Paul Podvig
The Operational Status of the Russian Space Based Early Warning System
Science & Global Security, 1994, vol. 4, pp. 363 - 384

РАБОЧЕЕ СОСТОЯНИЕ РОССИЙСКОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ О РАКЕТНОМ НАПАДЕНИИ

Павел Л. Подвиг

Раннее предупреждение о нападении баллистических ракет играет исключительно важную роль в военных доктринах Соединенных Штатов и России. Обе страны развернули системы спутников раннего предупреждения, способных обнаружить нападение почти немедленно после запуска ракет. Эти системы были жизненно важны для обеспечения возможности "ответно-встречного удара", являвшейся основой их политики сдерживания. После окончания холодной войны вероятность крупномасштабного ядерного конфликта практически свелась к нулю, а задачи системы раннего предупреждения стали более разнообразными. Становящиеся столь же важными новые задачи, например, обнаружение случайных или несанционированных пусков или противодействие растущей угрозе запусков баллистических ракет третьими странами, могут потребовать системы раннего предупреждения иного типа. В этой статье анализируются возможности развернутой в настоящее время российской космической системы раннего предупреждения и показано, что эту систему нельзя преобразовать для эффективного использования в обстановке, возникшей после окончания холодной войны.

Автор - специалист по космической программе в Центре по контролю над вооружениями, энергетике и изучению окружающей среды при Московском физико-техническом институте.

ВВЕДЕНИЕ

Во время холодной войны как Соединенные Штаты, так и Советский Союз развернули системы раннего предупреждения, способные обнаружить нападение баллистических ракет. Побуждением для такого развертывания стала защита ядерных сил от разрушения при неожиданном нападении, тем самым у соперника отбивалась охота к нанесению первого удара. В контексте политики ядерного сдерживания системы раннего предупреждения играли стабилизирующую роль и были одним из средств обеспечения возмездия. Поскольку обе страны обладали системами раннего предупреждения, ни одна не имела преимущества быть способной разрушить большую часть ядерных сил соперника в упреждающем ударе. Способность обнаружить нападение позволяла защищающейся стороне защитить большую часть своих ракет наземного базирования и стратегических бомбардировщиков от разрушения путем подъема бомбардировщиков в воздух и запуска баллистических ракет "из-под удара". Вариант ответно-встречного удара долгое время был существенной частью ядерной стратегии США и СССР[1]. И хотя обе страны приложили много усилий, чтобы сделать свои стратегические силы менее уязвимыми, либо развертывая их на относительно неуязвимых подводных лодках (Соединенные Штаты), либо делая их мобильными (СССР), уязвимость системы управления и связи заставила ядерные державы разрабатывать тщательно продуманные системы раннего предупреждения.

Поскольку время, за которое МБР способны достичь цели, весьма мало, реализация стратегии ответно-встречного удара представляет собой весьма сложную техническую задачу. Соединенные Штаты не обладали возможностью осуществления ответно-встречного удара вплоть до середины 70-х годов, пока не была развернута система спутников раннего предупреждения DSP (Defense Support Program, или программа поддержки обороны). Как будет показано ниже, Советский Союз приобрел возможность нанесения ответно-встречного удара только в 1982 году, когда система спутников раннего предупреждения была подключена к системе управления войсками.

Окончание холодной войны существенным образом изменило ситуацию. Хотя Соединенные Штаты и Россия все еще обладают значительными ядерными арсеналами, опасность конфликта в стиле холодной войны с обменом массивными ядерными ударами практически исчезла. Системы раннего предупреждения обеих стран, разработанные и созданные в эпоху холодной войны, потеряли свою основную задачу - обнаружение массированного ядерного нападения. Судьба систем раннего предупреждения будет зависеть от их способности вписаться в новую обстановку, в которой задача обнаружения массированного нападения МБР не станет больше единственной задачей, стоящей перед системой. Почти столь же важными становятся новые задачи, например, обнаружение случайного или несанкционированного запуска МБР, а также противодействие ракетной угрозе со стороны стран третьего мира. В этой статье анализируются возможности развернутой в настоящее время российской космической системы для понимания того, можно ли будет эффективно использовать ее в новой ситуации, которая характеризуется снижением напряженности в отношениях между ядерными державами и возникшей угрозой распространения баллистических ракет.

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

Существенными для деятельности любой системы раннего предупреждения о нападении МБР являются датчики, способные обнаружить ракеты врага при запуске или в полете. Как в американских, так и советских системах предупреждения есть два основных типа датчиков: наземные радиолокационные станции (РЛС) и инфракрасные сенсоры космического базирования. И Соединенные Штаты, и Советский Союз развернули сети крупных наземных РЛС, предназначенных для обнаружения баллистических ракет или их боеголовок. Главный недостаток таких РЛС в том, что их поля зрения ограничены из-за кривизны земной поверхности. Это ограничивает время предупреждения о нападении МБР примерно десятью минутами; время предупреждения может быть даже меньше в случае нападения баллистических ракет морского базирования. Чтобы преодолеть эту проблему, Соединенные Штаты развернули РЛС раннего предупреждения ближе к советской территории: в Файлингдейлс (Великобритания), Туле (Гренландия) и в Клиа (Аляска). Эти РЛС способны обеспечить почти 20-минутное предупреждение о нападении на Соединенные Штаты с севера. Кроме того, четыре больших РЛС с фазовой решеткой, расположенные на территории США, обеспечивают перекрытие других азимутальных направлений, хотя всего лишь с 10-минутным предупреждением[2].

Советский Союз не имел возможности развернуть РЛС раннего предупреждения за пределами своей территории. К тому же сеть РЛС раннего предупреждения никогда не обеспечивала закрытия всех азимутальных направлений[3]. Более того, после

развала Советского Союза часть РЛС осталась за пределами России (и даже СНГ)[4]. Судьба этих РЛС остается неясной и существует вероятность, что Россия в будущем будет обладать весьма ограниченными возможностями обнаружения ракетного нападения при помощи РЛС.

Советский Союз развернул также сеть загоризонтных РЛС, призванных обнаруживать запуски баллистических ракет с территории США и Китая. Судя по всему, эти РЛС имели серьезные технические проблемы и их переориентировали на обнаружение самолетов[5].

Другим важнейшим типом датчиков раннего предупреждения служат инфракрасные сенсоры на спутниках. Со спутника можно обнаружить ракету почти мгновенно после пуска, наблюдая инфракрасное излучение выхлопных газов. Это означает, что система космического базирования сможет обеспечить максимально возможное время предупреждения: около 30 минут для МБР и 15-20 минут для ракет морского базирования, летящих по стандартным траекториям. Хотя это время все еще достаточно мало, теоретически его хватает для прохождения команд на разрешение и запуск по каналам связи для запуска уязвимых МБР "из-под удара" или для разрешение бомбардировщикам покинуть свои базы.

Эти две системы - спутники и РЛС, предназначены дополнять друг друга. Они образуют двухуровневую систему, так что сигнал раннего предупреждения поступит, по крайней мере, от двух наборов детекторов, использующих разные физические принципы. Это существенно для обеспечения надежного раннего предупреждения и одновременного избежания ложной тревоги. Поскольку сеть советских РЛС никогда не была завершена, Советский Союз был лишен возможности последовательно придерживаться такого принципа. Это означает, что роль спутников раннего предупреждения в обнаружении нападения была даже еще более важной.

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ СОВЕТСКОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ

Разработка спутников, способных обнаруживать запуски ракет с территории США, началась в Советском Союзе в конце 60-х годов[6]. В 1973 году ЦК КПСС и Военно-промышленная комиссия одобрили разработку и развертывание космической системы раннего предупреждения[7]. В соответствии с этим планом система должна была состоять из девяти спутников, располагаемых на сильно вытянутых орбитах типа "Молния"[8].

Запуски спутников раннего предупреждения начались в 1972 г. с запуска спутника "Космос-520", который, судя по всему, не имел на борту никакого наблюдательного оборудования, а использовался для отработки деталей коррекции орбиты и связи с наземными станциями. Считается, что три последующих запуска - в 1973, 1974 и 1976 гг., были экспериментальными. В 1977 г. Советский Союз начал развертывание действующей системы раннего предупреждения. В течение следующих пяти лет, вплоть до 1982 г., система развертывалась в испытательной конфигурации. Наконец, в 1982 г. советское правительство подписало акт о введении системы в действие и она была интегрирована в систему управления советским ядерным комплексом[9].

Выбранный Советским Союзом подход для развертывания спутников раннего предупреждения отличался от подхода, выбранного Соединенными Штатами, которые расположили свои спутники на геостационарной орбите. Основное преимущество геостационарного спутника заключается в том, что он не меняет своего положения относительно Земли, что упрощает управление ориентацией космического аппарата и процедуры поддержания работоспособности. Такой спутник может также постоянно удерживать в поле зрения определенный район - свойство, несомненно важное для спутника раннего предупреждения.

Решение о выводе спутников на сильно вытянутые орбиты обычно связывают с отсутствием в Советском Союзе детекторов и возможностей обработки, которые позволяют спутнику смотреть вертикально вниз и обнаруживать выхлопные газы ракет на фоне Земли[10]. Чтобы избежать проблем избавления от фона Земли, связанных с геометрией вертикального наблюдения, советские спутники были сконструированы так, чтобы смотреть на Землю под скользящим углом, так что спутник вообще не видит облачное покрытие, а видит ракету на фоне холодного космического пространства. Однако это не полностью объясняет выбор орбит типа "Молния", так как можно организовать такую же геометрию скользящего угла и на геостационарном спутнике.

Похоже, что отсутствие подходящих детекторов было не единственной (или даже не главной) причиной выбора орбит типа "Молния". Когда Советский Союз начал разрабатывать свою космическую систему раннего предупреждения, у него не было никакого опыта с геостационарными спутниками. Первый советский геостационарный спутник был запущен только в марте 1974 г., когда программа раннего предупреждения была уже развернута. В то же время спутники связи "Молния" эксплуатировались с 1965 г., так что выбор был сделан в пользу проверенной конфигурации типа "Молния".

Спутники раннего предупреждения запускались с космодрома Плесецк носителем "Молния". Для поддержания системы в рабочем состоянии Советский Союз производил ежегодно до семи запусков спутников (см. рис. 1). Высокая частота запусков частично объясняется размером системы (девять спутников), сбоями при запуске и относительно малым временем жизни спутников (в среднем два года).

Впрочем, к 1991 г. Советский Союз набрал достаточно опыта в работе со спутниками и впервые после начала программы в этом году не было дополнительных пусков на сильно вытянутые орбиты. Наш анализ показывает, что в 1991 г. все девять спутников в составе конфигурации действовали нормально и не было необходимости в их замене. В 1992 г. запуски спутников на орбиты типа "Молния" возобновились: четыре были запущены в 1992 г. и два - в 1993 г. (по состоянию на май 1993 г.). Эти запуски скорее всего связаны со штатной заменой отработавших спутников.

В дополнение к системе спутников на орбитах типа "Молния" Советский Союз разрабатывал новую систему раннего предупреждения, состоящую из спутников на геостационарной орбите, которая в конечном итоге могла бы заменить развернутую сейчас систему. Эта разработка была одобрена тем же самым постановлением ЦК КПСС 1973 г.[11]. Регулярные запуски геостационарных спутников раннего предупреждения начались в 1984 г., но по состоянию на май 1993 г. было запущено только восемь таких спутников. Похоже, что новая система находится на стадии разработки и еще не достигла рабочего уровня.

СПУТНИКИ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ НА ОРБИТАХ ТИПА "МОЛНИЯ"

Конфигурация системы

Развернутая в настоящее время конфигурация российских спутников раннего предупреждения состоит из девяти космических аппаратов на сильно вытянутых орбитах, очень сходных с орбитами спутников связи "Молния": апогеи орбит составляют

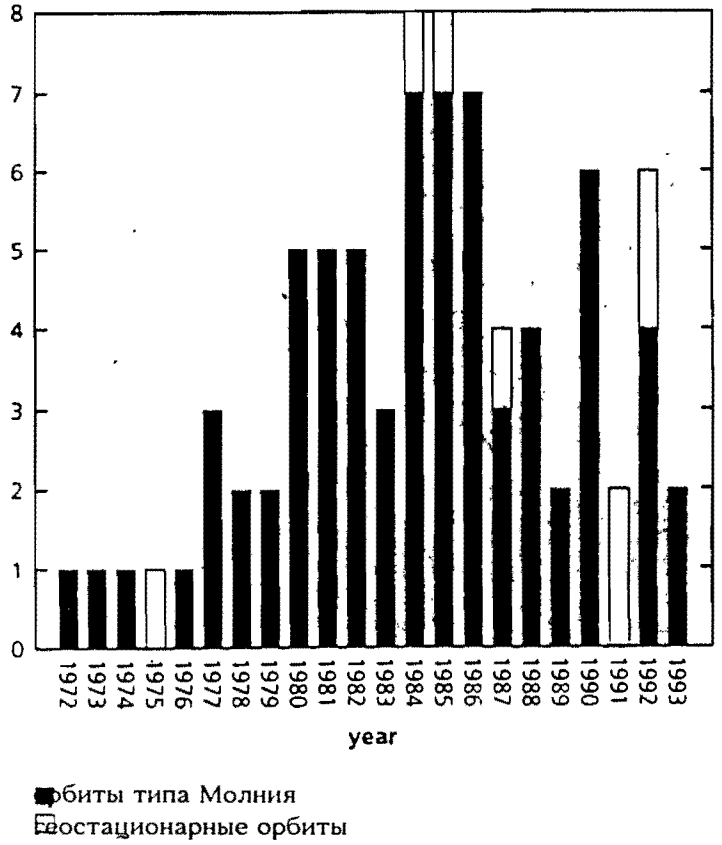

Рисунок 1

Ежегодное количество пусков спутников раннего предупреждения (по состоянию на май 1993 г.). Указаны все пуски, включая неудачи на старте и сбои вскоре после запуска.

39700 км, перигеи - 620 км, а наклонение - около 63.5 . Спутник на такой орбите делает ровно два оборота вокруг Земли в сутки. Все спутники системы синхронизированы так, что их подспутниковые трассы совпадают, и это позволяет легко отличить их от спутников связи "Молния". Апогеи спутников "Молния", как правило, расположены над территорией России, а апогей типичного спутника раннего предупреждения расположен над Северной Африкой, приблизительно над точкой с координатами 35 с.ш. и 10 в.д. На рис. 2 показаны подспутниковые трассы спутника связи "Молния 3-41" и спутника раннего предупреждения "Космос-2217" - они типичны для спутников этих конфигураций.

Геометрия наблюдения

Спутник может обнаружить ракету во время полета с работающим двигателем по регистрации излучения, испускаемого выхлопными газами двигателя. Спектр этого излучения характеризуется по меньшей мере двумя заметными максимумами на длинах волн 2,7 и 4,5 мкм, хотя значительная часть энергии излучается и в других частях спектра[12]. Наши расчеты показывают, что излучаемая энергия достаточно велика, так что не требуются детекторы с высокой чувствительностью. Основная проблема при регистрации заключается в выделении сигнала от ракетного пламени на уровне фонового излучения. Для успешной дискриминации нужны детектор с малым размером чувствительного элемента и весьма сложная методика обработки сигнала. Однако при соответствующем выборе геометрии наблюдения можно избежать проблемы дискриминации от фона.

Чтобы избежать проблемы хаотичного фона при наблюдении Земли под углом скользящего падения, спутник должен находиться на горизонте (или около него) с точки зрения ракеты, которую ему предстоит обнаружить. Иными словами, угол возвышения спутника по отношению к точке прекращения работы двигателя ракеты не должен превышать некий критический угол α. Если угол возвышения станет больше α, детектор увидит солнечный свет, отраженный от облаков или от земной поверхности (см. рис. 3). Критический угол α можно найти из следующего простого выражения:

$$\cos(\alpha) = \frac{R_e+H_c}{R_e+H_b}$$

где R_e - радиус Земли; равный 6378 км; H_c - усредненная максимальная высота облачного покрова; H_b - высота завершения активного участка траектории ракеты. Считая, что H_c составляет около 10 км[13], и принимая типичную высоту активного участка МБР равной 200-300 км, находим, что максимальный угол возвышения а составляет 12-15°.

Как показано на рис. 3, подобная геометрия наблюдения позволяет советским спутникам раннего предупреждения, расположенным вблизи апогея, обнаруживать запуски ракет, происходящие в пределах полосы шириной около 3000 км (что соответствует дуге в 25° на поверхности Земли). Более того, отпадает необходимость в сканировании поля зрения: поскольку детектор смотрит только на край земного диска, ракета, запущенная из любой точки внутри этой полосы, окажется в пределах очень узкого поля зрения (около 0,1° в направлении, перпендикулярном краю поверхности Земли). Это позволяет применять неподвижный линейный приемник. С другой стороны, требования к точности ориентации очень высоки: чтобы установить детектор с точностью лучше 0,1°, космический аппарат должен

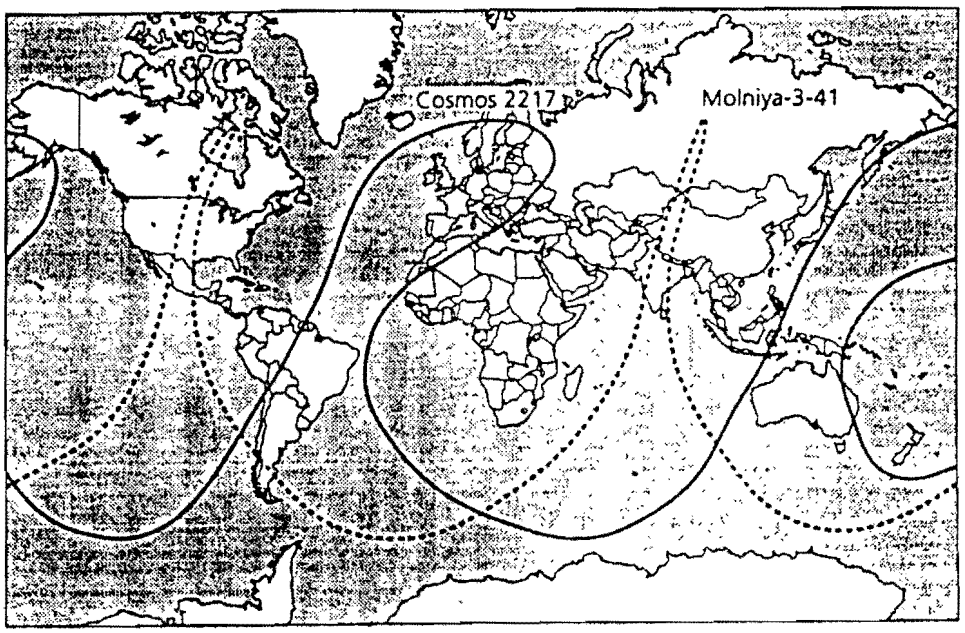

Рисунок 2
Подспутниковые трассы спутника раннего предупреждения "Космос-2217" и спутника связи "Молния 3-41". Эти трассы типичны для обеих конфигураций.

иметь трехосную стабилизацию и использовать методику ориентации по звездам для определения своего положения[14].

Размер поля зрения детектора в направлении, параллельном краю земного диска, зависит от размера детектора и характеристик фокусирующей оптики[15]. Если телескоп на борту спутника обладает фокусным расстоянием 1 м, то поле зрения в 10° может быть покрыто массивом из примерно 2000 приемных элементов размером 100 мкм каждый. Это кажется разумной величиной: детекторы на американских спутниках DSP представляют собой массивы из 2000 элементов[16].

На рис. 4 показан угол возвышения одного из действующих спутников-"Космос-2217", под которым он виден с ракетной базы Гранд Форкс. Как видно из графика, спутник дважды в течение суток оказывается видимым из Гранд Форкс - это отражает тот факт, что спутник делает два оборота в сутки. Но условия для наблюдения оказываются благоприятными только однажды в сутки, когда угол возвышения спутника не превышает 15° в течение примерно восьми часов. После этого спутник быстро уходит за горизонт. Однако время, доступное для наблюдений, оказывется значительно меньше восьми часов: основным фактором, ограничивающим это время, оказывается прямой солнечный свет.

Поскольку спутник смотрит на запуски амери-

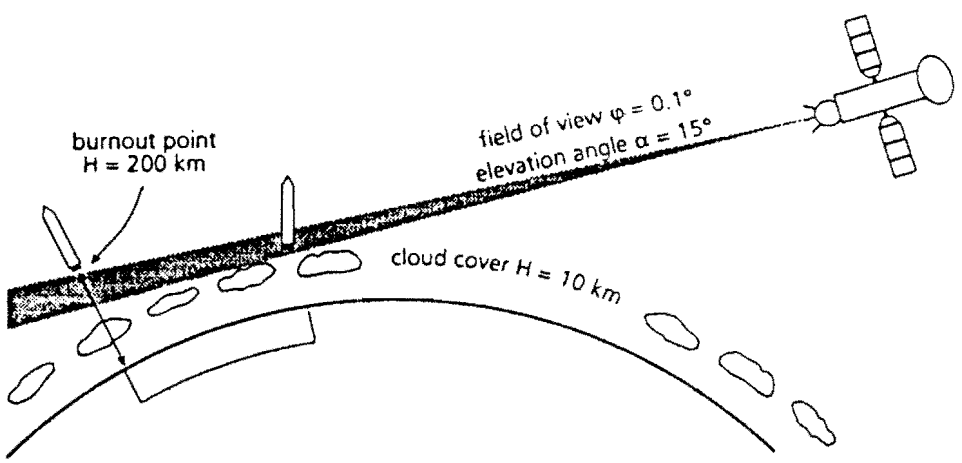

Рисунок 3
Геометрия наблюдения. Ракета может быть обнаружена со спутника, если угол возвышения, под которым спутник виден из конца активного участка, не превышает критический угол $\alpha = 15°$. Заштрихованная область на поверхности Земли показывает район, запуск ракет из которого также может быть обнаружен спутником.

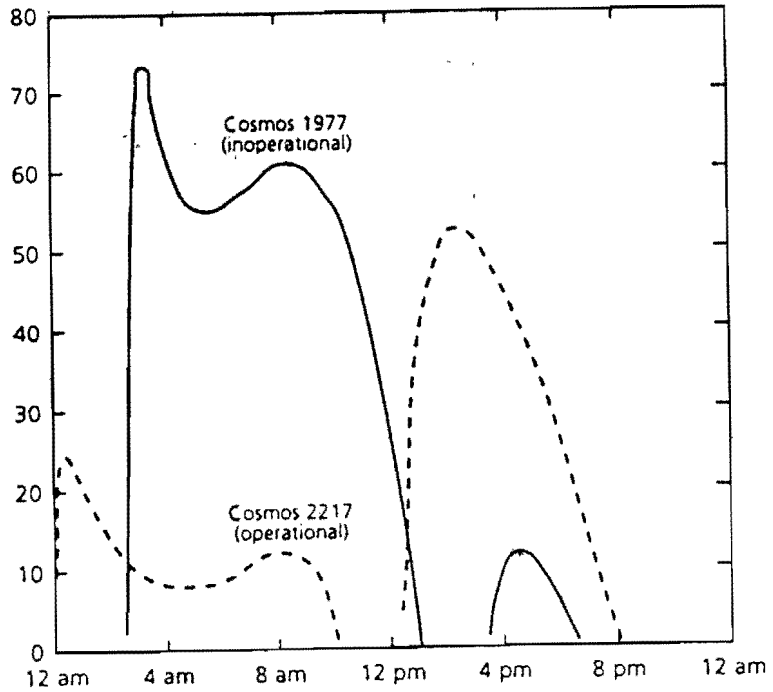

Рисунок 4

Углы возвышения двух спутников раннего предупреждения, под которыми они видны из Гранд Форкс. Для того, чтобы спутник мог обнаружить ракету, запущенную с этой базы, угол возвышения должен быть меньше 15°. "Космос-1977" не способен обнаруживать никакие ракетные пуски с этой базы и скорее всего он не является действующим. "Космос-2217" может держать в поле зрения ракетную базу в течение примерно восьми часов. Но в последние пять часов азимут спутника превышает 55°, так что его детектор может быть засвечен прямым солнечным светом.

канских ракет с северо-запада, заходящее солнце может засветить детекторы. Азимут захода зависит от широты и времени года. Поскольку на широтах расположения ракетных баз США (45-50 с.ш.) азимут захода солнца составляет около 305° в июне и 235° в декабре, в спутник никогда не попадет прямой солнечный свет, если азимут спутника с точки зрения района наблюдения не будет превышать 55°. Анализ орбит спутников раннего предупреждения показывает, что этот фактор может ограничить доступное для наблюдения время примерно 160-180 минутами. Однако это повлияет только на один или два спутника из всей конфигурации, которые проходят свой апогей во время захода солнца.

Районы наблюдения

На рис. 5 показано, как изменяется наблюдаемый с российского спутника раннего предупреждения район по мере прохождения спутником апогея своей орбиты. Ориентация полосы наблюдения непрерывно меняется благодаря как движению спутника по орбите, так и вращению Земли. Однако есть район, где все эти полосы перекрываются. Этот район постоянно остается в поле зрения спутника по мере прохождения им апогея.

Поскольку один спутник не может обеспечить непрерывное покрытие любого района, в действующую систему должно входить несколько спутников, сменяющих друг друга с интервалом около 160 минут. Поэтому полная операционная система состоит из девяти спутников, расположенных так, что спутники сменяют друг друга над одной фиксированной точкой земной поверхности. Такая система, если все спутники находятся в рабочем состоянии, может непрерывно покрывать район, показанный на рис. 6. Поскольку спутники совершают два оборота в сутки, фактически имеются два идентичных района наблюдения, смещеных по долготе на 180° друг относительно друга. Можно увидеть, что эти районы покрывают все базы американских МБР и, по крайней мере, некоторые китайские базы МБР.

Кроме покрытия районов размещения МБР спутники могут также обнаруживать запуски с ряда космодромов: мыс Канаверал (США), Тюратам, или Байконур (Казахстан), Плесецк (Россия) и Капустин Яр (Россия). Поэтому оказывается возможным проводить испытание системы путем наблюдения за обычной деятельностью по запуску спутников. Фактически до марта 1981 г. конфигурация была развернута так, что районы наблюдения были сдвинуты на запад от современного положения на 30°[18], и поэтому система не могла обнаруживать запуски из районов размещения американских МБР. Представляется вероятным, что в это время система была развернута в испытательной конфигурации и в основном была ориентирована на обнаружение запусков с советских пусковых установок. Система стала полностью готовой к боевому применению только после 1981 г., когда орбиты были передвинуты в современное положение.

При ведении наблюдения под скользящим углом размеры района покрытия зависят от высоты активного участка траектории ракеты, запуск которой должен быть обнаружен спутником. Зона покрытия очень быстро сокращается при уменьшении высоты, на которой прекращается работа двигателя ракеты, так что практически спутник не может зафиксиро-

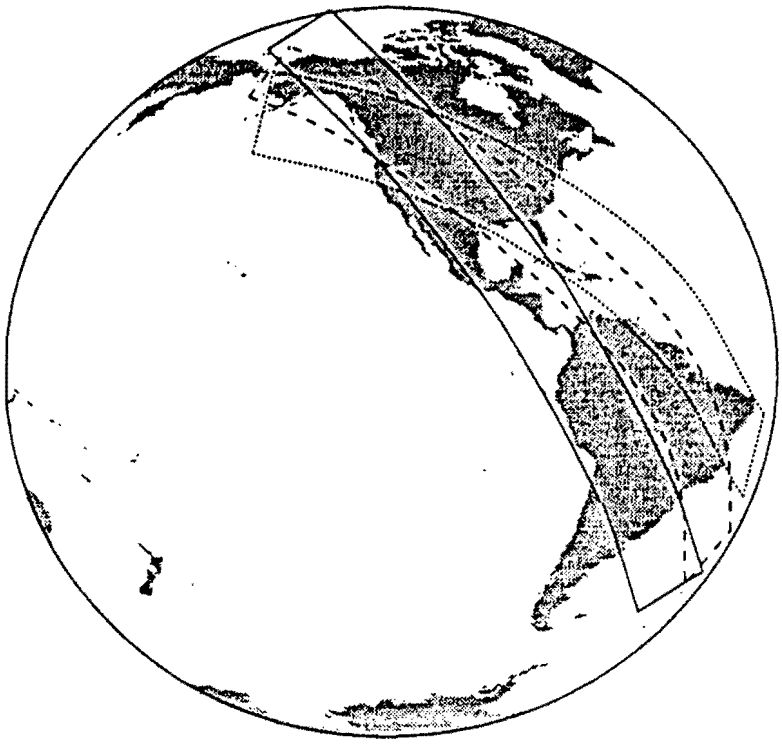

Рисунок 5
Район постоянного покрытия формируется при накладывании зон покрытия, соответствующих разным временам, по мере того, как спутник проходит через апогей. На рисунке показаны зоны покрытия за 80 минут до прохождения спутником апогея, во время прохождения апогея и через 80 минут после этого.

вать запуски ракет малой дальности. Поэтому развернутая в настоящее время конфигурация не может использоваться для обнаружения таких пусков, даже если ее переориентировать, скажем, на Ближний Восток вместо США.

Состояние системы

Начиная с 1972 г., Советский Союз, а затем Россия запустили более 70 спутников раннего предупреждения. Поскольку большинство из этих спутников прекратило свою работу, следует найти какой-то критерий, который сможет помочь отличать функционирующие спутники от нефункционирующих. Лучший критерий - это коррекция орбит спутников. Различные возмущения заставляют параметры орбиты изменяться со временем и спутник должен регулярно проводить маневры по коррекции орбиты, чтобы ее параметры оставались в рабочих пределах. Эти маневры служат наилучшим индикатором состояния спутника: отсутствие маневров по коррекции орбиты означает, что спутник больше не функционирует.

Существует несколько факторов, приводящих к дрейфу орбиты: несферичность Земли и возмущения, вызванные притяжением Луны и Солнца. Для орбит типа "Молния" основной вклад вносит несферичность Земли, а два остальных фактора приводят всего лишь к незначительному эффекту. Возмущения от несферичности Земли, в основном, вызванные действием второй зональной гармоники, приводят к постепенному увеличению периода обращения спутника, что проявляется как дрейф в западном направлении склонения восходящего узла орбиты со скоростью 0,13-0,15° в сутки[19]. В конечном итоге это приводит к значительному смещению подспутниковой трассы и спутник теряет возможность наблюдать за ракетными базами США под скользящим углом. Это проиллюстрировано на рис. 4, где приведены значения угла возвышения, видимого из Гранд Форкса, одного из спутников, прекративших коррекцию орбиты, а именно "Космоса-1977": при прохождении своего апогея спутник расположен над горизонтом с углом возвышения, превышающим 15°, и поэтому он не может обнаружить запуски ракет с этой базы.

Коррекция склонения восходящего узла орбиты - сложный маневр, так что спутники пользуются иной методикой для стабилизации своих подспутниковых трасс и поддержания параметров орбиты в пределах рабочего диапазона значений. Первоначально спутники размещаются на орбитах с периодами обращения около 717,5 минут, что несколько меньше истинного полусуточного периода, составляющего 718 минут. При отсутствии возмущений орбиты это приводит к дрейфу в восточном направлении подспутниковой трассы. Возмущения, обусловленные несферичностью Земли (но отличные от воздействия второй зональной гармоники), приводят к возрастанию периода обращения со скоростью около 0,008 минут в сутки, замедляя таким образом восточный дрейф и в конечном итоге, когда период начинает превышать полусуточный, меняя направление дрейфа[20]. Принимая во внимания и восточный, и западный дрейфы, можно оценить, что через 70-90 дней подспутниковая трасса вернется к своему начальному положению. В этот момент спутник совершает маневр, чтобы уменьшить период обращения до начального значения 717,5 минут.

Анализ орбитальных параметров спутников раннего предупреждения позволяет нам определить, какие спутники находятся в рабочем состоянии[21]. Как можно видеть из табл. 1, в мае 1993 г. все станции системы были заняты, по крайней мере, одним

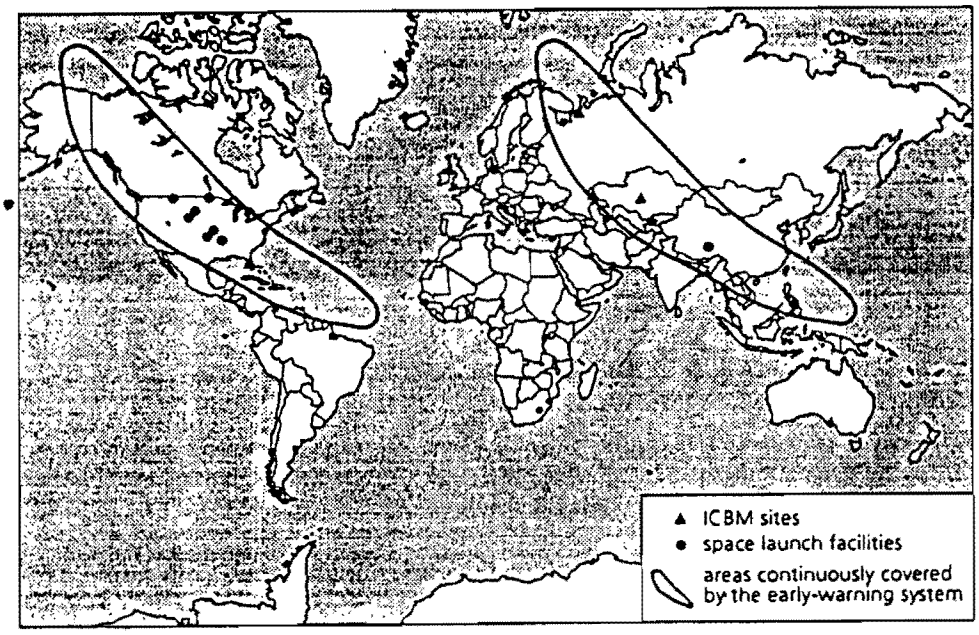

Рисунок 6
Области, непрерывно контролируемые российской космической системой раннего предупреждения

работающим спутником. В станциях 1 и 4 размещено по два спутника, но, как следует из дат последнего маневра, "Космос-20 ." и "Космос-1974" не выполнили маневров по коррекции траектории, которые планировались на январь и апрель 1993 г., соответственно, что скорее всего означает, что они уже выработали ресурс и дрейфуют со своих станций.

На рис. 7 показаны изменения со временем видимых с ракетной базы Гранд Форкс углов возвышения спутников, когда они проходят через свои апогеи. Как видно из графика, в любое время суток один из спутников находится в положении, когда он может обнаружить запуск ракет с этой базы. Аналогичная картина наблюдается и для других баз МБР, попавших в область, приведенную на рис. 6. Это означает, что современная конфигурация из девяти спутников на орбите может обеспечить непрерывное покрытие всех ракетных баз США.

В действительности, система обладает большим запасом прочности и потеря нескольких спутников не повлияет значительно на ее потенциал. Как мы видели ранее, если спутник не ослеплен прямым солнечным светом, он может удерживать в поле зрения покрываемый район более 160 минут. Это приводит нас к заключению, что система может функционировать с меньшим, чем девять, числом спутников на орбите.

ГЕОСТАЦИОНАРНАЯ СИСТЕМА

Хотя российские спутники раннего предупреждения на орбитах типа "Молния" могут обеспечить быстрое предупреждение о нападении МБР с территории США, в других случаях возможности системы ограничены. Во-первых, в силу ограниченного покрытия система не может обеспечить предупреждение относительно ракет морского базирования. Во-вторых, она может дать очень мало информации о положении места запуска и направлении полета, что в принципе можно было бы использовать для определения потенциальной цели нападения.

Эти ограничения, особенно ограниченная область непрерывного покрытия, заложены в конструкцию системы и являются следствием использования геометрии наблюдения под скользящим углом в сочетании с сильно вытянутыми орбитами спутников. Ограничения такой системы были хорошо поняты в Советском Союзе. В 1975 г. Советский Союз запустил "Космос-775" - геостационарный спутник, задачей которого, как сообщается, было проведение экспериментов с вертикальной геометрией наблюдения. Спутник функционировал в течение двух лет, но поскольку следующий геостационарный спутник был запущен только в 1984 г., результаты эксперимента, по-видимому, оказались неудовлетворительными. Запуски геостационарных спутников возобновились в 1984 г., что указывало на продолжение разработок геостационарных спутников раннего предупреждения.

По состоянию на май 1993 г. было запущено восемь геостационарных спутников, перед которыми, как считается, поставлена задача раннего предупреждения[22]. Последний из них, "Космос-2224", был запущен в декабре 1992 г. По состоянию на май 1993 г. все эти спутники размещались в точках "Прогноз", которые Советский Союз зарезервировал для своих геостационарных спутников. В табл. 2 указаны долготы этих точек, расположенных над экватором. Следует отметить, что до сих пор спутники размещались в точках "Прогноз-1, 2,3,4". Каждый спутник устанавливался в точку 1, но через какое-то время некоторые их них перемещались в другую точку. Некоторые спутники были первоначально установлены в другой точке, но позднее переводились в "Прогноз-1"[23].

Оценка возможностей геостационарной системы раннего предупреждения более затруднена, нежели для системы со спутниками типа "Молния". В то время как ориентация орбит типа "Молния" дает информацию о конструкции системы, возможности системы геостационарных спутников зависят в первую очередь от возможностей ее детекторов. На основе имеющейся информации неясно, имеет ли новое поколение спутников раннего предупреждения реальную возможность вертикального наблюдения,

Таблица 1
Функционирующие российские спутники раннего предупреждения (на май 1993 г.)

Номер станции	Тип спутника	Дата запуска	Долгота восходящего узла	Последний маневр
1	Космос-2196 (22017)	08.07.1992	342	март 1993
	Космос-2001 (19796)	14.02.1989	338	октябрь 1992
2	Космос-2176 (21847)	24.01.1992	27	март 1993
3	Космос-2241 (22594)	26.01.1993	70	апрель 1993
4	Космос-2217 (22189)	21.10.1992	108	апрель 1993
	Космос-1974 (19554)	03.10.1988	92	январь 1993
5	Космос-2050 (20330)	23.11.1989	154	март 1993
6	Космос-2222 (22238)	28.11.1992	200	-
7	Космос-2063 (20536)	27.03.1990	233	март 1993
8	Космос-2097 (20767)	28.08.1990	273	март 1993
9	Космос-2232 (22231)	26.01.1993	310	февраль 1993

позволяя своим детекторам обнаружить запуски ракет на фоне Земли, или же эти спутники по-прежнему будут пользоваться методикой наблюдения под скользящим углом.

Таблица 2
Точки на геостационарной орбите, зарезервированные для спутников серии "Прогноз"

Стационарная точка	Долгота
Прогноз-1	24 з.д.
Прогноз-2	12 в.д.
Прогноз-3	35 в.д.
Прогноз-4	80 в.д.
Прогноз-5	130 в.д.
Прогноз-6	166 в.д.
Прогноз-7	159 в.д.

Из первой геостационарной точки "Прогноз-1" спутник может видеть территорию США под скользящим углом, что в принципе дает возможность использовать спутники, очень похожие на те, которые запускались на орбиты типа "Молния", или даже идентичные им. В то же самое время, если новое поколение спутников сможет эффективно справиться с проблемой фона Земли, эта точка может быть использована для обнаружения запусков ракет морского базирования в Атлантике. В этом случае территория США может контролироваться спутником с вертикальной геометрией наблюдения, расположенным в точке "Прогноз-7", а такой же спутник в точке "Прогноз-4" смог бы обнаруживать запуски из Индийского океана и из района Среднего Востока.

В любом случае, малое число и нерегулярность запусков геостационарных спутников, а также продолжающиеся запуски спутников типа "Молния" наводят на мысль, что всего вероятнее примерно в течение еще десятилетия спутники типа "Молния" будут составлять основу российской космической системы раннего предупреждения.

ВЫВОДЫ

Возможности российской системы раннего предупреждения или ее компонентов космического базирования нельзя рассматривать в отрыве от российской военной доктрины, числа и возможностей систем доставки, а также характера возможных угроз. Тот факт, что развернутая в настоящее время система в значительной степени ориентирована на обнаружение нападения баллистических ракет с континентальной территории США и не может обеспечить раннее предупреждение о запусках ракет морского базирования, не означает, что эта система всегда была неадекватна характеру угроз. Такая возможность могла оказаться совершенно достаточной в начале 70-х годов, когда система находилась на ранней стадии разработки. В то время американские баллистические ракеты морского базирования не имели возможности разрушать укрепленные шахты и не могли быть использованы в обезоруживающем первом ударе. Советские наземные ракетные силы, составлявшие основу советских стратегических сил, могли выдержать нападение ракет морского базирования и сохранить возможность нанести значительный ущерб. Другая возможная причина того, почему космическая система раннего предупреждения была спроектирована для обнаружения только ракет наземного базирования, связана с тем обстоятельством, что обнаружение нападения ракет морского базирования не увеличивает в значительной мере времени предупреждения по сравнению с тем, что дают РЛС раннего предупреждения. Эти обстоятельства, а также технические трудности размещения системы с глобальным покрытием привели, скорее всего, к решению ограничить покрытие советской космической системой раннего предупреждения только территорией США.

Контрсиловые возможности американских ракет морского базирования заметно возросли в 80-х годах с развертыванием очень точных ракет "Трайдент II". Судя по сообщениям, эти ракеты обладают точностью, сравнимой с точностью американских ракет нааземного базирования и могут эффективно использоваться против укрепленных шахт при первом ударе. Если бы противостояние в холодной войне продолжалось, Советский Союз в конечном счете попал бы в положение, когда ни его космическая система раннего предупреждения, ни его сеть РЛС раннего предупреждения не смогли гарантировать обнаружение нападения. Хотя нападение ракет морского базирования могло бы и не разрушить большую часть советских ядерных сил, оно могло серьезно подорвать возможность Советского Союза нанести удар возмездия[24]. Это показывает, что в 80-х годах возможности старой космической системы раннего предупреждения оказались спорными всего через несколько лет после введения ее в эксплуатацию. Решение о продолжении разработки геостационарной системы было попыткой скорректировать эту ситуацию.

Конфронтация времен холодной войны, впрочем, срабатывала в пользу старой системы раннего предупреждения. В начале 90-х годов Соединенные Штаты и Советский Союз имели около 10 000 единиц стратегического ядерного оружия и более 2000 систем доставки у каждой стороны. Такое количество ядерного оружия гарантировало, что если бы Соединенные Штаты организовали обезоруживающий упреждающий удар, им пришлось использовать все свои силы, включая ракеты наземного базирования, для уничтожения советских сил возмездия. Это означало, что ограниченные возможности советской космической системы раннего предупреждения, а именно, ее неспособность обнаруживать запуски

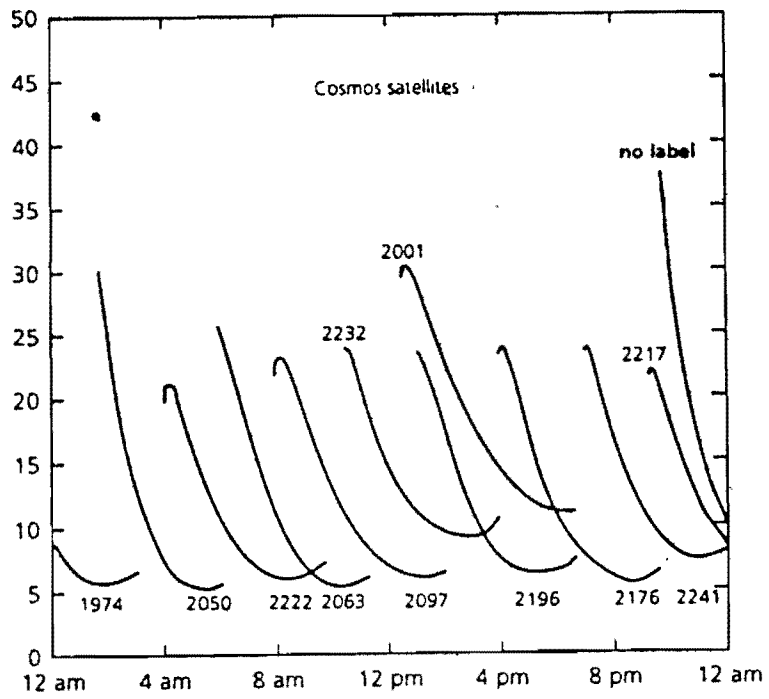

Рисунок 7

Угол возвышения, под которым функционирующие спутники раннего предупреждения видны с ракетной базы Гранд Форкс в течение суток. Спутник показан только в том случае, когда его азимутальный угол, видимый с ракетной базы, не превышает 55°, то-есть когда спутник не может быть засвечен прямыми солнечными лучами. Поскольку спутник может обнаружить запуск ракеты, только когда он виден при угле возвышения, меньшем 15°, ракетная база Гранд Форкс постоянно просматривается хотя бы одним спутником.

ракет морского базирования, не помешали бы такой системе обнаружить подобное нападение.

Ситуация изменится после того, как Соединенные Штаты и Россия сократят свои ядерные силы в соответствии с договорами СНВ. Согласно договору СНВ-2 к 2003 г. обе стороны уничтожат все ракеты наземного базирования с разделяющимися головными частями и основная часть их ядерных сил будет развернута на подводных лодках. В маловероятном случае ядерного конфликта главная угроза для России будет исходить с моря, а не с территории США. В результате старая система спутников раннего предупреждения очень быстро потеряет свою пользу. Что касается новых задач, например, обнаружение случайных или несанкционированных запусков, а также слежение за ракетной деятельностью в третьем мире, то ограниченное покрытие такой системы означает ее практическое несоответствие им. Такие новые задачи могут потребовать новую систему, которая заменит развернутую в настоящее время. Очевидным кандидатом для замены является геостационарная система, разрабатываемая сейчас в России. Однако остается открытым вопрос, будет ли такая система адекватной новым задачам в такой же степени, как и старым. Неясно также, нужна ли вообще России система раннего предупреждения космического базирования.

Оценивая потребность в создании новой системы раннего предупреждения, авторы статьи в журнале "Военная мысль" утверждают, что такая система должна

> ...обнаруживать запуски баллистических ракет или другие признаки, свидетельствующие, что другая сторона начала применение стратегических наступательных сил... Основная функция системы раннего предупреждения состоит в том, чтобы отбить у соперника охоту к первому удару. Если у обороняющейся стороны есть система раннего предупреждения, нападение первым не дает преимущества внезапности и будет сопряжено с риском, что обороняющийся нанесет непоправимый ущерб в ответном ударе ("из-под атаки")[25]...

Но такой образ мышления подразумевает, что основная угроза связана с внезапным обезоруживающим нападением. Вряд ли это так, даже если предположить, что ядерная конфронтация между США и Россией вернется на уровень холодной войны. Во-первых, шаги по разоружению, которые США и Россия предпринимают в рамках договоров СНВ, направлены на перестройку структуры ядерных сил для того, чтобы сократить, если не уничтожить полностью, преимущества первого удара. Основная часть ядерных сил будет развернута на подводных лодках, а оставшиеся ракеты наземного базирования будут иметь всего по одной боеголовке, что делает их менее привлекательными целями для первого удара. Во-вторых, если говорить о первом ударе, его можно использовать для разрушения системы управления и связи, а не для уничтожения ядерных сил. В этом случае увеличение возможностей системы раннего предупреждения могло бы подвести соперника к поиску иных путей для осуществления такого нападения. Такими новыми путями могли бы стать крылатые ракеты большой дальности или самолеты - "невидимки", а не баллистические ракеты. Обнаружение подобных целей возможно, но это будет достаточно трудной технической задачей, а космическая система раннего предупреждения, ориентированная на обнаружение баллистических ракет, не окажет в этих случаях никакой помощи. В-третьих, система раннего предупреждения является только

частью, хотя и очень важной, общей системы управления войсками. Нельзя недооценивать роль остальной части этой системы в обеспечении возможности нанесения удара возмездия. Кажется вероятным, что высоконадежная система управления и связи с продуманной процедурой передачи права на осуществление ответного удара в случае выхода из строя центрального звена окажется более надежной и гораздо более дешевой, нежели система, полагающаяся на раннее предупреждение.

Что касается других задач системы раннего предупреждения, а именно, обнаружения случайных или несанкционированных запусков, обнаружения пусков тактических ракет и контроля за разработкой баллистических ракет во всем мире, вряд ли любая из них послужит оправданием для развертывания сложной системы спутников, линий связи и наземных станций управления, составляющих современную систему раннего предупреждения.

Поскольку на период подготовки данной статьи Россия еще не имела четко сформулированной военной доктрины, любые выводы о ее потребностях в раннем предупреждении были бы преждевременными. Но роль раннего предупреждения заслуживает широкого обсуждения в контексте тех изменений, которые вызваны последними событиями в мире. Было бы неразумным тратить средства на поддержание или развертывание системы, которая никогда не понадобится России.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа была выполнена во время работы автора в рамках Программы по изучению вопросов обороны и контроля над вооружениями Центра международных исследований Массачусетского технологического института и во время работы в Центре по контролю над вооружениями, энергетике и изучению окружающей среды при Московском физико-техническом институте. Я хотел бы выразить глубокую признательность Теодору Постолу и Джорджу Льюису, которые оказали мне неоценимую помощь во время моего посещения Массачусеттского политехнического института. Я хочу также поблагодарить Лизбет Гронлунд, Максима Тарасенко и Дэвида Райта за их комментарии на ранних этапах работы над этой статьей. Особую благодарность мне хочется выразить Владимиру Агапову, чьи советы по техническим вопросам были чрезвычайно полезны, а также администратору Celestial BBC Т.С.Кельсо, который любезно согласился посылать мне информацию по орбитальным элементам советских спутников раннего предупреждения. Благодарю также Тимура Кадышева, который помог мне получить эти сведения своевременно.

ПРИМЕЧАНИЯ И ССЫЛКИ

1. Другие возможные варианты - нанесение либо ответного, либо упреждающего удара. Ответный удар, предусматривающий запуск баллистических ракет уже после того, как ракеты напавшей стороны достигли цели, кажется технически неосуществимым, поскольку возможности ядерных сил и, что гораздо важнее, системы управления и связи оказываются очень ограниченными. Другой вариант - упреждающий удар, реально стал невозможным после разработки обеими сторонами систем раннего предупреждения. Эти системы, хотя их возможности были ограничены на ранних этапах разработки, значительно уменьшили вероятность успешного упреждающего удара. Детальный анализ ядерных доктрин и роли ответно-встречного удара выходит за рамки данной статьи. Обсуждение роли этих вариантов в военных доктринах США и СССР, основанное на информации о системах управления и связи, можно найти, например, в книге Bruce Blair, The Logic of Accidential Nuclear War (Washington DC: The Brookings Institution, 1992).
2. Это РЛС типа Pave Paws, расположенные в Кейп Код (Массачусеттс), на базах ВВС США Гудфеллоу (Техас), Бил (Калифорния) и Робинс (Джорджия). Крупная РЛС с фазированной решеткой типа Parc в Гранд Форкс (Сев. Дакота), построенная как часть системы ПРО, обеспечивает дополнительное покрытие северного направления. См., например, John Toomay, "Warning and Assessment Sensors" in Managing Nuclear Operations, Ashton B.Carter, John D.Steinbruner and Charles A.Zracket (editors) (Washington DC: Brookings Institution, 1987), p.311.
3. Сеть была почти завершена, но последняя ее РЛС в Красноярске нарушала статьи Договора по ПРО: она не была расположена на периферии территории страны и не была ориентирована наружу, как требовалось Договором по ПРО. Сооружение РЛС прекратилось в 1990г. и сейчас она демонтирована.
4. Крупные РЛС с фазированной решеткой, находящиеся на территории России, расположены в Печоре, Оленегорске (Кольский п-ов) и Мишелевке (около Иркутска). За пределами России оказались РЛС в Ляках (Азербайджан) и Сары Шагане (Казахстан). Сооружение еще одной РЛС с фазированной решеткой было начато в Мукачево (Украина), но в 1990 г. строительство было приостановлено и дальнейшая судьба этой РЛС неясна. Кроме того, имеется 11 более старых РЛС типа Hen House, расположенных в Мишелевке и Мурманске (Россия), Скрунде (Латвия), Мукачево, Севастополе (Украина), Сары Шагане (Казахстан); Stephen D.Shenfield, "Dividing Up the Soviet Defense Complex: Implications for Europian Security", Security for Europe Project Paper no.2, Center for Foreign Policy Development, Brown University, 1992,p.23; John Lepingwell "US-Russian Cooperation in Missile Defense", Radio Free Europe. Radio Liberty, research report no.33, 21 August 1992.
5. В статье А.С.Сумина "Международная система контроля воздушного пространства" ("Военная мысль", No 6-7, 1992, стр.24-27) обсуждается возможное использование российских загоризонтных РЛС для контроля воздушного пространства. В статье даже не упоминается возможность обнаружения МБР. Соединенные Штаты тоже построили загоризонтную РЛС, но она была предназначена для обнаружения самолетов.
6. Во многом, информация об истории создания советской космической системы раннего предупреждения подчерпнута из ежегодных выпусков Soviet Year in Space (Teledyne Brown Engineering) by Nicholas Johnson.
7. Максим Тарасенко, "Военные аспекты советской космонавтики", М: Николь, 1992, стр.80.
8. Система была спроектирована в ЦНПО "Комета" (Генеральный конструктор ЦНПО А.И.Савин, генеральный конструктор системы раннего предупреждения К.А.Власко-Власов). Космические аппараты были изготовлены в КБ им.Лавочкина (Генеральный конструктор Р.С.Кремнев).
9. Максим Тарасенко, op.cit., стр.80. Учения 1982 г. по ответно-встречному удару (см. B.Blair, op.cit., p.208) должны были использовать космический компонент системы раннего предупреждения.
10. Matthew Partan, "Soviet Assessment of U.S. Early Warning Technology Programs", Center for International Studies, Massachusetts Institute of Technology, Research Report no. 86-1, August 1986, pp.52-53.

11. Максим Тарасенко, op.cit.,стр.80,81.
12. Jurgen Altman, SDI for Europe: Technical Aspects of Anti-Tactical Ballistic Missile Defenses (Frankfurt: Peace Research Institute Frankfurt, 1988), pp.54-63.
13. William L.Wolfe, editor, Handbook on Military Infrared Technology (Washington DC: Office of Naval Research, 1965) p.118.
14. James R.Wertz and Wiley J.Larson (editors), Space Mission Analysis and Design (Dodrecht: Kluwer Academic Publisher, 1991) p.309.
15. На борту спутника расположены по меньшей мере три детектора, вероятно ведущих наблюдения в разных спектральных диапазонах. Мы предполагаем, что основной детектор работает в полосе 2,7 мкм на сильной спектральной линии излучения ракетного пламени. Два других детектора работают, по-видимому, в полосе 4.5 мкм (еще одна сильная излучательная линия) и в видимой части спектра, что обеспечивает дублирование, необходимое для уменьшения частоты ложных сигналов.
16. Bruce Gumble, "Air Force Upgrading Defenses at NORAD", Defense Electronics, August 1985, p.98.
17. Все азимуты измеряются от направления на север по часовой стрелке.
18. Nicholas Johnston, Soviet Year in Space, 1989, p.105.
19. Б.С.Скребушевский, "Формирование орбит космических аппаратов"(М: Машиностроение, 1990), стр.53. Склонение восходящего узла орбиты - это угол между фиксированной в инерциальной системе координат осью весеннего равноденствия и восходящим узлом - точкой, над которой спутник пересекает экваториальную плоскость, двигаясь с юга на север.
20. Эволюция орбит, имеющих постоянную подспутниковую трассу, достаточно сложна и зависит от географического положения восходящего узла орбиты (Б.С.Скребушевский, op.cit., стр.235). Приведенные здесь параметры эволюции орбит спутников получены путем непосредственного анализа поведения спутников на орбите.
21. Параметры орбит спутников распространяются НАСА и могут быть получены через Celestial BBC (администратор Т.С.Кельсо).
22. Это "Космос-775" (запущенный 08.10.75), "Космос-1546" (29.3.84), "Космос-1629" (21.2.85), "Космос-1894" (28.10.87), "Космос-2133" (14.2.91), "Космос-2155" (13.9.91), "Космос--2155" (13.9.91), "Космос-2209" (10.9.92) и "Космос-2224" (17.12.92); частное сообщение российского специалиста по космосу.
23. Частное сообщение (Nicholas Johnson).
24. Это показывает, что развертывание ракет "Трайдент II" было в действительности весьма опасным событием, так как оно может предоставить Соединенным Штатам реальный потенциал первого удара. Если бы холодная война не окончилась, это серьезно подорвало бы стратегическую стабильность.
25. Генерал-лейтенант В.М.Смирнов, полковник В.Ф.Гринько, "Система предупреждения о ракетном нападении: тенденции и проблемы развития", "Военная мысль", No.6-7, 1992, стр.15.