ВОЕННЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ: БИОТЕХНИЧЕСКИЕ ГИБРИДНЫЕ УСТРОЙСТВА И МИНИАТЮРНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ СПУТНИКИ

MILITARY APPLICATIONS OF NANOTECHNOLOGY: BIO-TECHNICAL HYBRIDS AND SMALL SATELLITES

Ю.Альтман
Ju.Altmann

В продолжении публикации отрывков из книги Юргена Альтмана "Военные нанотехнологии. Возможности применения и превентивного контроля вооружений"^{*} рассматривается применение нанотехнологий (НТ) в создании биотехнических гибридных устройств и миниатюрных космических спутников.

In the excerpts from the book by Jurgen Altmann, "Military nanotechnology. Potential applications and preventive arms control"^{*} such issues are discussed as the use of nanotechnology in the development of bio-technical hybrids and small satellites.

НТ имеют хорошие перспективы применения при создании биотехнических гибридных устройств, а также миниатюрных космических спутников и средств их запуска.

БИОТЕХНИЧЕСКИЕ ГИБРИДНЫЕ УСТРОЙСТВА

Параллельно с созданием "полностью искусственных" роботов ведутся интенсивные разработки по конструированию и созданию биотехнических гибридов из животных или насекомых, в организмы которых имплантируются наноустройства разного типа и назначения. Использование различных животных в военных целях имеет весьма давние традиции, но появление биотехнических гибридов открывает в этой классической области совершенно новые возможности и перспективы. Огромным преимуществом гибридов является то, что живые организмы могут выполнять множество функций и задач, причем именно тех, которые конструкторам очень трудно реализовывать в искусственно создаваемых структурах (получение и переработка энергии и информации, системы восприятия окружения, способность совершать сложные движения и т.д.). Некоторые из компонентов гибрида (датчики, средства связи) могут просто "монтироваться",

то есть прикрепляться к организму животного или насекомого. Однако прогресс микросистемных технологий позволяет сделать многие элементы – датчики, контакты с нервной системой и мозгом, электронные схемы, системы питания – настолько миниатюрными, что их уже сейчас можно имплантировать в организмы мелких животных, птиц и рыб. Развитие НТ обещает уменьшить размеры этих элементов настолько, что их можно будет внедрять даже в тела мелких насекомых типа moskitov или плодовых мушек, хотя организация массовой имплантации наноустройств в организмы насекомых потребует разработки экономически обоснованных технологий для этой достаточно сложной процедуры.

К первому успеху в этом направлении следует отнести имплантацию микроэлектродов в кору мозга крыс (при раздельном воздействии на левое и правое полушария) с целью дальнейшей тренировки сигналами, подаваемыми в так называемый "центр удовольствия". Читателю наверняка известны эксперименты подобного типа конца 1950-х годов по самостимуляции мозга подопытных животных, а современные экспериментаторы осуществляют на этой основе дистанционное управление поведением

^{*} Альтман Ю. Военные нанотехнологии. Возможности применения и превентивного контроля вооружений / Изд. 2-е, доп. и испр. – М.: ТЕХНОСФЕРА, 2008. 424 с.

в сложных лабораторных условиях. Прямым военным применением данного метода может стать "заброска" крыс в определенный район и управление их поведением с целью, например, получения и передачи изображений требуемых объектов. При этом формирование изображения может осуществляться с использованием как зрительной системы и мозга самой крысы, так и посредством миниатюрной телекамеры, имплантированной в тело животного или закрепленной на нем. Проблема мощности и, соответственно, дальности передаваемого сигнала может быть решена за счет более мощного передатчика-ретранслятора, который может находиться, например, на борту миниатюрного беспилотного самолета, летающего над изучаемой территорией. Система управления поведением крысы может быть в дальнейшем значительно усложнена и преобразована в автономную при вживлении в мозг соответствующих чипов или микрокомпьютеров.

Исследование и использование функциональных возможностей животных одновременно позволяет получать и очень ценную научную информацию, которая позднее может быть применена для создания и "обучения" негибридных автоматических устройств. Например, понимание принципов обработки информации нейронной сетью мозга крысы может способствовать моделированию процессов мышления в компьютерах, а также решению некоторых задач, связанных с минимизацией числа элементов или энергопотребления в различных вычислительных системах. В перспективе изучение процессов выработки специфической функциональности отдельными клетками или органами, возможно, позволит ученым даже "выращивать" требуемые системы, если это окажется удобнее или выгоднее разрабатываемых сейчас методов генетической модификации.

Существует и "обратное" направление создания гибридных устройств, заключающееся в интеграции органов животных или насекомых в искусственные системы. Известно, например, что органы обоняния некоторых насекомых обладают поразительной чувствительностью и способны воспринимать совершенно ничтожные количества (буквально несколько молекул) феромонов, что наводит исследователей на мысль об использовании таких механизмов или их модификаций для регистрации веществ, представляющих военный или научный интерес. Естественно, что разработки такого типа

связаны со сложными физико-химическими задачами обеспечения надежного и длительного функционирования воспринимающих датчиков, создания миниатюрных и надежных биоэлектронных устройств и т.п.

Тема данного раздела неизбежно подводит к одной из важнейших проблем НТ вообще, обусловленной тем, что по мере появления и развития многих новых технологических идей и приемов мы все чаще сталкиваемся с размыванием или даже исчезновением границ между живым и искусственным. В качестве наглядного примера можно указать на создание различных контактных устройств или интерфейсов, позволяющих присоединять компьютеры к нейронам, генетическое программирование с приданием новых характеристик растениям и животным или возможное создание синтетических микроорганизмов и многие другие проекты, в которых биология, механика и электроника сливаются в единое целое.

Подвижные биотехнические гибриды, подобно описанным выше мини- и микророботам, могут применяться для решения самых разнообразных военных задач: от разведывательных действий до атакующих. Конечно, конкретные типы используемых животных должны подбираться в соответствии с оперативной обстановкой и окружающей средой. Кроме того, понятно, что органы некоторых используемых существ должны быть дополнительно модифицированы и приспособлены для сочетания с требуемыми техническими элементами, в то время как некоторые биологические виды обладают практически готовым к применению "оружием" против других животных или человека. Прежде всего следует вспомнить о многих видах насекомых, чей жалящий аппарат можно "заправлять" требуемыми микробами и токсинами, после чего насекомое превращается фактически в готовое к использованию биологическое оружие, что подтверждается самыми простыми расчетами. Дело в том, что летальная доза наиболее сильных токсинов (в пересчете на 100 кг веса среднего человека) является очень незначительной. Во многих случаях смертельная доза составляет всего лишь около 50 мкг, а иногда меньше 1 мкг (это предельное значение относится к знаменитому яду кураре, которым южноамериканские индейцы смазывают наконечники своих стрел). Такие количества токсинов занимают объем порядка 0,05 и 0,001 мм³, что соответствует кубикам с длиной граней 370

и 100 мкм, и эти величины вполне соизмеримы с "грузоподъемностью" даже москитов, не говоря уже о более крупных насекомых типа ос. Кроме того, НТ в будущем позволят придавать биологическим, микробным или даже гибридным агентам способность к самовоспроизведению внутри зараженных организмов, что позволит значительно уменьшить вводимые дозы поражающих веществ и перейти к использованию самых крошечных насекомых (читатель может вспомнить о механизме передачи возбудителя малярии и многих других опаснейших инфекций).

Описываемые выше гибридные устройства еще раз демонстрируют, что развитие НТ размывает привычные границы между живыми организмами и искусственными структурами, что значительно осложняет классификацию нанообъектов вообще, особенно при обсуждении превентивного ограничения новых видов вооружений. В соответствии с функциональным назначением такие гибридные биотехнические структуры следует классифицировать в качестве разновидностей мини/микророботов.

МИНИАТЮРНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ СПУТНИКИ И СРЕДСТВА ИХ ЗАПУСКА

Применение микросистемной техники позволяет создавать небольшие по размеру космические спутники (микроспутники) и системы их запуска. Развитие НТ неизбежно должно привести к еще большей миниатюризации таких объектов, в том числе благодаря существенному уменьшению веса и габаритов практически всех используемых в них элементов: компьютеров, датчиков, конструкционных материалов, топлива, источников питания и т.п. Разработчики космической техники уже давно изучают принципиальные возможности запуска примерно 10-граммовых спутников при помощи ракет весом менее 1 кг. Для снижения аэродинамического сопротивления, и, соответственно, энергозатрат на запуск, небольшие ракеты могут стартовать на большой высоте с самолетов-носителей, причем из экономических соображений за один полет целесообразно запускать большое число спутников (в пересчете на 1 тонну полезной нагрузки). Стоимость запуска может быть снижена и за счет того, что такие миниатюрные ракеты или их первые ступени могут разгоняться при помощи электромагнитных устройств, пусковые площадки которых целесообразно размещать в высокогорных областях. Кроме того, микроскопические

объекты могут выводиться в космос в комбинации с обычными крупными спутниками крупногабаритной ракетой.

В настоящее время экономическая целесообразность создания и эксплуатации малых и сверхмалых спутников представляется весьма неопределенной, однако уже ясно, что использование систем размером 1-20 сантиметров позволяет значительно снизить расходы на запуск (в пересчете на вес полезной нагрузки). Изменение траектории таких аппаратов в космическом пространстве имеет специфику и может осуществляться, например, путем подбрасыва небольших зарядов, распределенных на поверхности такого спутника (напомню, что в космосе изменение орбиты производится только за счет реактивных двигателей, а не посредством аэродинамических рулей управления, как в атмосфере).

Сверхмалые спутники могут эксплуатироваться коллективно, в виде "роя" или "облака" с размерами от 10 м до 1 км. Интересно и важно, что создаваемый при этом массив приемных и передающих микроустройств позволяет решать многие технические задачи, связанные с отслеживанием цели (радиолокация, пассивная радиометрия, обеспечение связи и т.д.), с гораздо большим разрешением, чем антенны на борту одного спутника обычных размеров. С другой стороны, поскольку формируемая при этом составная антенна покрывает лишь очень небольшую часть виртуальной апертуры, мощность принимаемого сигнала при увеличении размеров "облака" возрастает лишь очень незначительно, а мощность передаваемого сигнала сильно ограничена малой общей площадью солнечных батарей, которые могут быть размещены на поверхности микроспутников. И наконец, следует учитывать, что замена крупногабаритного спутника на "рой" микроустройств, безусловно, должна повысить надежность его работы и уменьшить вероятность его повреждения вражескими средствами космического поражения.

Еще одной областью применения микроспутников может стать исследование или проверка состояния крупных космических аппаратов с близкого расстояния. Эта проблема, конечно, потребует от конструкторов отработки методов сближения соответствующих объектов в космическом пространстве, а в дальнейшем – и организации ремонтных работ или текущего обслуживания оборудования крупных спутников при помощи микроустройств. Естественно,

что такие функции легко могут быть трансформированы для превращения "облака" микроустройств в антиспутниковое оружие – их можно будет запрограммировать на выведение космических аппаратов противника из строя самыми различными способами (микроустройства могут, например, выводить из строя датчики, покрывать поверхности солнечных батарей, деформировать антенны и т.д.).

Кроме этого, микроспутники могут уничтожать вражеские космические аппараты путем прямого столкновения, так как при скоростях относительного движения порядка нескольких километров в секунду любое соударение может приводить к весьма серьезным последствиям. Конечно, управление движением микроспутника для организации столкновения является весьма сложной технической задачей, однако сама возможность таких боевых действий в космосе (даже без применения каких-либо новейших технологий) уже была практически проверена и доказана. Кроме того, "обстрел" вра-

жеского спутника можно будет осуществлять очень большим числом микроспутников, значительно повышая вероятность поражения.

В США велись и продолжают реализовываться НИОКР, связанные с малыми спутниками. В экспериментальной программе TechSat 21 лаборатории Военно-Воздушных Сил, предлагалось использовать "кластеры" миниспутников, функционирующих в качестве единого объекта, эквивалентного крупному спутнику. DARPA вело два больших, комплексных проекта, относящихся к малым спутникам: программу RASCAL (Responsive Access, Small Cargo, Affordable Launch) по быстрому запуску и использованию спутников весом до 50 кг и программу SPAWN (Satellite Protection and Warning) по мониторингу и проверке состояния космических аппаратов и их окружения. НТ пока упоминаются лишь в общей форме, однако они, безусловно, будут востребованы при реализации упомянутых программ или их развитии. ■

НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"

Цена 660 руб.

ВОЕННЫЕ НАНОТЕХНОЛОГИИ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ И ПРЕВЕНТИВНОГО КОНТРОЛЯ ВООРУЖЕНИЙ

Альтман Ю.

Издание 2-е, дополненное и исправленное

Книга является первым систематическим обзором потенциальных военных приложений нанотехнологий. В ближайшие 10–20 лет могут быть созданы сверхмалые компьютеры, более легкие и прочные материалы, новые типы оружия и даже имплантаты, вводимые в организм военнослужащих. Перспективы военных нанотехнологий рассматриваются прежде всего с точки зрения международной безопасности и предотвращения новой гонки вооружений. Монография полезна для ученых, инженеров и преподавателей высшей школы, студентов и аспирантов, бакалавров и магистров, специализирующихся в области нанотехнологии и наноматериалов, микро- и наносистемной техники.

Рецензенты:

Московский государственный институт стали и сплавов (технологический университет):

М.В. Астахов, д.х.н., профессор, заведующий кафедрой физической химии

Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики (технический университет):

П.П. Мальцев, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой микросистемной техники.

М.: ТЕХНОСФЕРА,
2016. – 424 с.
ISBN 978-5-94836-175-8

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

✉ 125319, Москва, а/я 91; ☎ (495) 234-0110; 📠 (495) 956-3346; knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru