

В мире инноваций

Интеллектуальный магнитометр – прорыв в будущее

АЛЕКСЕЙ ГРАБОВ,
ведущий инженер НПО ИТ

С начала 2013 года отдел НПЦМ-1 в сотрудничестве с отделом 0019 и отделом 521 интенсивно проводит работу под названием «Прототип-ИМР». Её цель – создание нового поколения важного в ракетно-космической технике класса бортовых приборов – магнитометров для систем ориентации и навигации.

Важность и необходимость этой разработки можно проиллюстрировать одним фактом: в спутнике средней сложности около 200 магнитометрических датчиков. В космическом полёте они нужны для исследований состояния магнитосферы, мониторинга геомагнитной обстановки, исследования межпланетных полей, управления системой ориентации и позиционирования КА и т. д. Поэтому и в итоге работы «Прототип-ИМР» ожидается появление многофункционального датчика, способного заменить сразу несколько бортовых приборов.

Главный конструктор по направлению, начальник отдела НПЦМ-1 В.И. Суханов объясняет суть технической задачи:

– Ранее мы разработали магниторезистивные датчики магнитного поля МРЧЭ-237 и, начав испытания, обнаружили, что они прекрасно чувствуют геомагнитное поле. Поэтому мы и решили сделать на их основе какой-то прибор, условно именуемый «электронный компас». Первоначально планировалось просто взять два-три наших датчика МРЧЭ-237 и направить их оси чувствительности ортогонально друг к другу. Очевидно, что технические характери-

стики компаса целиком определяются характеристиками используемых в нём чувствительных элементов магнитного поля. А наши магниторезисторы в ряду всех аналогов сразу выделяются соотношением таких параметров, как высокая чувствительность, низкая потребляемая мощность, малые габаритно-массовые характеристики и высокая стойкость к внешним воздействиям.



А.В. Грабов.

Сегодня исследованием и разработкой тонкоплёночных магниторезистивных элементов занимаются многие научные центры и фирмы, среди которых Nonvolatile Electronics, Hewlett-Packard, Honeywell (все США), Sony Corp., Fujitsu LTD., Hitachi LTD (Япония), Philips (Голландия). Это настоящие современные нанотехнологии. В России в этом направлении работают МГУ, ИПУ РАН, ИМЕТ РАН, ИА-ТЭ, НТЦ МГИЭТ и др. Но, несмотря на столь внушительную активность, в России до появления нашего МРЧЭ-237 не было своего магниторезистивного датчика магнитного поля, пригодного для измерения в условиях околоземного космического пространства

постоянных магнитных полей в диапазоне ± 2 Эрстеда с разрешением в 1 миллиЭрстед.

Мы доработали наш датчик, сделали его двухосным (этот вариант называется МРЧЭ-237-01) и обратились к специалистам отдела 0019 под руководством Е.В. Бродина помочь нам сделать схему считывания и обработки сигнала. «Бродинцы» справились с работой на пять с плюсом, в итоге мы получили замечательный прибор МРД-009. Были изготовлены и испытаны макетные образцы, ныне развёрнуто производство уже опытных образцов наших магнитометров.

Поскольку проект «Прототип-ИМР» в этом году близится к завершению, самое время определиться: в каком направлении двигаться дальше? Ясно, что, во-первых, надо работать над дальнейшим повышением чувствительности и разрешающей способности магниторезисторов. Слабые магнитные поля магнитудой ≤ 10 миллиЭрстед – это новые и очень перспективные области применения датчиков. Среди них – исследование геомагнитных аномалий, что важно для поиска полезных ископаемых; автономное магнитометрическое определение параметров орбиты с точностью до 1 км, что очень интересно для разработчиков наноспутников.

В перспективе, имея разрешающую способность $0,5 \cdot 10^{-5}$ Э, можно будет даже чувствовать магнитные поля сердца, снимать бесконтактную магнитотокдиограмму! Такое повышение чувствительности может быть достигнуто в результате внедрения новых, квантовых магниторезистивных эффектов. Для этого мы наметили научно-исследовательскую ра-

боту (НИР) «Гиперион», единого отраслевым КНТС по нанотехнологиям.

Второе перспективное направление развития – так называемая пассивная магнитная локация. Если три или лучше четыре наших магнитометра МРД-009 соединить с компьютером и написать программу, которая будет обрабатывать сигналы от всех приборов одновременно, то, зная базовые расстояния и углы между приборами, мы сможем обнаруживать движущиеся массы ферромагнетиков, наличие-отсутствие токов в определённой области пространства. Системы магнитной локации вызывают большой интерес у военных, например, для обнаружения подводных лодок, подземных коммуникаций и не только.

Пассивная магнитная локация – это ещё и перспективный род систем технического «зрения», способных «заглядывать сквозь стены».

Третье возможное направление развития вытекает из второго. Каждый ферромагнитный предмет создаёт вокруг себя в пространстве магнитное поле уникальной геометрической формы. Зафиксировав с помощью прибора эту геометрию, мы получим так называемую магнитную сигнатуру – то есть «подпись» предмета. Такая индивидуальная метка позволит опознавать предмет так же, как, например, его внешний вид, этикетку, штрих-код. Не так давно японские исследователи



Справа налево: В.И. Суханов, начальник отдела, А.В. Веселов, начальник группы.

предложили использовать метод считывания магнитных сигнатур для контроля движения таких массивных ферромагнитных предметов, как железнодорожные составы. По такой метке можно будет определить не только присутствие состава на конкретном перегоне, но и скорость его движения, наличие вагонов, исправность электрооборудования. Мы сейчас активно пытаемся заинтересовать Департамент автоматизации и сигнализации ОАО «РЖД» возможностями наших приборов.

Так, шаг за шагом, работая на стыке микро- и нанотехнологий, наш отдел микроэлектронных датчиков НПЦМ-1 постепенно расширяет номенклатуру датчиковой компонентной базы для космической электроники. Возможно, что в ближайшее время обнаружатся и новые перспективные направления развития этой темы. В любом случае мы будем развивать уже проявившийся плодотворный эффект положительной обратной связи между разработчиками отдельных компонентов и создателями конечных пользовательских радиоэлектронных систем.

Экономические технологические уклады и инновационное развитие космонавтики

ВИКТОР ОНОПРИЕНКО,
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
ФГУП «Организация «Агат»

Жизненный цикл технологического уклада охватывает примерно 100–120 лет. Увязывая сложную взаимосвязь экономики технологического уклада с финансовым и промышленным капиталом, К. Перес и Д.Е. Деметьева показали, что их взаимосвязь и взаимозависимость в полной мере зависят от системы образования.

Но для чёткого понимания четвёртой технологической революции, подготовки кадров для её осуществления и перехода на новый технологический уклад сегодня и в ближайшем будущем необходима реализация того, что лет десять-пятнадцать назад считалось научно-фантастическим жанром.

Слово «нанотехнология» известно сегодня всем, потому что нанотехнология

открыла нам путь в будущее. Десять лет назад Национальный научный фонд США, под руководством которого ведётся основная часть научных исследований в стране, выпустил отчёт, прогнозирующий развитие науки на ближайшие 50 лет. Отчёт носит название NBICR, в русской транскрипции НБИКР, что определило эту аббревиатуру как главный тренд на ближайшее будущее: Н – нанотехнологии; Б – биотехнологии; И – информационные технологии; К – когнитивные технологии; Р – реактивные и ракетные двигатели.

Революция информационных технологий началась в 60-е годы прошлого столетия, стремительный прогресс биотехнологий развернулся в 90-е годы, в нулевые годы XXI века разразилась борьба за освоение нанотехнологий, а в наши дни начинается стремительно развиваться когнитивная технология.

Сегодня с «нано-», «био-», «инфо-», «когно-» и связывают будущее космонавтики. Новые космические аппараты будут управляться функциональным состоянием мозга. О чтении мыслей по нервным импульсам речи не идёт – кодировка абсолютно неизвестна, к тому же наверняка эти коды, как считает большинство исследователей, у каждого человека свои. Сейчас вообще непонятно, как к этой проблеме подступиться. Расшифровывая электроэнцефалограмму (ЭЭГ), учёные пришли к пониманию проблемы интерфейса мозга-компьютера.

Смысл этой проблемы таков: как организовать прямой контакт между двумя информационными машинами – мозгом и компьютером. Исследуя нейророграммы, Пол Пич из Индианского университета пришёл к пониманию того, что информация, хранящаяся в мозгу, построена на голологическом принципе,

а не только на хранении в памяти прошлого опыта. Голографическая теория старается объяснить хранение в мозгу информации как приобретённую из опыта, так и усвоенной во время утробной жизни.

Голограмма заключает в себе информацию в форме, непонятной нашему здравому смыслу, невидимой из-за номиналистической завесы нашей культуры. Но при известном терпении, изучении и понимании, а также при отсутствии предвзятости интуиция скоро начинает схватывать основные принципы этого явления и принимать их.

Привычные нам виды информации, даже выраженные в сложных кодированных формах, разбивают осознанную ныне информацию на мелкие частицы и располагают её согласно основному принципу макроскопической анатомии: «Всему своё место и всё на своём месте!»

Если от голограммы оставить только мельчайшую частицу, в ней будет содержаться вся информация целиком, её только надо расшифровать. При этом любая частица голограммы эквивалентна любой другой её части. Для создания голограммы в физической среде, с одной стороны, необходимо когерентное излучение, а с другой стороны, качество голограммы в значительной мере зависит от интенсивности излучения. Обоим этим требованиям удовлетворяют лазеры. К голограммам необходимо привыкнуть. Но главное достоинство голограмм становится заметным при их расшифровке и восстановлении закодированной информации. Тогда голограммы не только повторяют поведение, но шаг за шагом раскрывают способ функционирования человеческого мозга.

Быстрые переходы от одной формы информации в другую, заключающую в себе большое количество данных, были бы совершенно невозможны при традиционных способах записи информации, которую приходится расшифровывать последовательно по маленьким частям. Но в голограмме всё построено по иному принципу: «Всё и сейчас».

Когда мозг делает огромные преобразования и выдаёт требуемые команды по нескольким центрам управления в свойственных ему традиционных масштабах, мы называем это абстрактным мышлением, или воображением. В этом отношении человеческий мозг далеко превосходит самые усовершенствованные суперэлектронно-вычислительные устройства, потому что компьютеры обрабатывают частицы информации, в то время как мозг оперирует целковыми единицами информации, которые могут возникать и взаимодействовать между собой без необходимости промежуточного исчисления.