного исчисления древовидных структур с открытой интерпретацией. Стендовый вариант системы программирования. - М., 1997 (Препринт/Институт проблем управления РАН), 71с.
5. Затуливетер Ю.С. О компьютерных проблемах формирования единого информационного пространства виртуальных предприятий. "Системы проектирования, технологии подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта" Матер. 2-й междунар. конф. CAD/ CAM/ PDM-2002. Том 1. М.: Институт проблем управления РАН. –2002, с.165-176. (<http://zvt.hotbox.ru/>, <http://zvt.by.ru/>)
6. Затуливетер Ю.С., Халатян Т.Г. Синтез общих алгоритмов по демонстрациям частных примеров (Автоматная модель обобщения по примерам). - М., 1997 (Препринт/Институт проблем управления РАН), 72с.
7. Затуливетер Ю.С., Лубков Н.В., Карибский В.В. Проблема организации надежных процессов управления с применением ненадежных вычислительных сред. Тезисы докладов. Четвертая междунар. конференция "Проблемы управления в чрезвычайных ситуациях", г. Москва, 11 января, 1997, с.160-163. (<http://zvt.hotbox.ru/>, <http://zvt.by.ru/>)

*Поддержано Российским фондом фундаментальных исследований (РФФИ), проект № 01-01-01047*