

# ЗАГОРИЗОНТНЫЕ РЛС

## ОБНАРУЖЕНИЕ САМОЛЕТОВ, ПЕРЕВОЗЯЩИХ НАРКОТИКИ

Т.Корнеева

**Небольшой двухмоторный самолет, на борту которого находится груз наркотиков, летит низко над поверхностью Карибского моря, чтобы не попасть в зону действия средств ПВО. Однако на замаскированном аэродроме самолет встречают работники таможенных служб, что вызывает крайнее удивление пилота. Он и не подозревал, что с момента взлета за движением самолета следила загоризонтная РЛС, находящаяся от него на расстоянии свыше 1000 км.**

Однако изменение политической ситуации в мире внесло коррективы в планы руководства ВМС по глобальному развертыванию ЗГ РЛС и использованию их в военных целях. Было учтено, что те же оценочные испытания станции показали ее способность обнаруживать также небольшие одно- и двухмоторные самолеты, с помощью которых осуществляется большая часть перевозок наркотиков. Кроме того, благодаря информации, полученной с помощью ЗГ РЛС ROTHR, которая была размещена в штате Виргиния, в мае 1989 года удалось обнаружить самолет с грузом наркоти-

граммы борьбы с распространением наркотиков возложил на Министерство обороны страны задачи обнаружения незарегистрированных транспортных средств, которые могут оказаться средствами перевозки наркотиков. В связи с этим было решено полностью ввести в действие ЗГ станцию в штате Виргиния, а в 1995 году была введена в эксплуатацию аналогичная станция в штате Техас. Обе станции контролируют воздушное и морское пространство в районе Карибского моря от Мексики до Колумбии и до Тринидада и Тобаго общей площадью около 8,5 млн. кв.км. В этом регионе ежегодно совершается около 60 тыс. рейсов самолетов, часть которых, пусть и небольшая, является нелегальной и служит для транспортировки запрещенных грузов. Если маршрут сопровождаемого локатором самолета вызывает подозрение у оператора, он передает сообщение по секретной линии связи в центр таможенного контроля. Так, с 1992 года информация, получаемая с помощью ЗГ РЛС, позволила задержать свыше 50 т наркотиков.

В отличие от обычных РЛС, работающих в СВЧ-диапазоне

В последние годы круг задач, которые ставятся перед радиоэлектронными средствами обнаружения воздушных и надводных целей, заметно изменился. Все большее значение стала приобретать проблема обнаружения транспортных средств, используемых торговцами наркотиками для перевозки своих грузов. Как правило, для этих целей используются небольшие самолеты, летящие на малой высоте над морской поверхностью, что делает их практически незаметными для обычных средств ПВО.

Эффективным средством решения этих задач являются загоризонтные РЛС, в частности передислоцируемая загоризонтная РЛС (ЗГ РЛС) ROTHR. Первоначально РЛС ROTHR была предназначена для обнаружения крупных воздушных целей и морских надводных кораблей на большой территории. Первый опытный образец этой станции, разработанный фирмой Raytheon по

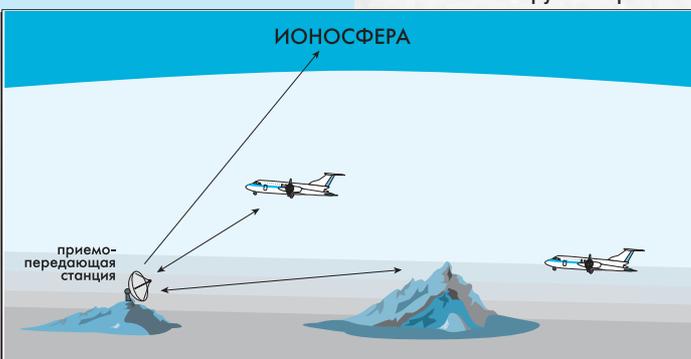


Рис. 1 Обнаружение воздушных целей с помощью обычных РЛС СВЧ-диапазона

заказу командования ВМС США, в конце 80-х прошел оценочные испытания на одном из Алеутских островов. Испытания, в ходе которых производился обзор воздушного пространства от Японии до восточного побережья бывшего СССР, подтвердили работоспособность станции. Командование ВМС приняло решение разместить 12 станций типа ROTHR на военных базах США в разных странах, чтобы обеспечить раннее предупреждение о ракетном нападении со всех направлений.

ков, направлявшийся на Багамские острова. Принимая во внимание эти обстоятельства, Конгресс США при разработке про-

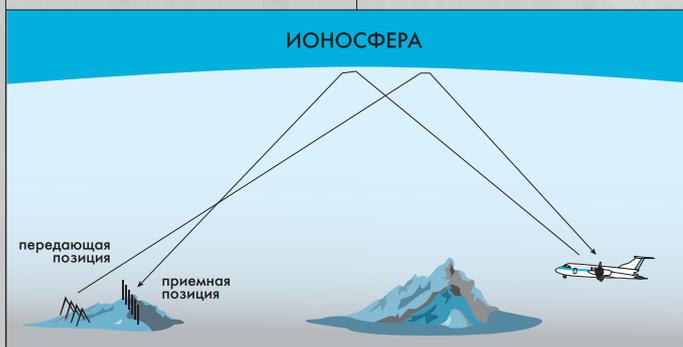


Рис. 2 Обнаружение целей с помощью загоризонтных РЛС ВЧ-диапазона



(300 МГц – 30 ГГц), загоризонтная передислоцируемая РЛС работает в ВЧ-диапазоне (2 – 30 МГц). Обычные РЛС обеспечивают обнаружение целей в пределах прямой "видимости", и если самолет летит низко над поверхностью земли, прячется за горами, находится за линией горизонта или вне зоны обнаружения, он остается "невидимым" для контролирующих служб (рис. 1). Сигналы же ВЧ-диапазона обладают способностью отражаться от слоя ионосферы, после чего распространяются далее за линию горизонта. В результате зона обнаружения ЗГ РЛС значительно превышает зону обнаружения обычной РЛС (рис. 2).

Отражение радиоволн от ионосферы, находящейся на высоте от 100 до 450 км над поверхностью Земли, представляет собой достаточно сложный процесс. Сама ионосфера состоит из трех слоев (E, F1 и F2), плотность, высота и толщина которых в сильной степени зависят от географического места, времени суток, времени года и цикла солнечных пятен. Поэтому в принципе для обеспечения достаточной точности обнаружения целей и измерения их координат необходимо наличие двух РЛС – одной для

мониторинга ионосферы и другой для слежения за целью. Но аппаратура РЛС ROTHR обеспечивает выполнение обеих задач. Для этого в нее включены специальные зонды – один для вертикального зондирования ионосферы, другой – для измерения параметров сигнала обратного рассеяния (рис.3). Предусмотрен также еще один

производится выбор оптимальных параметров излучения станции.

Загоризонтная РЛС ROTHR, упрощенная блок-схема которой представлена на рис.4, построена как двухпозиционная станция. Приемная и передающая части могут быть разнесены на расстояние до 100 км. Передатчик станции генерирует

ионосфере. Исходя из большой длины волны передающего сигнала, высота антенны локатора выбрана равной 60 м, а решетка разделена на две части: одна рассчитана на низкие частоты диапазона, другая – на высокие. Размеры каждой части выбираются таким образом, чтобы обеспечить узкую диаграмму направленности. Антенная решетка зонда обратного рассеяния состоит из двух элементов высотой также 60 м. Расположение элементов позволяет формировать один луч, достаточно широкий, чтобы охватить всю зону обзора ROTHR.

Приемное устройство собирает отраженную энергию и выполняет необходимые измерения параметров атмосферы и процедуры по обнаружению целей. Антенная решетка включает в себя 372 дипольных пары, размещенные по длине 2,5 км. Такая огромная длина антенной решетки выбрана с целью обеспечения требуемой разрешающей способности по азимуту для целей, находящихся на расстоянии нескольких тысяч километров. На приемной позиции установлена также антенна вертикального зондирования.

Принимаемые сигналы проходят цифровую обработку на двух процессорах, один из кото-



Рис.3. Вертикальное зондирование и зондирование обратного рассеяния в ЗГ РЛС

вид зондирования – определение спектральной обстановки, т.е. непрерывное измерение рабочих частот всех систем, которые попадают в зону действия ЗГ РЛС, например частот связи береговой охраны, частот работы радиолюбителей и т.д. На основании всех этих данных

сигналы большой мощности, которые используют сам локатор и оба зонда. Фазированные антенные решетки локатора и зонда обратного рассеяния обеспечивают сканирование их излучений, тогда как антенна вертикального зондирования направляет энергию прямо к

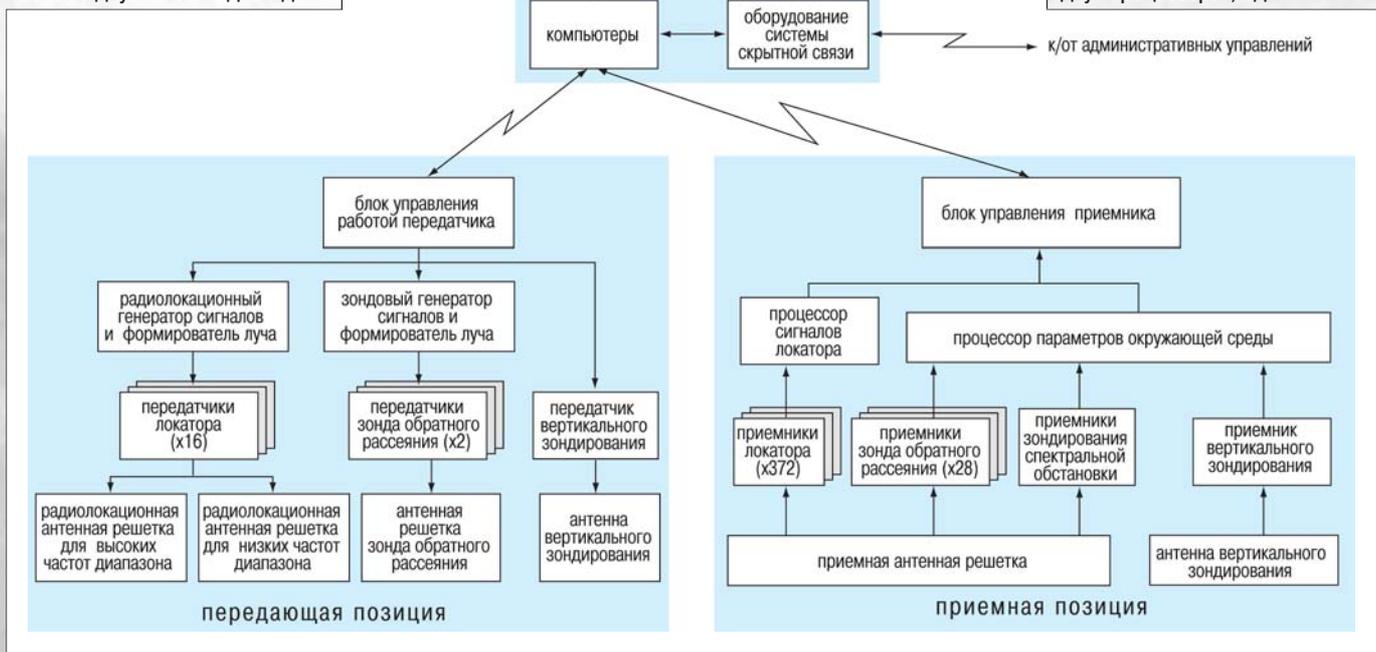


Рис.4. Упрощенная блок-схема ЗГ РЛС ROTHR

рых выполняет операции, связанные с задачами обнаружения целей, другой вычисляет параметры окружающей среды. Полученная информация поступает в центр управления работой станции, где производится распознавание обнаруженных целей (самолет или корабль), анализ траекторий этих целей и моделирование ионосферы. Туда же приходят задания от административных управлений. Центр управления может быть расположен рядом с приемной позицией либо удален как от одной, так и от другой позиции. Так, например, центр управления двух ЗГ РЛС, одна из которых размещена в штате Техас, а другая в штате Виргиния, находится в штате Виргиния. В этом центре установлен круглосуточный контроль за работой станций, для чего он оснащен крупными цветными дисплеями, на которых операторы могут контролировать все цели в зоне охвата РЛС. Оценивая местоположе-

ние, курс и скорость каждой обнаруженной цели, оператор определяет, может ли быть данная цель нелегальной, и передает соответствующую информацию таможенным службам.

Перспективы развития ЗГ РЛС тесно связаны с национальной программой борьбы с наркобизнесом. Поскольку перевозящие наркотики самолеты чаще всего невелики и летают медленно, основное внимание специалистов направлено на совершенствование методов слежения и алгоритмов обработки сигналов. Значительную часть принимаемого загоризонтной РЛС сигнала составляют мешающие отражения от земной и морской поверхностей. Эти помехи достаточно стационарны и обычно занимают только небольшую часть спектра доплеровского сигнала, что позволяет обнаруживать цели по доплеровскому сдвигу частоты. Однако ионосфера вносит множество специфических проблем в дан-

ный метод измерений. Так, полярные сияния и экваториальные неустойчивости в ионосфере вызывают доплеровские сдвиги в стационарных мешающих отражениях, и эти помехи из-за неопределенности при обработке сигнала могут попасть в области, где определяются медленно движущиеся цели, и ошибочно быть принятыми за цель. В зону обнаружения ЗГ РЛС попадают также метеориты, входящие в атмосферные слои и оставляющие след ионизированного газа. Поскольку эти сигналы имеют малую длительность, их спектр очень широк и может накладываться на доплеровский спектр полезного сигнала, маскируя его. Существенное влияние на работу ЗГ РЛС оказывают также грозы, даже удаленные на несколько тысяч километров от станции, которые вызывают значительные шумовые выбросы в принимаемом сигнале.

Все эти факторы значительно усложняют задачу обнаружения

небольших, медленно движущихся целей. Поэтому в настоящее время специалисты фирмы Raytheon, научно-исследовательской лаборатории ВМС и Ромского исследовательского центра совместно работают над созданием алгоритмов обработки сигналов, позволяющих предотвратить попадание атмосферных помех в зону охвата РЛС и удалить из принимаемого сигнала шумовые выбросы, вызываемые молниями. Дальнейшее повышение эффективности ЗГ РЛС связано с разработкой новых методов моделирования ионосферы и специальных алгоритмов пересчета координат целей. Кроме того, планируется оборудовать центры управления более современными и мощными компьютерами и новыми дисплеями с высоким разрешением.

Microwave Journal, 1998, v.41,  
N3, p.82-92  
[www.ll-darparsto/mtn\\_top/titi\\_IEEE\\_paper\\_2/IEEE\\_Paper\\_2html](http://www.ll-darparsto/mtn_top/titi_IEEE_paper_2/IEEE_Paper_2html)

## **ВЕДУЩИЕ МИРОВЫЕ ФИРМЫ, ПРОИЗВОДЯЩИЕ СИСТЕМЫ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ БОРЬБЫ**

**Ранжированный список мировых фирм, разрабатывающих системы радиоэлектронной борьбы (РЭБ), который ежегодно составляет журнал *Journal of Defense Electronics*, позволяет судить не только о потенциале ведущих корпораций, но и о приоритетах в военных программах.**

В последние годы у фирм – производителей систем РЭБ наблюдается заметная тенденция к взаимному объединению, причем происходит оно как среди крупных корпораций, так и среди небольших компаний. Здесь надо отметить, что в США на сегодняшний день слияние крупных корпораций происходит значительно реже, чем более мелких фирм, для которых этот процесс все еще носит устойчивый характер. Напротив, европейская радиоэлектронная промышленность переживает этап активной консолидации и приватизации. Так, в конце 1998 г. произошло объединение фирм Thomson-CSF и Dassault Electronique, провозглашена приватизация Aerospatiale и т.д.

Настоящий список ведущих мировых фирм, разрабатывающих системы РЭБ, составлен на основе данных, взятых из открытых источников, в том числе таких, как ежегодные отчеты фирм. Ранжирование основано на объемах продаж за 1998 год военных электронных систем. Включены данные о

продажах проектов, разработок, технологий изготовления и обеспечения всех составляющих систем РЭБ: приемников системы оповещения об угрозе, станций помех и контрольно-измерительного оборудования, используемого для обеспечения систем РЭБ; программного обеспечения; СВЧ- и других компонентов, используемых в системах РЭБ; противорадиолокационных ракет, платформ для систем РЭБ на самолетах и наземном транспорте; испытательных и других технических служб по обеспечению систем РЭБ, а также систем скрытной связи и шифрования.

Из-за ограниченного доступа к засекреченным программам, особенно по системам космического базирования, данные перечня не всегда отражают содержание этих программ. По возможности не учитывались сведения об объемах продаж транспортных средств, предназначенных для размещения систем РЭБ. Например, программы высокоскоростной противорадиолокационной ракеты HARM и самолета RC-135 фирмы Raytheon охватывают только электронику, исключая стоимость ракеты или самолета.

Список содержит несколько примеров, где объем продаж систем РЭБ дается по оценкам составителей, поскольку фирмы не желали представить необходимые сведения. Это касается фирм Lockheed Martin и Raytheon, программы РЭБ которых разрабатывают несколько различных отделений.

Следует, кроме того, отметить, что в данный перечень не включены фирмы Восточной Европы, России, Китая, Южной Африки, Индии, Чили, Японии и Австралии.

[www.jedefense.com/jed/hime/new/may99/biz.htm](http://www.jedefense.com/jed/hime/new/may99/biz.htm)



## 25 ведущих фирм по РЭБ

№ п/п	Фирма	Основные программы	Объем продаж за 1998 год, млн. долл.
1	<b>Raytheon</b> – ведущая фирма по разработке систем РЭБ. Большая часть военных электронных систем фирмы пришла от компании E-Systems, ответственн-ной за электронную начинку самолетов серии RC-135, и из программ по средствам коммуникаций, ранее принадлежавших фирмам Magnox и Hughes. В начале 1998 г. вслед за окончательным приобретением военных заказов фирмы Texas Instruments и слияния с фирмой Hughes Aircraft провела крупную реорганизацию, в результате которой ключевые разработки были сгруппированы по четырем отделением.	Бортовая радиоэлектронная аппаратура (РЭА) самолетов серии RC-135, средства тактической радио-электронной разведки, средства связи радиоразведки, контейнерная станция помех ALQ-184, прием-ник системы оповещения о радиолокационном облучении ALR-67, корабельная система РЭБ SLQ-32, буксируемые ложные цели и системы скрытной связи. Программы от фирмы Texas Instruments – высокоскоростная противорадиолокационная ракета HARM, средства радиоэлектронного противо-действия (РЭП) одноразового применения Gen-Ex, засекреченные программы.	1 500
2	<b>Lockheed Martin</b> занимает лидирующее положение на рынке систем РЭБ с 1995 г., когда выиграла контракт на разработку программ США ATIRCM и IDECEM. В 1996 г. выиграла контракт на программу Low Band и тогда же приобрела фирму Logan, обеспечив для себя сочетание программ и продукции РЭБ от современного хорошо освоенного уровня до уровня следующего поколения. В 1998 г. выиграла контракт на программу AIEWS.	Программы ATIRCM – усовершенствованная ИК- система РЭП; IDECEM – интегрированная система РЭП; AIEWS – система РЭБ для ВМС, которая заменит корабельную систему РЭБ SLQ-32; INEWS – интегрированная система РЭБ для самолета F-22. Отделение электроники разрабатывает приемники оповещения об угрозе – перепрограммируемый приемник ALR-56C для самолетов F-15 и усовершен-ствованный приемник системы оповещения о радиолокационном облучении ALR-56M для F-16 и дру-гих платформ. Отделение оптоэлектроники выпускает ИК- систему оповещения о приближении раке-ты AAR-47 и ИК-систему РЭП ALQ-157, которая используется на армейских вертолетах и самолетах с неподвижным крылом специального назначения. Фирма создает и обеспечивает систему радиоэле-ктронной поддержки APR-50 для бомбардировщика B-2 и приемник системы оповещения ALR-76 для самолетов S-3 и EP-3. Обеспечивает станцию активных имитирующих помех ALQ-126B, станцию помех ИК-средствам ALQ-144 и боевую военную пеленгаторную систему Combat DF. Выпускает кон-тейнер с аппаратурой РЭП для тактического самолета, передатчик ВЧ-помех ALQ-178/202, интегриро-ванный с приемником системы оповещения о радиолокационном облучении, и РЭА для самолета B-2. Создает автоматическое контрольно-измерительное оборудование по программе ВМС (CASS), а также службы технического обеспечения.	950
3	<b>Thomson-CSF</b> продвинулась в первую пятерку фирм частично благодаря объединению с Dessault Electronique. Хотя сделка была заключена в июне 1998 г., фирма подтвердила заявление о включе-нии Dessault Electronique в масштабе всего года. Новая экономическая единица охватывает широкий диапазон систем РЭБ.	Ключевые программы фирмы включают средства РЭБ Spectra для самолета Rafale, систему обнаружения РЛС противника для боевого вертолета the Tiger, системы скрытной связи, системы радиоэлектронной разведки и микроразветочные устройства, используемые в системах и подсистемах. Фирма выпускает пассивные системы обнаружения цели, средства радиоэлектронной поддержки и контрольно-измерительное оборудование.	801
4	<b>GEC Marconi</b> . Деятельность по системам РЭБ, осуществляемая в отделении Defense Systems, охватывает все основные секторы рынка РЭБ. Входит в европейский консорциум EURODASS.	Программа EURODASS – европейская подсистема обороны, по которой будет изготавливаться система РЭБ для истребителя Eurofighter. Авиационная продукция фирмы включает пассивную систему Sky Guardian, передатчики активных помех, такие как Apollo, Ariel, Zeus и Sky Shadow. Фирма поставляет системы РЭБ наземного и морского базирования и поддерживает всю свою продукцию с помощью контрольно-измерительного оборудования и технического персонала. Средства скрытных коммуникаций включают одноканальную радиосвязь и радиорелейную связь MH3013.	622
5	<b>ITT Industries</b> – один из трех партнеров совмест-ного предприятия, выигравший контракт на английскую программу Bowman. В 1997 г. фирма выиграла полные права на разработку программы SINCGARS.	Программа SINCGARS – одноканальная наземная и бортовая авиационная радиосистема; программа Bowman – тактические коммуникационные системы следующего поколения. Выпускает авиационные системы РЭБ и системы скрытной связи. Отделение Avionics выпускает самолетную станцию защит-ных помех ALQ-165 (при участии фирмы Northrop Grumman), комплект аппаратуры интегрированной системы РЭП ALQ-211 для вертолетов специальных частей, систему постановки помех ALQ-172 для самолетов B-1B и B-5. В партнерстве с Lockheed Martin выпускает систему РЭП ALQ-214.	520
6	<b>Litton</b>	Приемник системы оповещения о радиолокационном облучении ALR-67 для самолетов F-14, F-18, EA-6B и A; усовершенствованный приемник системы оповещения ALR-56M; средства радиоэлектронной поддержки; СВЧ-компоненты.	474
7	<b>Northrop Grumman</b>	Самолетная станция помех ALQ-165 для самолетов F-14, F-16, F-18 и E; внутренний передатчик помех ALQ-135; бортовая РЭА для самолета B-2; программа Nemesis – система РЭП с направленным ИК-излучением для ВВС.	404
8	<b>TRW</b>	РЭА для самолета RC-2; средства радиоэлектронной поддержки; система скрытной связи.	350
9	<b>L-3 Communications</b>	Средства шифрования; СВЧ-компоненты.	280
10	<b>Rohde &amp; Schwarz</b>	Система скрытной связи; средства радиоэлектронной поддержки.	233
11	<b>Boeing</b>	Корабельные и самолетные средства радиоэлектронной поддержки; средства радиоэлектронной разведки; станции помех.	225
12	<b>GTE</b>	Средства радиоэлектронной поддержки; система скрытной связи.	225
13	<b>Racal</b>	Средства РЭБ самолетного, морского и наземного базирования; средства радиоэлектронной поддержки.	224
14	<b>Daimler Chrysler Aerospace</b>	Средства РЭБ самолетного и морского базирования; средства радиоэлектронной поддержки.	209
15	<b>Harris</b>	Система скрытной связи.	200
16	<b>Tadiran (включая Elisra)</b>	Самолетные, корабельные и стратегические средства РЭБ; система скрытной связи.	311
17	<b>Matra</b>	Противорадиолокационные ракеты; системы РЭБ.	178
18	<b>Elta</b>	Самолетные и корабельные средства РЭБ; СВЧ-компоненты.	141
19	<b>Eltronica</b>	Самолетные и корабельные средства РЭБ.	140
20	<b>Rockwell Collins</b>	Система скрытной связи; средства РЭБ.	125
21	<b>Elisra (субподрядчик Tadiran)</b>	Самолетные и корабельные средства РЭБ; СВЧ-компоненты.	111
22	<b>Applied Signal Tech.</b>	Средства радиоэлектронной поддержки.	111
23	<b>Condor Systems</b>	Средства радиоэлектронной поддержки.	100
24	<b>California Microwave</b>	Средства радиоэлектронной поддержки.	98
25	<b>AIL</b>	Система РЭП ALQ-161 для самолета B-1B; тактическая система постановки шумовых помех ALQ-99.	80