



ВОЕННЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ НАНОТЕХНОЛОГИЙ: АВТОНОМНАЯ И БЕСПИЛОТНАЯ ТЕХНИКА, МИНИ- И МИКРОРОБОТЫ

MILITARY APPLICATIONS OF NANOTECHNOLOGY: AUTONOMOUS AND UNMANNED HARDWARE, MINI- AND MICROROBOTS

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 автономной и беспилотной военной техники, а также мини- и микророботов.

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 autonomous and unmanned hardware, mini- and microrobots.

Характерные преимущества и особенности НТ ярко проявляются при создании автономных и беспилотных систем, а также малых и сверхмалых роботов, включая биотехнические гибридные устройства.

АВТОНОМНЫЕ И БЕСПИЛОТНЫЕ СИСТЕМЫ

Хотя в названиях разнообразных проектов и НИОКР в области военной техники вот уже десятилетиями применяется термин "автономные системы", говорить об их реальном использовании вооруженными силами пока еще рано. Исключения составляют беспилотные летательные средства (на армейском жаргоне в США их называют "дронами", по имени вымершей птицы). Хотя пока нанотехнологии в этой связи не упоминаются, их использование представляется очевидным, поскольку именно они могут привести к завершению некоторых разработок. Дело в том, что создание реальных прототипов автономных боевых устройств или роботов неизбежно требует применения достаточно мощных компьютерных систем, прочных новых материалов, высокоэнергетических двигательных установок, модификации вооружения и решения многих задач, непосредственно связанных с НТ.

Детальный анализ проблемы создания боевых роботов займет слишком много места, поэтому ниже дается лишь очень краткое описание состояния дел в этой области исследований с упором на возможные применения НТ.

Под автономными системами подразумеваются любые подвижные устройства, передвигающиеся без участия экипажа, способные менять скорость и направление движения, реагировать на изменение окружающих условий и имеющие размеры более 0,5 м (более мелкие системы обычно причисляются к классу мини- и микророботов). В эту категорию попадают наземные, подводные, воздушные и космические средства передвижения. Перемещение описываемых систем может осуществляться с использованием как традиционных (колеса, гусеницы, реактивные двигатели), так и нестандартных методов (например, при помощи конечностей или машущих крыльев), поскольку роботы могут иметь самый разный вид, включая грубое сходство с человеком. В определении понятия "робот" как автономной системы основной упор делается на "самостоятельность" устройства при выполнении некоторых задач, например, поиске цели, положение которой неизвестно заранее. Поэтому многие типы вооружения, напри-

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

мер, самонаводящиеся и крылатые ракеты привычного типа, которые в основном предназначены для поражения заданных целей, можно назвать роботами лишь с большой натяжкой. С другой стороны, очевидно, что поиск цели требует наличия в системе некоторого дополнительного оборудования, вследствие чего определение термина "робот" должно быть уточнено.

В категорию роботов принципиально должны быть включены системы, специально создаваемые для действия и перемещения в сложном окружении, характеризуемом некоторыми ограничениями, например, в замкнутых производственных помещениях, при управлении индукционными устройствами и т.п. Однако следует помнить, что основной упор должен делаться на способность систем совершать достаточно сложные операции без дополнительных "указателей", предварительно распределенных в сфере их действия.

Выше речь шла лишь о способности систем к самостоятельному передвижению, но при более серьезном и строгом подходе следует говорить вообще о функциональной автономности, подразумевающей несколько уровней сложности поведения, то есть постепенное нарастание автономности. На одном конце такой шкалы можно поместить очень простые системы с постоянным и полным дистанционным управлением, а на другом – системы, способные не только самостоятельно передвигаться в пространстве, но и принимать решения о выполнении некоторых действий, исходя из представлений об общей или конечной цели. Системы с промежуточной автономностью могут осуществлять самостоятельные действия лишь в ограниченной степени, например, при внешнем контроле над основными функциями. Возможна также ситуация, когда внешний дистанционный контроль будет осуществляться лишь при выполнении некоторых специфических, строго определенных действий (например, система не должна самостоятельно приводить в действие взрывное устройство). Собственно говоря, именно сложность разделения внутреннего и внешнего управления или необходимость быстрой смены его принципов не позволяет включить функциональную автономность в определение автономных систем или роботов.

Автономные системы военного назначения удобно подразделять на вооруженные (носители оружия и/или заряда) и невооруженные. Строго говоря, разнообразные автоматические устрой-

ства военного назначения уже давно широко используются для решения самых разных задач: в системах управления, транспорта, обеспечения безопасности и охраны территории, радиосвязи, поиска и спасения военнослужащих, разминирования. Более того, различные небольшие автоматические устройства уже очень давно используются и входят в состав самых различных систем оружия: от стрелкового до ракетно-ядерного, химического и т.п.

В армиях будущего наземные автономные устройства, роботы и системы будут представлены в основном колесными и гусеничными боевыми и военно-транспортными устройствами типа вездеходов, включая подвижные средства особого назначения – ракетные и артиллерийские установки, радары, передвижные командные пункты и т.д. Отсутствие экипажа позволит прежде всего снизить вес таких устройств, хотя понятно, что тяжеловооруженные машины, например, пушки с калибром более 50 мм, будут по-прежнему весить десятки тонн. Появятся транспортные средства нового типа, например передвигающиеся при помощи "конечностей" роботы, принимающие необычную форму и даже способные адаптироваться к особенностям окружающего их природного или городского ландшафта (например, к условиям городской или промышленной застройки). Возможно, некоторые из этих устройств получат способность передвигаться по дну рек и озер, что предлагается в некоторых проектах DARPA.

Автоматическими системами управления будут снабжены, по-видимому, в первую очередь небольшие надводные и наземные транспортные средства, в то время как управление более крупными подвижными установками (особенно несущими ракетно-ядерное вооружение) будет еще долго оставаться в руках человека. По-видимому, очень долго будет продолжаться и служба личного состава на крупных подводных лодках стратегического назначения, а небольшие и малые подводные лодки, используемые для наблюдения, патрулирования, сопровождения или в качестве самонаводящихся торпед, могут стать полностью автономными, то есть действовать автоматически, без экипажа.

Практически все виды боевых машин военно-воздушных сил (включая вертолеты, самолеты с меняющейся геометрией крыла и т.п.) станут в будущем беспилотными, что уже давно диктуется весьма сложными обстоятельствами развития авиационной техники. Прежде всего,



автоматика позволит значительно снизить вес боевых машин за счет отказа от кабины пилота и системы обеспечения его жизнедеятельности. Не менее важно и то, что беспилотный самолет сможет двигаться с гораздо большим и длительным ускорением, то есть выполнять гораздо более сложные действия, поскольку маневренность современных пилотируемых аппаратов определяется в первую очередь именно способностью летчика переносить возникающие нагрузки. Более высокие летные качества могут оказаться решающим фактором современного воздушного боя (разумеется, при условии, что программа управления окажется достаточно "умной" или осуществляющий дистанционное управление оператор будет иметь достаточно быструю реакцию). Применение НТ дает дополнительные преимущества, связанные со снижением общего веса боевых машин из-за использования более легких материалов и устройств, хотя этот фактор играет незначительную роль, поскольку основные параметры в целом определяются размерами и весом двигательной установки, бомбовой нагрузки и вооружения.

С другой стороны, использование НТ может привести к значительному совершенствованию конструкции стационарных наблюдательных устройств (типа дирижаблей), прежде всего за счет применения в конструкциях полых мембранных структур более прочных конструкционных материалов, более эффективных солнечных батарей и т.п. Такие аппараты, зависающие в атмосфере на высоте 15–20 км, могут применяться для длительного контроля и наблюдения над обширными территориями, для организации радиорелейной связи и многих других целей. Созданию такого устройства, заполненного водородом, посвящен один из проектов DARPA, в котором, однако, не упоминаются НТ. Воздушные аппараты этого класса, по всей видимости, будут очень легкими и низкоскоростными, в результате чего они по-прежнему останутся достаточно уязвимыми для средств противоздушной обороны.

Разнообразные автоматические устройства, естественно, найдут широкое применение в космосе как при обслуживании и ремонте собственных спутников, так и для "захвата" или иного воздействия на спутники противника. Для развития таких автоматических аппаратов снижение веса, обусловленное возможным применением НТ-устройств и материалов, может быть исключительно важным и перспективным.

МИНИ- И МИКРОРОБОТЫ

Характерные преимущества и особенности НТ наиболее ярко проявляются при создании малых и сверхмалых автоматических устройств и роботов, причем деление по размерам вводится лишь для удобства и является чисто формальным. Малыми или минироботами называют устройства размером меньше 0,5 м, а микророботами (сверхмалыми роботами, минироботами, миниатюрными роботами и т.д.) – устройства с характерными размерами менее 5 мм. Такие роботы могут применяться практически во всех средах, от подводных глубин до космического пространства (проблемы использования микророботов в космосе, где законы носят достаточно специфический характер, будут рассмотрены отдельно). В микросистемной технике возможно создание микророботов размером несколько сантиметров или даже миллиметров, а нанотехнологии должны позволить уменьшить автоматические микроустройства до 0,1 мм и даже 10 мкм, хотя последняя величина еще на порядки превышает значение в 100 нм, считающееся "пороговым" для размеров нанороботов и молекулярных ассемблеров в теориях молекулярной нанотехнологии. Однако уже при создании микро- и минироботов конструкторам неизбежно придется использовать наноструктурные материалы и устройства в качестве источников питания, преобразователей энергии, датчиков, процессоров, приводных механизмов и т.д.

Очень малые размеры рассматриваемых роботов сильно ограничивают возможности их нагрузки, что создает серьезные проблемы в отношении энергоснабжения и связи, поскольку такие устройства, естественно, могут поглощать и/или аккумулировать очень малые количества энергии и вещества. Уменьшение размеров создает особые сложности при конструировании сверхмалых датчиков, так как они оказываются способными регистрировать лишь очень малые порции вещества и излучения, что только в редких случаях (например, при детектировании некоторых химических соединений) компенсируется повышением чувствительности самих наноэлементов. Например, использование миниатюрных антенн резко ограничивает их способность регистрировать радиосигналы и формировать сигналы излучения при передаче сообщений, так как расходимость или ширина пучка излучения из-за дифракции увеличивается пропорционально отношению размера антенны к длине волны излучения, то есть обратно пропорциональна размерам самой

антенны. Кроме этого, подвижность микроскопических механических устройств также уменьшается, поскольку силы трения (вязкость среды) при миниатюризации объектов относительно возрастают, что играет важную роль при движении микрочастиц в воздушной или водной среде.

Ограничения в нагрузке, чувствительности и дальности передачи сигналов могут частично компенсироваться небольшим расстоянием устройств от цели или друг от друга (последнее условие может подразумевать использование очень большого количества микророботов), а ограничения в скорости передвижения и дальности действия могут быть преодолены применением дополнительных, более крупных систем, которые могут, например, доставлять микроустройства к месту назначения и распределять по заданной программе. Транспортировку к месту боевых действий или других операций можно осуществлять самолетами (включая маленькие беспилотные аппараты), ракетами, артиллерийскими снарядами и другими носителями, а самые миниатюрные микророботы, возможно, будут просто распыляться в воздухе при подходящем направлении ветра.

Ходовая часть (двигательная установка) микророботов может быть сконструирована на основе уже известных технических принципов: колеса и гусеницы для наземных устройств, винты – для движения в водной среде, пропеллеры и ракетные двигатели – в воздушной и т.д. Конечно, при создании самых миниатюрных устройств конструкторы могут использовать биомиметические или совершенно иные принципы передвижения. Например, микроустройства могут передвигаться подобно насекомым, используя "щупальца" с повышенной липкостью, позволяющей держаться на вертикальных и даже нависающих поверхностях, или перемещаться прыжками, пользуясь выдвижными "конечностями-стержнями" с импульсным или взрывным механизмом действия. Для движения в водной среде микророботы можно оборудовать вращающимися жгутиками или подвижными плавниками, а для работы в разных средах – клешнями и ножками, подобно крабам или ракам. В воздушной среде микророботы могут перемещаться, взмахивая крылышками и т.д. Разумеется, для создания приводов в таких устройствах могут быть изучены и применены биомиметические принципы, используемые самой природой при работе мышечных систем самых разнообразных живых организмов.

Совершенно особые требования предъявляются к отдельному классу микророботов, уже получив-

ших широкую известность и ставших популярными благодаря литературе, кино и средствам масс-медиа. Речь идет о крошечных устройствах, специально создаваемых для перемещения и работы внутри человеческого организма. Медицинские микророботы – крошечные "субмарины", плавающие по кровеносной системе человека, становятся в последние годы все более распространенными, а в будущем они, конечно, найдут широкое применение в военной медицине.

Даже "невооруженные" мини- и микророботы представляют огромный интерес для военных в качестве средств наблюдения и разведки, исследования возможных маршрутов следования, детектирования химических и биологических агентов, систем связи и управления, для создания локальных помех для радиосвязи противника и т.п., что нашло отражение во многих проектах DARPA. В качестве средств наведения они могут использоваться совместно с более крупными системами вооружений. Малые размеры микророботов не являются препятствием для их прямого применения в боевых действиях, так как во многих случаях точность воздействия оказывается важнее его мощности. Миниатюрные роботы могут, например, разыскать требуемый объект, проникнуть в заданную точку и там механически или направленным взрывом уничтожить важный узел установки противника, выделить токсические вещества и т.п. Даже очень небольшие объекты, обладающие достаточно высокой скоростью и кинетической энергией, могут нанести опасные или смертельные повреждения не защищенному от удара человеку.

Кроме того, массовое применение распыленных в воздухе микророботов может оказаться эффективным средством борьбы с техникой противника (например, они могут перекрывать смотровые отверстия или воздухозаборники многих боевых машин, повреждать рабочие поверхности и т.п.). Весьма возможно, что в будущем именно это направление развития станет ведущим, то есть новым оружием станут "рой" или "стаи" похожих на насекомых минироботов, обладающих внутренней связью и "распределенным интеллектом". Такие стаи будут самостоятельно разыскивать цели и уничтожать их коллективными действиями. Разумеется, разработка программного обеспечения для таких сверхсложных систем включает целый комплекс исключительно трудных задач, и их решению уже посвящены некоторые из программ DARPA. ■