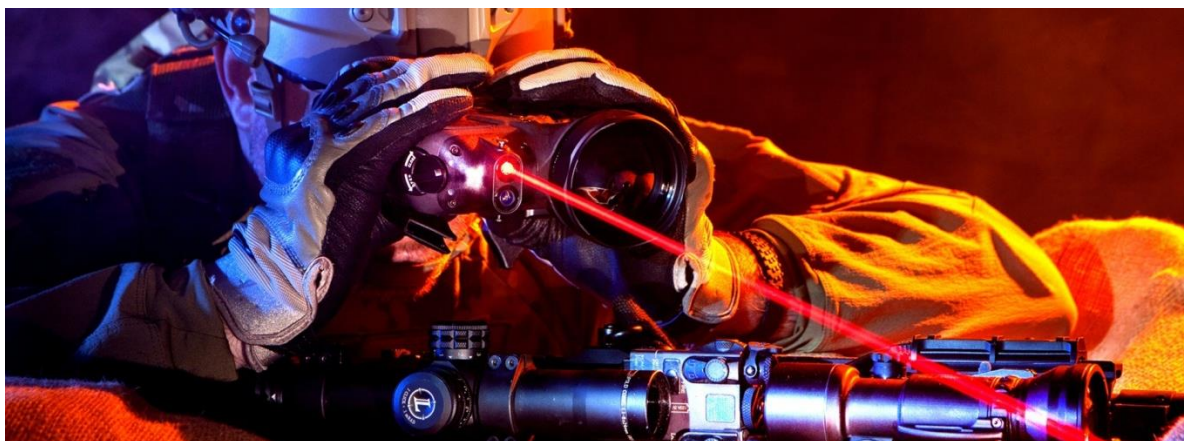


## C5I

Command – командование;  
Control – управление;  
Communication – связь;  
Computers – компьютер;  
Combat systems – боевые системы;  
& Intelligence – разведка.

Системы C5. Найти, доложить, уничтожить!

Новые сенсоры заставляют системы управления, связи, разведки обзаводиться компьютерами и боевыми системами 25 Март 2015, 14:36



Сегодня западные издания пишут уже о C5I, добавив к автоматизированным и вычислительным системам поля боя боевые системы, „combat systems”. Все шире становится и диапазон датчиков, поставляющих системам C5I информацию об окружающем мире, положении и действиях сил противника, а также расположении и состоянии своих сил, равно как и возможности обработки этой информации.

Конечно, раскладка веера поражения на местности — традиционная задача артиллерийских офицеров. Но наличие вычислительных мощностей дает возможность решать ее гораздо быстрее, и не по таблицам, а как минимум по всему теоретическому аппарату книг Елены Сергеевны Вентцель, на которых училось теории вероятности и исследованию операций не одно поколение отечественных инженеров и офицеров. Кроме того, обсчет по более точным моделям и алгоритмам применения огневых средств в операции позволит лучше определить расход боеприпасов, что благотворно скажется на решении задач снабжения. Там, где нужно, их

окажется примерно столько, сколько необходимо. Ну и излишние запасы боеприпасов, горюче-смазочных материалов, ресурса боевых машин не может позволить себе ни один военный бюджет.

Но как бы ни расширялись возможности букв „С”, одна-единственная „I” („intelligence”, разведка) играет самую большую и абсолютно незаменимую роль. Дело в том, что первые четыре «си» вполне реализуемы на обычных по архитектуре средствах информационно-вычислительной техники. Пусть устойчивых к спецвоздействиям и стойко переносящих полевые условия эксплуатации, но в принципе таких же, как и их гражданские «коллеги». Разведка же, базирующаяся на использовании сенсоров различного рода, требует уникальных технических средств, не имеющих аналогов в гражданских технологиях. Именно наличие совершенных сенсоров и будет в ближайшее время определять боевые возможности систем С3I, С4I и С5I.

### **Стандарты и штандарты**

С темой С3I неразрывно связан стандарт MIL-STD-810G. Технический термин «стандарт» происходит от того штандарта, знамени, под которым собирались и за который бились рыцари («В степном дыму блеснет святое знамя...»). Кроме символической роли, унаследованной нынешним Боевым Знаменем части, он нес и роль технологическую, коммуникационную. Ну а нынешний военный стандарт США MIL-STD-810G, действующий с конца октября 2008 года, определяет параметры тестовых воздействий, позволяющих определить устойчивость широкого перечня оборудования ко всевозможным воздействиям. Согласно ему проверяется воздействие на устройство высокого и низкого давления, высоких и низких температур, дождя, влажности, грибков, соляного тумана, песка и пыли, перегрузок, вибрации от стрельбы и тряски при транспортировке...

Дело в том, что сенсоры — это именно то, что говорит данным системам и об окружающем мире, и о противнике, и о положении своих сил и средств. Другими способами получить данную информацию невозможно, никакие сообщения от суперагента не расскажут, как в данный момент развернулись на местности чужие войска и где же на самом деле стоят свои.

И вот разработкам сенсоров (а в конечном счете единственной „I”) и уделяется крайне большое значение в современных оборонных разработках — скажем в работах Исследовательской лаборатории Армии США (U.S. Army Research Laboratory, ARL), запланированных на период 2015–2035 гг. На это накладывается необходимость обрабатывать все большие и большие объемы данных, поставляемых перспективными сенсорами.

Попытаемся классифицировать перспективные разработки, о которых рассказано в статье «Исследовательская лаборатория Армии США: планы на 2015–2035 гг.» (Technowars #01/2015) с точки зрения применения в системах С5I.

Каким было в нашей стране первое учебное заведение для генштабистов? Школа колонновожатых, офицеров умеющих правильно размещать на местности войска. Так что первая — и часто выпадающая из рассмотрения часть сенсоров — это датчики, дающие положение объекта на местности. Сегодня эти задачи обычно возлагаются на системы GPS/ГЛОНАСС. Они очень точны, а приемники крайне дешевы. Но — для их функционирования нужны работающие спутниковые группировки. А речь о противоспутниковом оружии идет постоянно... Для перспективных систем оружия нужны новые датчики положения.

### **Данных мало не бывает**

Обилие данных, получаемых со все большего числа сенсоров, и все большие и более дешевые вычислительные возможности с неизбежностью приводят к применению в системах С4I такой технологии как Big Data — большие данные. В чем состоит ее главное отличие от прочих технологий обработки информации? Ведь и через обычные спецпроцессоры быстрого преобразования Фурье, которые составляют ныне неотъемлемую часть уже не вычислительной, но и измерительной, связанной техники, непрерывно текут гигантские объемы информации. Да и универсальные процессоры бытовой техники мощней крупных ЭВМ тех времен, когда рождался термин С3I. А в «гражданских» базах данных хранятся и вовсе фантастические объемы информации...

Главное отличие систем больших данных от обычных процессоров и от обычных баз данных состоит в том, что они умеют работать с неструктурированной информацией. Могут обрабатывать ее по шаблонам, которые не заданы заранее. Самостоятельно находить скрытые закономерности и представлять их вниманию человека.

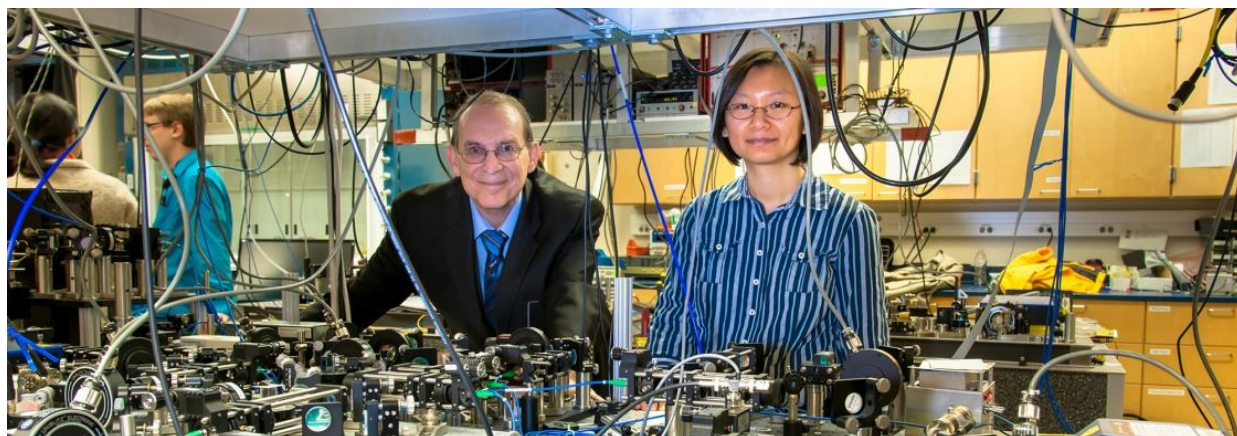
Как правило, системы работы с большими данными строятся на свободно распространяемой «экосистеме» Hadoop от фонда Apache Software Foundation. Ну, скажем, работая в сети офлайновых универсальных магазинов или онлайн-магазинов, торгующих бумажными книгами, системы больших данных умеют учесть и спрогнозировать продажи отдельных групп товаров, что позволяет лучше учесть потребительский спрос и минимизировать складские запасы. Но ведь теория массового

обслуживания (или теория очередей, раздел теории вероятности — прим. Technowars) описывает одними и теми же уравнениями процессы, протекающие и в газетном киоске, и в системе ПВО. Одна и та же переменная описывает и потенциального покупателя, ушедшего без газеты, и самолет противника, прорвавшийся к цели из-за того, что на него не хватило ракеты. Поэтому даже на уровне логистики, военного снабжения системы больших данных смогут первыми в реальном масштабе времени увидеть, что подразделению вскоре понадобятся боеприпасы, и отправить туда машины с грузом. Или самостоятельно, или подготовив приказ на визирование службе артвооружения. А в случае получения с сенсоров разведывательной информации, скажем, данных с оптических, тепловизионных сенсоров, с приборов радиоразведки — со всего того, что группируется под индексом «ай», т. е. разведка — потенциальные системы больших данных смогут восстановить стоящую за различными сигналами картину размещения на местности вражеского подразделения, сопоставить их с штатом различных подразделений, определить оптимальный наряд сил и средств, необходимый для выполнения боевой задачи. Причем все это система Big Data сможет делать вполне творчески. Без заранее заданного трафарета сможет самостоятельно ориентироваться в реальном мире. Причем лучше, чем человек.

Привязанный к местности датчик может собирать данные, используя различные физические поля. Самые традиционные из них — электромагнитные различных диапазонов. Они хороши тем, что распространяются с максимально возможной скоростью и позволяют формировать изображения максимально высокого качества. Дальше — акустические данные, которые крайне важны для морских систем оружия, хотя могут использоваться и на суше, работая в условиях, где исключена прямая видимость (джунгли, пресловутая «зеленка»). За ними идут сенсоры, реагирующие на различные химические вещества, на запахи — в настоящее время представители этого семейства несут службу в аэропортах.

Итак, самый традиционный датчик — оптический. Изначально им был глаз, имеющий прекрасный динамический диапазон (вплоть до способности видеть отдельные фотоны). Сейчас же его все чаще заменяют и дополняют электронные приборы. Диапазон видимого света будет актуален всегда, ибо обусловлен подсветкой Солнца (а по ночам — отражающей солнечный свет Луны), имеющей максимум излучения именно в этом диапазоне, проницаемостью атмосферы и длиной волны, обеспечивающей высокое качество атмосферы при малых апертурах сенсоров. Перспективные разработки тут связаны как с традиционной электроникой (удешевление

матриц, повышение их чувствительности, комплексирование со средствами обработки данных), так и с новыми физическими принципами.



Похоже, что Исследовательская лаборатория Армии США, исследуя в разделе перспективного плана «Химические науки» некие «Фотореактивные полимеры», а в разделе «Биологические науки» — «Мультисенсорный синтез» и «Вычисления на основе нейронов», как раз и имеет в виду создание некоего искусственного глаза, сопряженного с системой распознавания образов, которые куда более компактны и дешевле, чем те, которые дает традиционная кремниевая электроника.

Инфракрасная техника применяется в военном деле очень давно — будущий генерал Гровс (Leslie Richard Groves), глава Манхэттенского проекта (программа США по созданию ядерного оружия — прим. Technowars), вел такие работы еще в начале 1930-х. Достоинством инфракрасного диапазона является то, что потенциальные цели сами себя в нем подсвечивают за счет теплового излучения, хоть и достаточно слабого. Исследования тут направлены как на удешевление тепловизионных сенсоров за счет массовости производства и отработки технологий, так и на применение в них новых физических принципов. Именно на это ориентирована значительная часть работ раздела «Физика» — скажем, к этому могут иметь отношение «Химия квантовых состояний», «Топологически защищенные состояния электронов», «Гетероструктуры из сложных оксидов». Возможно, часть читателей видела уже телевизоры с подсветкой на «квантовых точках» — тут примерно то же, но наоборот: не излучение, а прием данных.





*Технологии оптических сенсоров непрерывно развиваются. Например, технология матриц т. н. обратной засветки (BSI), ранее использовавшаяся только в дорогих астрономических приборах, несколько лет назад пришла в бытовые смартфоны, существенно улучшив характеристики их камер.*

Приведем пример классического тепловизора, приемлемые характеристики и крайне низкая цена обусловлены именно доводкой технологий: монтируемый с помощью планки Пикатинни на пистолет тепловизор T10 от британской компании Torrey Pines Logic. Весит этот прибор всего лишь пятьдесят граммов, и в гражданской версии продается по цене от пятисот долларов. Это позволяет «видеть» тепло в поле зрения 25 или 50 градусов и обновлять изображение с частотой 9 герц. Вполне достаточно, чтобы в тех странах, где разрешена продажа короткоствольного оружия, создать изрядные неприятности оппоненту. Армейская версия вдвое тяжелей (это целых сто граммов!), зато обновляет картинку 30 раз в секунду и водостойка по стандарту IP67. Теперь представим себе, сколь дешевы могут быть устройства на аналогичных сенсорах, производимые по армейскому заказу массовой серией, и какую качественную картину происходящего на поле боя они могут дать полководцу.



*Тепловизионный прицел T10 компании Torrey Pines Logic чрезвычайно миниатюрен и может быть установлен даже на пистолет*

Радиоразведка — пеленгация вражеских радиостанций — ведет историю с Русско-японской войны. Сейчас благодаря изобилию излучающих устройств противника — рация чуть ли не у каждого бойца — пассивные радиосенсоры могут дать качественно новую информацию. Но только в составе достаточно масштабных систем. Во-первых, нужна значительная апертура антенны для точной пеленгации источников излучения. Во-вторых, нужны очень большие вычислительные мощности, чтобы интерпретировать эти данные, восстановить по радиосигналам размещение противника на местности. Возможно, такие же средства могут применяться и для динамического восстановления положения своих подразделений. Пеленгация раций бойцов даст старшему начальнику картину дел в его подразделениях.

Впрочем, никак не уйти и от активных сенсоров радиодиапазона, известных как радиолокаторы. Нужда в «подсветке» возникает из-за того, что вероятные цели в отличие от постоянно излучаемого тепла в радиодиапазоне «светятся» изредка, а то и сохраняют радиомолчание. Одной из тенденций, видимо, станет миниатюризация радиолокаторов. Скажем, модернизированные системы управления главного оружия дронов и вертолетов США, ПТУР AGM-114 Hellfire, должны будут нести головку самонаведения, работающую в режиме РЛС миллиметрового диапазона или по лазерной подсветке. Радиоволны проникают через все атмосферные помехи и большинство типов оптической маскировки вроде листвы или сетей, поэтому ставка делается на них.



*Пример миниатюризации радаров: малый контрбатарейный радиолокатор AN/TRQ-48 весит в комплекте менее 70 кг, разворачивается двумя бойцами за 20 минут и отслеживает траектории полета боеприпасов различного калибра на расстоянии до 10 км. AN/TRQ-48 получил известность благодаря событиям на юго-востоке Украины, когда появилась информация, что из трех поставленных ВС Украины Соединенными Штатами радаров один был поврежден при транспортировке, второй уничтожен артиллерией ополченцев, а третий ополченцы захватили в качестве трофея.*

Не обойдут вниманием и химические сенсоры. «Нюхать» американцы пытались еще во Вьетнаме, пытаясь засечь партии грузов, перемещаемых «тропой Хо Ши Мина», по выделению аммиака в поте носильщиков. Современные сенсоры могут строиться на основе скрещенных с биохимическими соединениями микросхем, имея точность и чувствительность выше, чем у собачьего носа. Комплексируя их с вибродатчиками, можно, скажем, получить мину, взрывающуюся от шума шагов и срабатывающую на запах пота — мину, ничем не выдающую себя.

Ну а предельно дешевые, производимые по массовым технологиям сенсоры смогут, рассеиваясь над полями сражений, формировать на основе собираемой информации точнейшую картину происходящего и передавать ее штабам. Передавать скрытно — например, переизлучая от сенсорной станции к сенсорной станции маломощные инфракрасные сигналы,



генерируемые чем-то вроде биолюминисцентных молекул. И передавать именно системам С4I. Именно с помощью «вычислительного» компонента, причем в значительной степени работающего по принципу больших данных, можно обработать и интерпретировать такой объем данных.



### **«Сетевая» бомба**

Одним из видов оружия, включенного в сеть С5I, может быть новая авиабомба ВМС США JSOW C-1. Она является модификацией управляемой планирующей бомбы AGM-154, то есть такой, у которой благодаря наличию плоскостей аэродинамическое качество значительно больше, чем у бомб свободного падения. Это дает возможность управлять боеприпасом с момента отделения ее от самолета. Для наведения бомбы может использоваться как целеуказание со стороны, от сети С4I — через связь стандарта Link 16, — так и благодаря встроенному инфракрасному сенсору в сочетании с модулем GPS. Максимальная масса боевой части JSOW достигает 450 килограммов.

Но в силу сверхвысокой динамичности отображения обстановки на поле боя, которые могут дать высокоточные сенсоры, необходимо замыкать данные системы С4I на „combat systems” — системы вооружения. Причем тут надо сделать один главный вывод: эти системы оружия не обязательно должны быть робототехническими, дронами или наземными боевыми роботами. Дело в необходимости обеспечить максимально быструю реакцию на данные разведки, принесенные сенсорами. Ну, выстроились

машины противника и его личный состав так, что их можно накрыть одним залпом РСЗО — надо бить немедленно. Появилась колонна на дороге — идет приказ на ее уничтожение барражирующим истребителям-бомбардировщикам.

Примером находящейся у DARPA в разработке системы такого рода является система обеспечения немедленной воздушной поддержки Persistent Close Air Support (PCAS). Считается, что концепция Persistent Close Air Support полностью изменит тактику авиационной поддержки. Оно позволит наземным подразделениям делиться в режиме реального времени данными с сенсоров и данными о своем размещении с экипажами барражирующих в районе самолетов и вертолетов. Это позволит авиации наносить удары управляемым оружием по нескольким целям и позволит значительно сократить время между вызовом авиаподдержки и нанесением удара по полю боя.

В завершение сделаем вывод. Первичен именно системный компонент, именно комплексная обработка тех данных, которые принесут сенсоры. (Так комплексирование радиоэлектронного оборудования с зенитным и ударным оружием в системе Aegis дало название классу кораблей, ныне известное далеким от техники людям...) А по мере развития технологий производства сенсоров и применения в них новых физических принципов этих данных будет все больше и больше, что потребует все большей комплексированности систем оружия.