

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 681.3:621.382:519.68

В. М. Колешко

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МАШИН, ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ

*Белорусская государственная политехническая академия
Минск, Беларусь*

В настоящее время практически все передовые страны мира придают огромное значение развитию инженерии интеллектуальных систем («Intelligent System Engineering»), проводя крупномасштабные исследования, обучение и разработки в рамках своих государственных программ. Такое внимание к новым интеллектуальным технологиям в информатизации общества обусловлено тем, что в отличие от традиционных формальных моделей и компьютерных систем такие технологии способны эффективно решать широкий круг трудно формализуемых задач, недоступных обычным системам.

Решение многих актуальных задач развития промышленного и сельскохозяйственного производства, топливно-энергетического комплекса, жилищно-коммунального хозяйства, энерго- и ресурсосбережения, транспорта, экологического мониторинга и здоровья человека, общественной и национальной безопасности, построение нового информационного общества требует междисциплинарного подхода и непосредственно связано с разработкой, изготовлением и эксплуатацией интеллектуальных систем мониторинга и управления, элементной базой и техническими звеньями которых являются интеллектуальные сенсоры, сенсорные системы и технологии, микропроцессорная техника, информационные мульти-медиа системы, системы защиты информации, микроэлектромеханические системы, исполнительные механизмы, способные работать в составе иерархических гибких производственных систем в реальном масштабе времени благодаря интеллектуальному интерфейсу сопряжения (рис. 1). Это соответствует новому облику компьютерно-интегрированного распределенного производства и новым условиям их применения в составе локальных и глобальных интеллектуальных систем, включая всемирную паутину Интернет. Интернетовский «допинг» не только ведет к бурному информационному, образовательному и экономическому росту, но и создает миллионы новых рабочих мест. Опыт показывает, что только один год коммерческой деятельности в интернетовском пространстве равен по своей отдаче десяти годам

работы традиционными методами. Прикладные системы машинного разума (искусственного интеллекта), а также инструментальные средства для их проектирования не только стали коммерческим продуктом в цивилизованных странах, но и приносят даже сейчас значительный доход.

В настоящее время существует несколько путей развития данного направления, каждый из которых требует для достаточно полной проработки вложения огромных сил и средств. Каким же образом можно прояснить и выбрать наиболее перспективное направление образования, научно-технологических исследований и инженерных разработок? В этом случае имеется безошибочное направление развития – интеллект человека и машины.

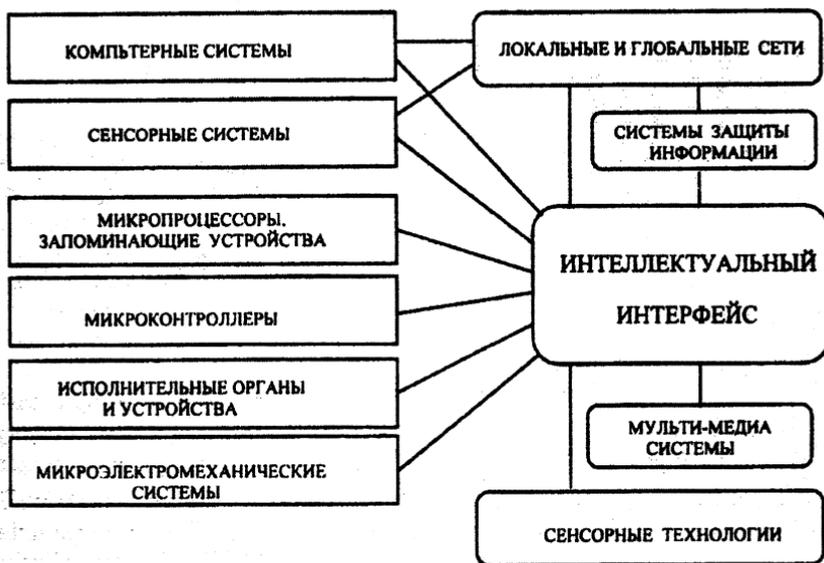


Рис. 1. Интеллектуализация технических систем и технологических процессов.

Развитие информатики, когнитивной науки, интегральной электроники и сенсорики, искусственного интеллекта должно быть неразрывно связано с исследованиями информационных процессов человека и других живых объектов. Общеизвестно, что интеллектуальные способности человека во многом зависят от способности воспринимать и обрабатывать информацию. Сегодня появилась возможность не только использовать методы информатики для анализа интеллекта человека, но и, наоборот, узнать, какие концепции организации компьютерных систем и обработки знаний помогут наиболее естественно описать как работу мозга, так и информатику человека в целом.

Развитие компьютеров оказалось столь стремительным, что первый человеко-эквивалентный компьютер (ЧЭК) был создан фирмой «Intel» (США) в 1996 году и используется пока только для очень сложных расчетов виртуальных ядерных взрывов, генома человека и стоит очень дорого (55 млн. долларов). Ведется интенсивная работа по созданию суперкомпьютера до 10 терафлоп (1 терафлоп – тысяча миллиардов операций в секунду). Мощность и память персональных компьютеров растут в геометрической прогрессии – последние два года удваиваются, и, вероятно к 2030–2050 году будет создан суперкомпьютер, мощность которого превзойдет мощность мозгов всего человечества.

Уже сейчас амбициозный план фирмы IBM (США) предусматривает разработку нового компьютера семейства RS/6000, способного выполнять свыше одного квадриллиона операций в секунду, что в 1000 раз превышает производительность машины, победившей в 1997 году чемпиона мира по шахматам. Представители IBM сообщают, что компьютер будет работать на основе более миллиона микропроцессоров, каждый из которых способен совершать миллиард операций в секунду. Ученые, занимающиеся генной инженерией, уже весьма заинтересованно поглядывают на эти разработки, мысленно развивая клонирование и генетически модифицированные продукты питания.

Известно, что человеческий мозг имеет 10+100 миллиардов нейронов, которые легко моделируются на компьютере. Когда мы сможем смоделировать все нейроны и нейронные сети и научимся переписывать их связи в кристаллы-чипы, человек как личность перейдет в электронный вид существования, а это значит все свое время будет расходовать не только на развитие науки, технологии, образования, но и на создание суперкомпьютеров на основе ДНК. Молекулярные ДНК-чипы размером не более бактерии (0,5–5,0 мкм) приведут к созданию ДНК-процессоров с генетическим кодированием информации и с ячейками суперпамяти на генетических молекулах. Объем информации, который можно будет вводить в нее, огромен и сравним с генетической памятью. Например, один кубический миллиметр такой суперпамяти способен заменить винчестеры всех существующих в мире компьютеров, а это основа для создания генокомпьютеров новых поколений, реально приближенных к мозговой памяти и мышлению. И такие процессоры можно будет встраивать не только в технику, ткани одежды, но и в тело человека и животного.

Сенсоризация производственной деятельности, то есть замена органов чувств человека на микросенсоры и микроэлектромеханические системы (МЭМС) должна рассматриваться в качестве следующей промышленной революции передовых стран вслед за первыми двумя – машинно-энергетической и информационно-компьютерной. Многообещающей тенденцией развития сенсорики в настоящее время представляется разработка интеллектуальных микроэлектромеханических сенсорных систем на основе функциональной интеграции сенсорных, процессорных и исполнительных элементов в микроэлектронном исполнении (рис. 2).

Органы чувств человека способны воспринимать и преобразовывать сигналы нескольких модальностей: электромагнитные поля в видимой (зрение) и инфра-

красной (температурная чувствительность) областях спектра; механические возмущения – звуковые волны (слух), силу тяжести (гравитационная и вестибулярная чувствительность), механическое давление (осязание); химическое восприятие-обнаружение веществ в жидкой фазе (вкус) и газовой фазе (обоняние).

Микро- и нанозлектроника уже сегодня способны создавать новые органы чувств человека и машины, например, регистрировать магнитные поля как в видимом диапазоне, так и в области ультрафиолетового, рентгеновского или радиационного излучений. Успешно создается «внутреннее биохимическое, электронное и оптическое зрение» для обнаружения, регистрации и контроля ключевых метаболитов, определяющих согласованность биохимических и электроакустических механизмов в норме и места их нарушения при различных патологиях. Будут применены современные знания о принципах организации и функционирования сенсорных систем для создания новых сенсорных технологий.

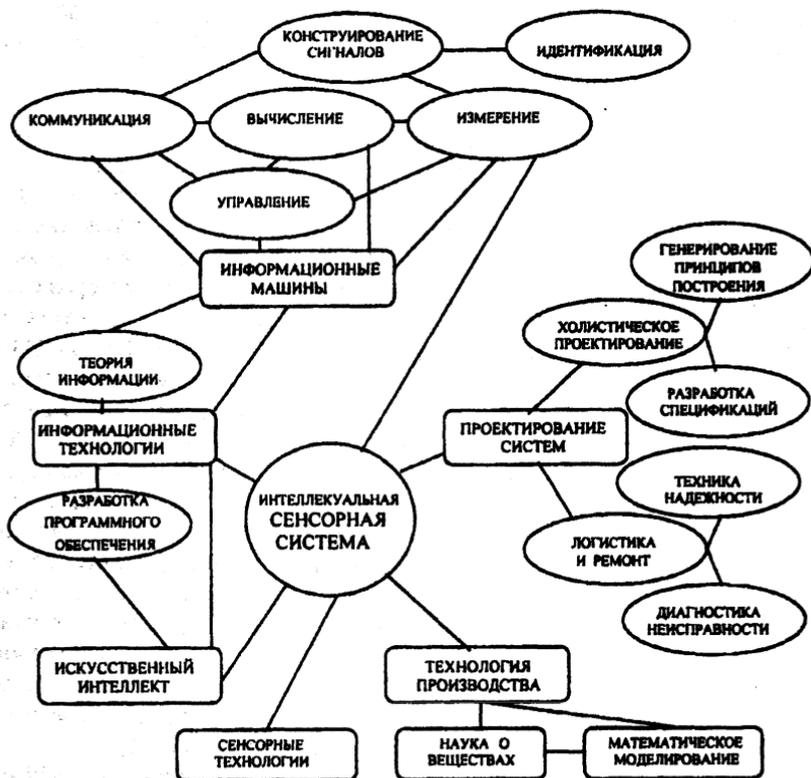


Рис. 2. Инженерия знаний при проектировании интеллектуальных сенсоров.

Сенсорные системы живых организмов удовлетворяют самым строгим информационным требованиям: с высокой точностью различают воздействия различных модальностей, воспринимают силы воздействий в широких диапазонах, обладают предельно высокой чувствительностью, каждую только допускают законы физики, химии, информатики, и при этом способны адаптировать свою чувствительность. Специализированные рецепторные клетки непосредственно либо через промежуточные нейроны кодируют, включая и генетически, и передают сенсорную информацию в мозг электрическим (электроакустическим) способом нервных импульсов. После обработки мозгом сенсорной информации немедленно формируются выходные команды или производится «запись» в память мозга для будущего использования.

Техническая реализация сенсорных систем основана на доведении степени интеграции до уровня функциональной, что в принципе позволяет реализовать такие интеллектуальные свойства МЭМС, как самоконтроль и адаптация текущего состояния системы к состоянию ее внешней и внутренней среды (рис. 3).

Обычно работа МЭМС описывается тройкой изолированных преобразований:

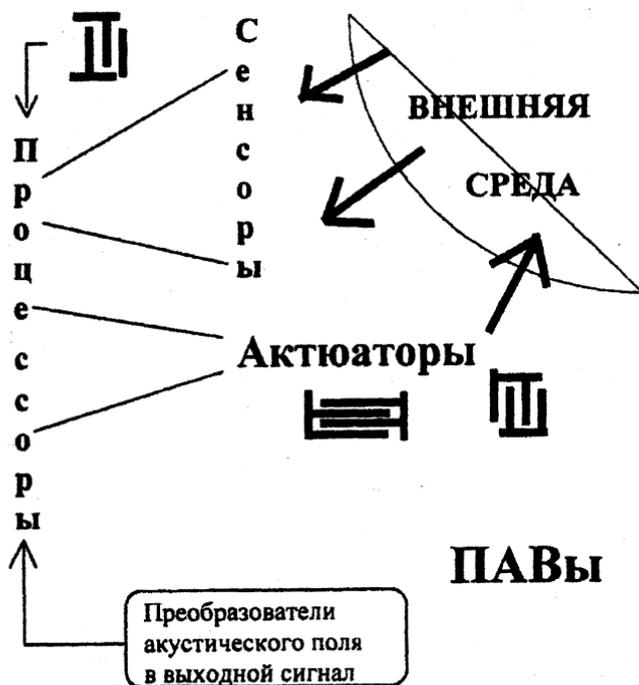


Рис. 3. Интеллектуальная МЭМС на поверхностных акустических волнах.

- 1) сенсорное преобразование внешних и внутренних характеристик системы в электрические сигналы;
- 2) микропроцессорную переработку сигналов в управления;
- 3) исполнение действий под заданным управлением.

Системный подход к интеллектуализации МЭМС основывается на введении многоуровневой иерархии переменных, в которой переменные верхнего уровня представляют свойства нижнего уровня в интегральной форме, достаточной для принятия обоснованного решения.

Наиболее информативными интегральными характеристиками МЭМС являются межканальные кросс-корреляции вида $F_{\alpha_1 \dots \alpha_n}(\omega_1, \dots, \omega_{n-1}, t)$ (где α – номера каналов), в которых интегрируется информация о температуре, влажности, деформации, механических напряжениях, крутящем моменте, ускорении, давлении, электрическом и магнитном полях, массовом нагружении поверхности, адсорбции и абсорбции химических веществ и т.п.

Коммерческие интеллектуальные сенсорные системы и приборы уже появились на рынке, например, электронный нос для распознавания запахов или электронный язык для распознавания вкуса. Через некоторое время, однажды утром электронный нос приготовит Вам, а электронный язык обеспечит Вашей чашечке кофе чудесный вкус. Интеллектуальные приборы и машины отбракуют качество сырьевых материалов, осуществят мониторинг за процессом производства, определяют употребление наркотиков, алкоголя, никотина, определяют состояние здоровья человека и животного, осуществят индивидуальный и глобальный мониторинг безопасности жизнедеятельности.

В настоящее время любая конкретная технологическая продукция примитивнее своего творца – человека. Но в масштабе времени естественной эволюции и усилий мирового сообщества прогресс интеллектуальных технологий идет быстрыми темпами (рис. 4), и определяющими были разрешающая способность технологии и степени прогресса, где:

I_0 – «проектная норма», мера разрешающей способности;

G – ежегодная мировая мощность технологии, выраженная в количестве производимых изделий с минимальными для своего времени проектными нормами;

F – типичная (максимальная) производительность компьютерных машин (операции в секунду);

M – соответствующая емкость машинной памяти.

В известном смысле технологический опыт накапливается не только в традициях общества, но и в структуре мозга создателя, а следовательно, в генетическом аппарате и анатомии человека. Разумеется, генетически накапливается не опыт конкретных технологий, а универсальный опыт решения сложных задач во все время обновляющихся условий. Таким образом, формируется интеллектуальный аппарат, древо развития интеллектуальных систем для целей близкого и далекого будущего развития общества.

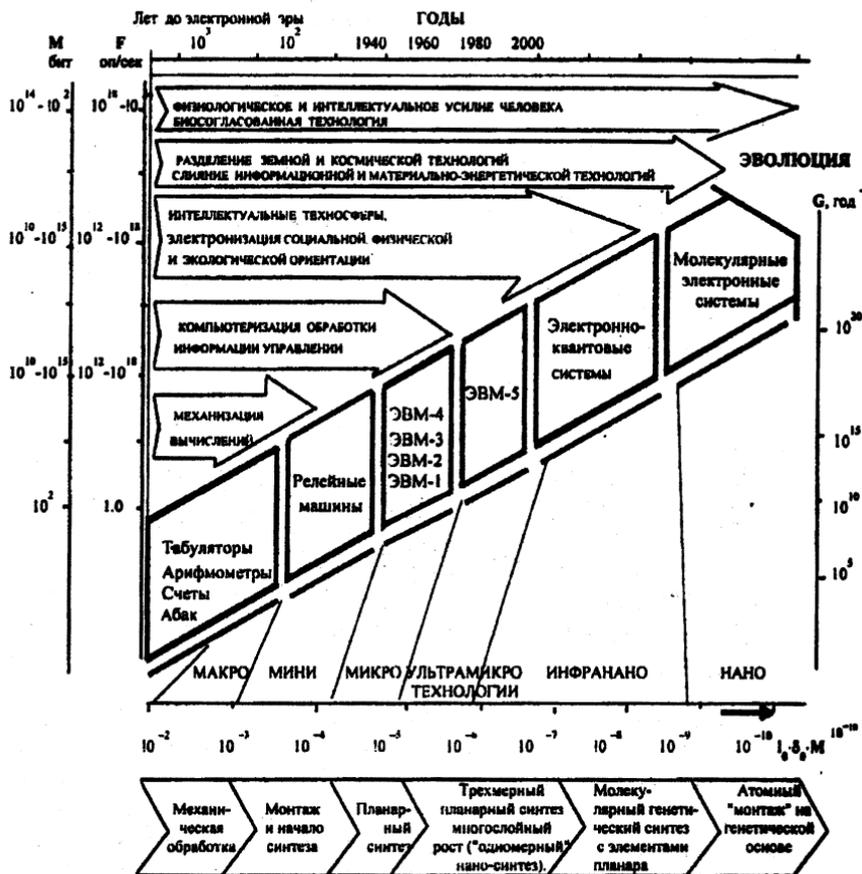


Рис. 4. Эволюция интеллектуальных технологий.

Развитие интеллектуальных систем с генетическим кодированием информации откроет большие перспективы для человечества:

- будут решены вопросы омоложения и продления жизни человека;
- будут решены вопросы волновых принципов лечения практически всех заболеваний;
- будут созданы невиданные гибриды растений и животных, а также новые поколения инструментальных и технических средств с искусственным интеллектом;
- будут созданы суперкомпьютеры, близкие человеческому мозгу, что обеспечит выход на супертехнологии;

– будут созданы условия извлечения из подсознания человека информации, что позволит человеку войти в новые общественно-экономические, социальные и биологические измерения.

Поэтому формирование инженера, технолога, ученого, будущего руководителя следует начинать сегодня [1, 2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Образовательный стандарт РД РБ 02100.5 ХХХ-99 высшего образования по специальности «Интеллектуальные приборы, машины, технологии и производства».
2. Образовательный стандарт РД РБ 02100.5 ХХХ-99 по специальности «Интегральные сенсорные системы».

УДК 621.37.39:534

В. М. Колешко, В. В. Баркалин, Е. В. Польшкова

УПРАВЛЕНИЕ АКУСТИЧЕСКИМ ПОЛЕМ В МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СЕНСОРНЫХ СИСТЕМАХ

*Белорусская государственная политехническая академия
Беларусь, Минск*

Наиболее многообещающей тенденцией в развитии сенсорики в настоящее время представляется разработка интеллектуальных микроэлектромеханических систем (МЭМС) на основе функциональной интеграции сенсорных, процессорных и исполнительных акустоэлектронных элементов в микроэлектронном исполнении.

Переход к микро- и наноразмерным структурам приводит к расширению списка существенных физико-химических процессов, которые необходимо учитывать при определении управлений и можно использовать при разработке новых типов МЭМС. Интегрирующим уровнем МЭМС может являться акустическое поле поверхностных акустических волн (ПАВ).

Вследствие микронных размеров элементов МЭМС обсуждаются ПАВ в частотном диапазоне 100 МГц – 1 ГГц, что соответствует длинам ПАВ 3–30 мкм и площади ПАВ-структур 0,1–10 мм², попадающей в размерную область технологии микроэлектроники.

Задача управления полем ПАВ сложна и должна ставиться уже на этапе проектирования МЭМС на ПАВ. В табл. 1 сведены основные управляющие параметры ПАВ-систем, влияние которых определяет характеристики качества последних. Проектирование МЭМС на ПАВ включает этап компьютерного моделирования, который лучше всего интегрировать в САПР МЭМС на ПАВ.