



# Интеграция и синтез информационных знаний

А. Бондаревский

## На основе метрологии

*Техносфера, как и Солнце, пребывает в постоянном расширении. Homo Sapiens передает техническим системам все больше и больше своих функций и сфер деятельности. Естественно, что наука метрология, вызванная к жизни этим процессом, должна развиваться параллельно с ним, постоянно осваивая новые научные и технические направления. Но, как и всякая наука, она глубоко консервативна... В предлагаемой статье изложен нестандартный взгляд на предметную область метрологии. Может быть, подход автора кому-нибудь покажется необычным, но не будем забывать, что именно нестандартные подходы и решения становятся ступенями на пути к новому качеству, открывают перспективу для самых смелых открытий.*

*“Нужно перестать поступать так, будто природа делится на дисциплины, как программа в университетах”.*  
Р. Аккофф

В отечественной научно-технической документации (НТД) (МИ 2247—93 [1] и др.) понятие “метрология” определяется как наука об измерениях, а измерения — как нахождение значения физической величины с помощью специальных технических средств. Нормативное действие этих определений приводит к тому, что вне круга интересов метрологии оказывается ряд практически важных разновидностей измерений. Так, вниманием метрологов обойдены определение свойств громкости, затухания, твердости, качества (квалиметрия), красоты, потребительской полезности (продажа), рейтингов (например, политических); счет; метрологическая аттестация технических средств; органолептическое восприятие — определение расстояний “на глаз”, температур “на ощупь” и др. Принятое в мировой практике (VIM, 1993 [2]) определение измерений как “совокупности процедур, осуществляющих оценку количества” (безотносительно специфики используемых средств и единиц измерения), несколько восполняет этот пробел. Тем не менее деятельностью метрологов все еще не охвачено огромное число потребительских операций, обладающих, как и измерения, свойствами единства и точности.

В связи с этим совершенно очевидно, что предмет метрологии необходимо существенно расширить. Особенно важно ввести в него информационные операции, что от-

кроеет возможность метрологической интеграции и синтеза информационных знаний.

Все операции измерения [1, 2] относятся к предельно широкой категории целенаправленных действий. Поэтому прежде всего рассмотрим соотношения целенаправленных действий и информационных операций. Затем определимся с систематизацией информационных операций, включающих, как оказывается, и измерения. И наконец, проанализируем такие определяющие для метрологической интеграции и синтеза свойства информационных операций, как фундаментальность функции меры, единство и точность.

### Соотношение целенаправленных действий и информационных операций

Если допустить, что природа проявляется только в двух модальностях — материи и информации, все целенаправленные действия правомерно разделить на материальные и информационные. В 1977 году академик В.И.Сифоров и его коллега А.П.Суханов ввели понятие автонима — некоего информационного объекта, в кото-

ром носитель выражает собственную семантику, или сведения о самом себе [3]. Антиподом автонима как носителя связанной информации и элемента космосферы служит соответствующий элемент ноосферы [4], несущий свободную информацию об автониме, оторванную от него как в пространстве (результат наблюдения), так и во времени (результат запоминания).

Например, стол можно рассматривать как автоним. Его материальная реалья проявляется в физической массе, размерах, фактуре, цвете и т.д. В то же время данные характеристики выражают и семантику стола — то, что составляет его сущность (отличие от других предметов быта), т.е. информацию о столе. Измеряемое напряжение также является автонимом, а дискета, несущая информацию о результате измерения, — соответствующим элементом ноосферы.

Понятия “автоним” и “элемент ноосферы” позволяют определить целенаправленные действия: материальные — как однородное преобразование связанной информации (типа автоним—автоним) и информационные — как преобразование неодно-

Канонические операции восприятия

Таблица 1

Характеристики информации	Значения характеристик информации	
	Количественные	Качественные
Размер	Измерение	Контроль
Функция	Измерительное испытание 1	Контрольное испытание 1
Функционал	Измерительное испытание 2	Контрольное испытание 2
Оператор	Измерительное испытание 3 (количественная идентификация)	Контрольное испытание 3 (качественная идентификация)

Канонические операции воспроизведения

Таблица 2

Характеристики информации	Значения характеристик информации	
	Количественные	Качественные
Размер	Воспроизведение значения размера - воспроизведение “величины”	Качественного значения размера - воспроизведение события
Функция	Функции	Операции
Функционал	Функционала	недостаточно
Оператор	Оператора	изучены

**Пример соответствия  
потребительских и канонических информационных операций**

Таблица 3

Потребительские информационные операции	Канонические информационные операции
Измерение по МИ 2247–93; оцифровка свойств громкости, затухания, твердости, качества, красоты; экспериментальное определение потребительской полезности (продажа товаров, оказание платных услуг), экспертный анализ, определение рейтингов, счет, функция часов; метрологическая аттестация средств измерения, контроля (в т.ч. лиц, принимающих решения) испытаний; физиологическое восприятие (определение “на глаз” расстояний, “на ощупь” температур и др.) –органолептические операции с использованием физических и других единиц	Измерение
Измерительное, или определительное испытание по ГОСТ 16504–81; климатические (тепло, холод, влажность), механические, радиационные испытания; “измерение функции”, испытания изделий электронной техники по электрическим параметрам (снятие вольт-амперных характеристик, “измерение” параметров диодов, транзисторов, интегральных микросхем); измерение мгновенного значения сигнала, радиолокация, факторный эксперимент “Измерение функционала”, измерение параметров импульсного сигнала по ГОСТ 16465-70	Измерительное испытание 1
“Измерение оператора”, идентификация в технической кибернетике	Измерительное испытание 2
Контроль по ГОСТ 16504–81, разбраковка изделий по внешнему виду, идентификация цветов, распознавание образов, радиотехническая фильтрация, сертификация простых (описываемых характеристикой типа “размер”) продукции и услуг; поверка; принятие технических, экономических, финансовых (в т.ч. аудит), политических и др. решений; физиологическое ощущение, идентификация личности преступника	Контроль
Параметрический контроль, функциональный контроль, техническая диагностика, проведение экзаменов, тестирование (медицинское, педагогическое, спортивное, профессиональное), дисперсионный анализ, сертификация сложных (описываемых характеристикой тип “функция”) продукции и услуг, приемочные испытания сложных изделий	Контрольное испытание 1
Функции эталона, меры, нормального элемента, контрольного образца, источника питания, систем управления (стабилизации, слежения, адаптации, самоорганизации), функции артефактов на рабочих местах (конструкторских, производственных); творчество (создание литературных, музыкальных, изобразительных и др. произведений); физиологическая эффектация	Воспроизведение (размеры, функции, события).

родное ( типа автоном—элемент ноосферы, элемент ноосферы— автоном и т. д.). Традиционно под информационными операциями понимают именно информационные целенаправленные действия. В работе [5] показано, что существует три и только три рода информационных операций: — автоном 1—элемент ноосферы с семантикой 1 (восприятие, или кодирование информации); — элемент ноосферы с семантикой 1—элемент ноосферы с семантикой 2 (переработка информации); — элемент ноосферы с семантикой 2—автоном 2 (воспроизведение, или физическое моделирование, или функция меры).

Получается, что все многообразие информационной (информационно-познавательной) деятельности человека сводится только к трем видам: к восприятию, воспроизведению и переработке.

### Систематизация информационных операций

Исторически сложилась и применяется система характеристик информации в виде тетрады Темникова—Розенберга: размер, пара “размер—размер” (функция), пара “размер—функция” (функционал), пара “функция—функция” (оператор в банаховом пространстве). Если ограничиться только двумя шкалами значений (наименования — для качественных характеристик и количественные

характеристики — для всех остальных), то выяснится, что существует лишь восемь разновидностей операций восприятия и столько же операций воспроизведения [5] (табл. 1, 2).

В табл. 1 измерительным испытанием 1 (“измерение функции” по В.Я. Розенбергу [6]) может выступать измерение мгновенных значений импульсных сигналов; измерительным испытанием 2 (“измерение функционала”) — измерение параметров импульсных сигналов по ГОСТ 16465-70 [7]; измерительным испытанием 3 (“измерение оператора”) — определение операторов динамических объектов по результатам экспериментов [8]. К контрольным испытаниям относится, например, функциональный контроль цифровых интегральных микросхем.

Существует множество других информационных операций, однако все они гомоморфны каноническим (перечисленным в табл. 1, 2). Примеры соответствия потребительских и канонических информационных операций приведены в табл. 3.

### Точность информационных операций

Поскольку информационные операции есть целенаправленные действия, важнейший их показатель — достижение стоящих перед ними целей. Степень совершенства этого показателя характеризует точность [9] — соответствие фактического и требуемого значений результатов информаци-

онной операции (при восприятии: результата — истинному значению; при воспроизведении: истинного значения — номинальному и т.д.). Таким образом, точность представляет собой качество, потеря которого ведет к перерождению операции. Понятие “информационная операция” отвечает на вопрос “что”, “точность” — в какой мере имеет место это “что”. К примеру, достаточно неточное измерение по существу таковым не является. Неточность, или несоответствие фактического и требуемого значений результата операции, дополняет точность до теоретико-множественного целого. Информационное проявление неточности именуют погрешностью (в ряде случаев — ошибкой).

Погрешность ( $\Pi$ ) информационной операции выражается как

$$\Pi = S\phi \setminus Smp^*,$$

где  $S\phi$  и  $Smp$  — фактическое и требуемое значения характеристик, а  $\setminus$  — знак обобщенного (теоретико-множественного [10]) вычитания.

Поскольку величина  $\Pi$  носит принципиально случайный характер, для ее статистического описания используется вероятностная мера ( $BepM$ ) (табл.4):

$$BepM(\Pi) = BepM(S\phi \setminus Smp).$$

В общем случае информационная операция может иметь несколько ( $n$ ) целей. Тогда рассматриваются  $n$  тре-

\*Предполагается, что  $Smp$  — в масштабе значения  $S\phi$ .

**Примеры отношений информационных операций, случайных явлений, выражающих погрешности  $\Pi$ , и соответствующие им вероятностные меры**

Таблица 4

Информационные операции	Случайные явления, выражающие погрешности $\Pi$	Вероятностная мера
Контроль, воспроизведение события	Событие (случайное)	Вероятность
Измерение, воспроизведение "величины"	"Величина" (случайная)	Амплитудная характеристика $\Pi$ : а) плотность распределения $f(\Pi)$ , б) функция распределения $F(\Pi)$ , в) числовые характеристики $\Pi$
Измерительное испытание	Функция (случайная)	Амплитудная характеристика $\Pi$ (см. выше) и, например, частотная характеристика (спектральная плотность)

буемых значений отображаемых параметров, погрешностей  $\Pi$  и их статистических характеристик:

$$ВерM(\Pi_i) = ВерM(S\phi_i \setminus Smp_i), \text{ где } i = 1-n.$$

Свойство "точность" распространяется на все информационные операции: восприятие, воспроизведение и переработку. Подобное суждение высказывается в работе [11] применительно к "идентификации объектов управления", "управлению как процессу выработки и реализации целенаправленных воздействий" и "вычислениям" (соответственно информационные операции восприятия, воспроизведения и переработки).

Следует, однако, отметить, что свойство точности относится не только к искусственным (арт) операциям. Оно органично присуще и естественным информационным процессам в ноосфере. Так, известное высказывание Ф.И. Тютчева "...Мысль изреченная есть ложь" в информационном отношении по сути представляет собой модель, иллюстрирующую погрешность нашей речи — принципиальное несоответствие фактического значения воспроизведенной информации ("ложь") воспроизводимому номинальному ("мысль изреченная").

Еще пример. Возьмем два варианта перевода строфы стихотворения "Зимняя ночь" австрийского поэта Николауса Ленау — профессиональный и подстрочный [12] (табл.5). Перевод может интерпретироваться как операция восприятия исходного образа зимней ночи. Данному образу соответствует некое истинное (требуемое) значение информации в представлении автора. Результаты переводов — это фактические значения информации, имеющие погрешность, т.е. отклонение от истинного значения. Очевидно, при профессиональном переводе погрешность ниже, чем при подстрочном.

Заметим, что термин "точность" при таком подходе оказывается тождественным понятию "единство" [13] (термин "единство" раскрыт в работе [14]). Следовательно, распространенное в метрологии устойчивое словосочетание "единство и точность" семантически избыточно.

### Метрология информационных операций

Одно из важнейших свойств информационных операций — фундаментальность функции меры [5]. Это свойство выражается в обязательном включении функции меры в каждую информационную операцию. Важно, что вследствие свойства фундаментальности функции меры термин "информационные операции" оказывается синонимичным таким производным от слова "мера" понятиям, как операции "метрологические" [15], "измеритель-

операции", "мера", "точность", с одной стороны, и "метрология" — с другой, приводит к необходимости дать новое определение метрологии [14], распространив ее предмет с одних только измерений на все информационные (метрологические, измерительные, мерительные) операции. При этом важно столь же органично сузить предмет исследования, ограничив его таким сугубо "метрологическим" понятием, как точность. Например, собственно операцию и средства измерения наноперных токов  $p$ - $n$ -переходов должны разрабатывать специалисты по полупроводникам, а не метрологи. Иное дело, подход к оценке точности этой операции. В результате можно сформулировать определение, естественное и в то же время полностью выражающее этимологию термина "метрология". **Метрология — это наука и область деятельности, предметом которых явля-**

**Оригинал и переводы строфы стихотворения "Зимняя ночь"**

Таблица 5

N. Lenau	Профессиональный перевод ( В.В. )	Подстрочный перевод
WINTERNACHT	ЗИМНЯЯ НОЧЬ	ЗИМНЯЯ НОЧЬ
Vor Kalte ist die Luft erstarrt,	Дыханье - паром. Снег хрустит	От холода отвердел воздух
Es kracht der Schnee von meinen Tritten,	И скован воздух омертвелый,	Снег хрустит от моих шагов
Es dampft mein Hauch, es klirrt mein Bart;	И борода моя звенит;	Парит мое дыхание, звенит моя борода;
Nur fort, nur immer fort geschritten	Вперед, в морозные пределы!	Шагать только вперед, всегда только вперед

ные" [16] и "мерительные" [17]. Как показывает анализ [5], свойство фундаментальности функции меры — необходимое и достаточное условие существования свойства точности. С одной стороны, без функции меры невозможно судить о какой-либо точности; с другой — определение (оценка) точности всегда происходит через информационное содержание меры. Следовательно, взаимно однозначное соответствие присуще не только понятиям "целенаправленные действия" — "информационные операции", "информационные операции" — "мера"; но и "точность" — "мера", что означает однозначное соответствие всех этих понятий между собой, включая изначальное понимание метрологии как учения о мере ("метрон" & "логос").

Соответствие понятий "целенаправленные действия", "информационные

**ется точность информационных (измерительных, мерительных) операций.**

Данное определение согласуется с информационными представлениями проф. Ф.Е. Темникова, относящимися еще к 60-м годам ("метрология — ...способы определения ...качества информации") [18], а в части примата термина "мера" и ее функции — с исторически сложившейся традицией. Так, в 1831 году Ф.И. Петрушевский определял метрологию как "описание всякого рода мер" [19]. Начиная с 1833 года принципиальную значимость и широкую применимость мер неоднократно отмечал Д.И. Менделеев. Обобщая их роль, он писал: "Точная наука немислима без меры" [20]. Не противореча традициям, предлагаемое определение раскрывает особую — элементарную и фундаментальную — роль функции

меры в информационных операциях. Оно также подтверждает важность ряда современных представлений, например прямых методов аттестации и проверки, основанных на метрологическом принципе автономности В.Н.Сретенского [21] и концептуально вытекающей из него применяемости источников природных констант.

В работе [11] утверждается, что метрология как наука “не содержит в своей основе каких-либо законов”. Однако в метрологии информационных операций таковые, безусловно, имеют место. Речь идет о свойственных метрологии и не имеющих непосредственного отношения к другим областям знания принципах фундаментальности функции меры, освобождения и связывания информации, а также о вложенности, или иерархии информационных операций (“принципе матрешки”) [5].

#### Связь метрологии с другими областями знания

Опираясь на рассмотренные метрологические принципы, и прежде всего на фундаментальность функции меры, а также на информационно-точностной, или информационно-метрологической\* изоморфизм, можно установить гносеологические связи между различными проявлениями природы. Это позволит выявить и использовать ряд аналогий в технических, естественных и гуманитарных науках, что приведет к их взаимному обогащению и объединению, а в результате — к синтезу новых знаний [22]. В частности, если понимать информатику как науку об информационных операциях, а не только “computer science” [3, 23, 24], то метрология может рассматриваться как точностная ветвь информатики.

Одна из основных задач теории исследования операций — их анализ и синтез по таким критериям, как, например, риски (поставщика и потребителя, инвестора (кредитора) и производителя, страховщика и страхователя, аудитора и клиента в предпринимательстве, вероятностей ложного опознания и пропуска целей в технике); вероятности ошибок первого и второго рода в математической статистике и т.д. Информационно-метрологическое разделение операций на восприятие, воспроизведение и переработку позволяет учесть специфику

определения рисков в каждом конкретном случае. В этом отношении метрологию можно квалифицировать еще и как информационно-метрологическую ветвь теории исследования операций (системного анализа).

Сегодня широко распространено понятие “информационные технологии”, под которыми понимают “процессы сбора, передачи, хранения и доведения до пользователей информации” [25] — т.е. все то, что в совокупности относится к родовой части предмета информатики. На языке метрологии это по существу операции восприятия, переработки и воспроизведения. Применительно к информационным технологиям представляют интерес два основных класса задач: системные (глобальные) и локальные — оценка (анализ) точности и точностная организация (синтез) отдельных информационных операций. И те, и другие могут быть решены точностными методами метрологии. Если такие задачи относятся к сфере предпринимательства, то метрология, решающая их инженерными методами (например, по критерию рисков), может именоваться и бизнес-инженерией.

Свойство точности представляет собой видовую часть предмета метрологии (родовая часть — сами информационные операции). Достаточно часто свойство точности не обладает интенсивностью, т.е. имеет не континуум, а только два состояния: “работоспособность” (цель операции достигнута) и “неработоспособность” (цель операции не достигнута). В этом необычном с точки зрения классических представлений случае свойство точности совпадает со свойством надежности. Таким образом теория надежности предстает как качественно-точностная ветвь метрологии, а специфической задачей метрологии становится официальная (на государственном уровне) гарантия правильности функционирования необходимой номенклатуры приоритетных артефактов: изделий военной техники, риск-машин, систем связи, терминалов (абонентских пультов) компьютерных систем выборов, средств безопасности, охраны и обеспечения жизнедеятельности, открытых (в т.ч. банковских) систем (OS) и их соединений (OSI). Это задача именно метрологии, ибо не существует других наук и областей дея-

тельности, изначально предназначенных для подобных целей.

Мера, как известно, бывает физической (гиря, нормальный элемент, магазин сопротивлений, цифро-аналоговый преобразователь) и информационной, соответствующей физической (номинальное значение физической меры). Информационная мера первична по отношению к физической [26]. Сочетание принципа фундаментальности функции меры с феноменом первичности информационной меры позволяет более полно понять глобальную гипотезу об онтологической первичности информации в широком смысле. Следовательно, метрология по существу является методической основой развиваемой И.И. Юзвизиным науки об информационном представлении мира (генерализационной роли информации в картине всего сущего) — информационной онтологии, или информационной [27, 28]. Сюда же могут быть отнесены и понимаемые в широком смысле известные естественно-научное и философское положения: “Функция рождает орган” и “Идея становится материальной силой”. Подобное толкование первичности информации делает возможной эксплицированную интерпретацию известной идеи монизма Вселенной К.Э.Циолковского [29].

Итак, объединяя на основе общности свойств фундаментальности функции меры, точности, феномена первичности информационной меры и пр. методические подходы из самых разных областей знания (информатики, исследования операций (системного анализа), бизнес-инженерии, теории надежности, метрологии, теории познания), метрология несет функцию взаимного обогащения и объединения (интеграции), а в ряде случаев и синтеза новых знаний. Механизм такой интеграции и синтеза — перенос уже разработанных информационно-метрологических методов из наук технических в смежные и более далекие области знания.

#### Литература

1. МИ 2247-93 Метрология. Основные термины и определения. — ВНИИМ, 1994.
2. International vocabulary of basic and general terms in metrology. — IOS, 1993.
3. Сифоров В.И., Суханов А.П. Информация, связь, человек. — М.: Знание, 1977.
4. Вернадский В.И. Философские мысли натуралиста. — М.: Наука, 1998.
5. Бондаревский А.С. Метрология информа-

\*Термин предложен проф. В.А. Кузнецовым.

ционных операций. Теория рисков. — Электронная техника. Сер. 3, Микроэлектроника, 1996, вып. 1(150).

6. **Розенберг В.Я.** Радиотехнические методы измерения параметров процессов и систем. — М.: Изд-во стандартов, 1970.

7. ГОСТ 16465-70. Сигналы радиотехнические измерительные. Термины и определения. — М.: Изд-во стандартов, 1970.

8. **Льюнг Л.** Идентификация систем. Теория для пользователя. — М.: Наука, 1991.

9. **Большачев А.Д., Цапенко М.П., Шенборг И.М.** Качество отдельного результата контроля. — Измерительная техника, 1985, №2.

10. **Фор Р., Кофман А., Дени-Папен М.** Современная математика — М.: Мир, 1966.

11. **Богомолов Ю.А., Исаев Л.К., Кульба В.В.** Метрология—информатика—управление. Новый подход. — Измерительная техника, 1996, №7.

12. **Волькенштейн М.А.** Стихи как сложная информационная система. — Наука и жизнь, 1970, №1.

13. **Бондаревский А.С.** О соотношении понятий “единство” и “точность” измерений. —

Метрология, 1995, №6.

14. **Клир Дж.** Системология. — М.: Радио и связь, 1990.

15. **Исаев Л.К. и др.** Метрологические аспекты испытаний и контроля. — Измерительная техника, 1981, №3.

16. **Земельман М.А.** О понятии “измерение” и его обобщениях. — Измерительная техника, 1985, №2.

17. **Бондаревский А.С., Сретенский В.Н.** Расширенное толкование предмета метрологии на основе учета современных потребностей и классических представлений. — Измерительная техника, 1996, №7.

18. **Темников Ф.Е.** Автоматические регистрирующие приборы. — М.: Машиностроение, 1968.

19. **Петрушевский Ф.И.** Метрология как описание мер, весов, монет и времени счисления. — СПб, 1831.

20. **Менделеев Д.И.** Сочинения, т. XXII, Метрологические работы. —Л-д.—М.: АН СССР, 1950.

21. **Сретенский В.Н.** Систематизация и направления развития прикладной метрологии в

электронике. — Электронная промышленность, 1994, вып. 7/8.

22. **Моисеев Н.Н.** Человек, среда, общество. — М.: Наука, 1982.

23. **Темников Ф.Е.** Информатика. — Известия вузов. Электромеханика, 1963, №11.

24. **Моисеев Н.Н.** Методы информатики в управлении народным хозяйством. — М.: АНХ при СМ СССР, 1988.

25. **Данилевский Ю.Г., Петухов И.А., Шибанов В.С.** Информационная технология в промышленности. — Л-д: Машиностроение, 1988.

26. **Темников Ф.Е., Афонин Б.А., Дмитриев В.И.** Теоретические основы информационной техники. — М.: Энергия, 1979.

27. **Юзвизин И.И., Евреинев Э.В.** Информатизация Вселенной — Журнал ИМРМВ, 1994, № 1.

28. **Юзвизин И.И.** Информациология или закономерности информационных процессов и технологий в микро- и макромирах Вселенной. —М.: Радио и связь, 1996.

29. **Циолковский К.Э.** Монизм Вселенной (конспект). — Калуга: 1925.

### Представляем автора статьи

**БОНДАРЕВСКИЙ Аркадий Самуилович.** Окончил Московский энергетический институт. Доктор технических наук, профессор МГИЭМ, главный научный сотрудник НИИ “Научный центр”, лауреат государственного конкурса по микроэлектронике. Разработчик автоматизированных систем контроля, создатель методологии контроля. Работает в области метрологии информационных операций. Контактный телефон: (095) 534-58-32.

В конце прошлого года в Москве прошла конференция “Краткосрочный прогноз землетрясений с помощью радиофизических наземно-космических методов”. По существу она стала первым мероприятием, где были подведены итоги более чем двадцатилетних исследований в данной области. Актуальность проблемы краткосрочного прогнозирования землетрясений для безопасности населения сейсмоопасных регионов не вызывает сомнений. Сегодня уже совершенно очевидно, что решение этой задачи возможно лишь на основе совместных комплексных наблюдений за большим числом параметров полей различной природы в литосфере, атмосфере и ионосфере. Требуется обработка результатов наблюдений за огромными территориями (миллионы квадратных километров) в реальном масштабе времени, что предъявляет исключительно жесткие требования к системам мониторинга и обработки информации. Дополнительные проблемы возникают в связи с необходимостью соблюдения кибернетического принципа “построение надежного целого из ненадежных компонентов”.

В последние годы выявлены бесспорные факты, доказывающие существование причинно-следственных связей между литосферными процессами на стадии, непосредственно предшествующей разрушительным землетрясениям, и возмущениями различных параметров ионосферы и магнитосферы. Аномалии в ионосфере перед землетрясениями несут информацию, позволяющую детектировать и интерпретировать их в качестве предвестников приближения землетрясений. Не менее очевидно, что создание системы краткосрочного прогноза землетрясений практически невозможно на основе только наземных систем наблюдения по экономическим причинам. Необходимо создавать спутниковые системы мониторинга ионосферы. Исследования в течение последних двадцати лет однозначно показали, что, обрабатывая результаты специальных наблюдений со спутников, можно получить достаточно большой набор предвестников землетрясений.

В этой связи важнейшими задачами конференции были обобщение и систематизация данных по предвестниковым эффектам, планы наблюдений со спутников, сравнительный анализ разрабатываемых проектов спутникового мониторинга сейсмической активности и выбор наиболее перспективного из них. На конференции были представлены доклады ведущих специалистов из Объединенного института физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН, Института земного магнетизма и распространения радиоволн РАН, Института физики атмосферы РАН, Московского государственного университета, ЦНИИ “Комета”, НПО им. Лавочкина и др.

Наиболее перспективной признана наземно-космическая система диагностики ионосферы методом радиопросвечивания в реальном масштабе времени с помощью геостационарного космического аппарата действующей системы “Око” (проект “Матрица”). По предварительным оценкам, реализация проекта “Матрица” позволит определять координаты эпицентра катастрофического землетрясения с заблаговременностью до суток, точностью не хуже 200 км и вероятностью более чем 0,8 на территории, охватывающей Дальний Восток России, восточные провинции Китая, Корею, Японию, Индонезию, Филиппины, Малайзию, Австралию, а также часть штата Аляска (США). Предполагается, что работы по проекту “Матрица” будут проводиться в тесной кооперации с рядом международных и национальных (Япония, США, Франция, Китай, Германия) организаций для информационного обеспечения краткосрочного прогноза.

Общие затраты на создание наземно-космического комплекса “Матрица” оцениваются примерно в 5,5 млн. долл. США. Если финансирование работ по созданию комплекса начнется в 1998 году, то уже к 2000 году проблема информационного обеспечения системы краткосрочного прогнозирования разрушительных землетрясений для Азиатско-Тихоокеанского региона может быть решена.

**Е. Мосин**

**Обсуждаются проблемы краткосрочного прогнозирования землетрясений**

**Создается компьютерная система с быстродействием до  $30 \cdot 10^{12}$  операций с плавающей запятой в секунду**

## Дайджест

В декабре прошлого года Министерство энергетики США открыло новую программу Pathforward (путеводитель), цель которой – создать к 2001 году компьютерную систему с быстродействием  $30 \cdot 10^{12}$  операций с плавающей запятой в секунду (30 Tflops). Это на порядок превышает быстродействие современных систем. К 2004–2005 годам планируется увеличить ее быстродействие до 100 Tflops. Программа будет проводиться совместно с Сандийской, Лос-Аламосской и Ливерморской национальными лабораториями. В ее рамках будут разработаны соединения системного уровня, позволяющие объединить в единую систему до 100 и более симметричных мультипроцессорных блоков, содержащих от 16 до 128 центральных процессоров каждый. Полоса пропускания такой системы – 2–4 Гбайт/с, полоса пропускания каналов, соединяющих секции, — примерно  $10^{12}$  байт/с.

По другой программе Министерства энергетики (Ускоренная стратегическая компьютерная инициатива – ASCI) уже создаются первые суперкомпьютеры с требуемым быстродействием. Так, Сандийской национальной лаборатории поставлен суперкомпьютер фирмы Intel, выполняющий  $10^{12}$  операций с плавающей запятой в секунду. Система, известная как “красная” машина ASCI-программы, содержит 9 тыс. центральных процессоров класса Pentium-Pro. К началу 1999 года должны появиться так называемые “голубые” машины ASCI-программы на 3 Tflops. Одна из них будет поставлена Ливерморской лаборатории Лоуренса фирмой IBM. Ее архитектура реализована на базе многокристального центрального процессора PowerPC. Машина содержит 512 узлов с восемью центральными процессорами в каждом. Вторую машину, предназначенную для Лос-Аламосской национальной лаборатории, изготовят фирмы Silicon Graphics и E Systems.

Если ASCI нацелена на создание “железа”, то Pathforward – на создание гигабайтной системной сети. По свидетельству ведущего ученого Ливерморской лаборатории Л.Р. Ватсона, главное сейчас – разработать методы масштабирования и интеграции, которые позволили бы объединить компоновочные блоки в систему с высоким быстродействием. В числе возможных поставщиков, располагающих нужными изделиями и технологиями, прежде всего называют фирму Hewlett-Packard, а также Silicon Graphics и E Systems. Однако решить поставленную задачу будет нелегко. Скорость передачи данных широко распространенных сейчас линий связи стандарта Hippi-800 составляет 100 Мбайт/с. С внедрением стандарта Hippi-6400 скорость передачи увеличится в восемь раз. Но для программы Pathforward потребуется технология со значительно большим быстродействием. Еще одна трудноразрешимая проблема связана с разработкой оптических накопителей большой емкости и параллельных программных средств: с помощью реального физического прикладного кода предстоит достичь быстродействия, сопоставимого с результатами эталонного тестирования “чрезвычайно запутанных параллельных” программных средств.

Проекты Pathforward и ASCI нацелены на решение весьма специфической задачи — создать вычислительные мощности для программ, способных имитировать поведение ядерных средств в условиях катастроф (пожары, землетрясения и др.). Необходимость этого вызвана мораторием на ядерные испытания, прекращением разработок и закрытием многих предприятий по производству ядерного оружия.

Министерство энергетики планирует закупать для программы Pathforward изделия, предлагаемые на рынке, а не те, которые созданы при финансовой поддержке Министерства обороны. По словам руководителя ASCI-программы и заместителя министра обороны Дж. Виганда, следующее тысячелетие — эра Министерства энергетики, а не DARPA, как это было в 80-е годы.

*EETimes — Headline News*

В ноябре прошлого года в Брюсселе прошел очередной всемирный салон изобретений “Брюссель-Эврика-97”, на котором Россия представляла 99 экспонатов. Экспозиция Департамента радиоэлектроники и приборостроения Минэкономки РФ включала 19 экспонатов. Все они были награждены медалями Салона, в том числе 11 – золотыми. Золотыми призерами Салона стали электродуговая плазменная горелка (А.Апуневич, Е.Титаренко), способ автоматического пожаротушения и система его реализации (Л.Мотин, А. Политов, А.Юргенсон, А.Дроздов), двухзеркальная осесимметричная антенна (В.Макота, Л. Кудрявцев, М.Павлова, В.Щербенков), устройство для измерения внутриглазного давления (А.Червяков, Ю.Зеленюк, Н.Песков, Г. Пилецкий, Н.Пилецкий, Е.Строев, Б. Черкунов, К.Иванищев), нагревательный элемент для электрогрелки (Е.Строев, Н.Песков, Г.Пилецкий, Ю.Зеленюк), устройство для магнитотерапии (Е.Романов, Э.Сариев, С.Чижмак, В.Людзинская), печь для термической обработки углеродосодержащих материалов (Д.Жуков, В.Дементьев, Н.Михайлов, В.Мухин), способ изготовления кварцевой оснастки для обработки полупроводниковых пластин (Н.Зайцев, Г.Красников, А.Нечипоренко), импульсный магнетрон 2-мм диапазона длин волн (А.Гурко), быстроперестраиваемый магнетрон (М.Зыбин), оптическое навигационное устройство (И.Олихов, А.Глотов, А.Гольченко, А.Евстигнеев, Л. Косовский, С.Фоменко). Практически ко всем экспонатам был проявлен высокий коммерческий интерес. Многие зарубежные фирмы выразили заинтересованность в приобретении экспонировавшихся изделий и оказании дилерских услуг.

**Собств. инф.**

**Всемирный салон изобретений “Брюссель-Эврика-97”**

## Новости