

КОНЦЕПЦИЯ НЕИЗБЕЖНОГО ОТВЕТОГО УДАРА

В.А. Бурак

США не смогут нанести безответный ракетно-ядерный удар по территории России, полагаясь на свои ударные средства и стратегическую противоракетную оборону, заявил командующий РВСН, комментируя широко обсуждаемую в США так называемую концепцию безответного ядерного удара. Тем не менее в США подобные концепции постоянно выдвигаются, в том числе и концепция обезоруживающего неядерного удара, когда основные средства стратегических ядерных сил России уничтожаются еще на земле с помощью высокоточного оружия, а оставшуюся часть перехватывают наземные и космические ударные средства глобальной противоракетной обороны.

Живучесть этих концепций обусловлена неистребимым желанием военных и элиты США обеспечить неприкосновенность своей территории при военном конфликте с любой страной мира и в первую очередь с РФ. Географическое положение и другие благоприятные факторы способствуют такому уникальному статусу США, который был нарушен после принятия на вооружение в СССР межконтинентальных баллистических ракет с ядерным боевым оснащением. Они являются единственным средством поражения, против которого у США не было и нет до сих пор средств защиты.

Несмотря на неубедительные сценарии этих ударов, технические возможности наших ракет по ответно-встречному удару и средствам преодоления ПРО не стоит думать, что все возможности наших оппонентов уже исчерпаны.

После распада СССР и медленного, но неизбежного сокращения нашей ракетной группировки, появились надежды, что задача обеспечения неприкосновенности территории США все же может быть решена, для чего предпринимаются следующие шаги:

- создается глобальная ПРО с ударными элементами космического базирования;
- наращивается количественный и качественный состав высокоточного оружия и создаются беспилотные ударные средства большой дальности;
- совершенствуются разведывательные, связные, навигационные и управляющие компоненты космической группировки, позволяющие управлять ведением боевых действий в реальном масштабе времени.

Несмотря на предпринимаемые шаги можно сделать эту задачу неразрешимой. Для этого необходимо, чтобы ракеты ответного удара были **невидимы на земле** и были **способны преодолеть ПРО в полете**. В этом случае все концепции по обеспечению неприкосновенности территории США становятся бессмысленными.

Что касается преодоления ПРО, то новые ракеты используют достаточно богатый арсенал средств, сильно затрудняющих их поражение в полете, и этот арсенал постоянно совершенствуется. Это и быстрый старт и пологие траекто-

рии полета и комплекс средств преодоления ПРО (КСП ПРО) в боевом оснащении ракет и другое.

А вот с невидимостью ракет на земле дело обстоит гораздо хуже. Существующие и создаваемые ракетные комплексы не годятся для этих целей в силу громоздкости ракет и сопутствующей инфраструктуры. Так не только стационарные, но и подвижные ракетные комплексы (грунтовые и на подводных лодках) обнаруживаются техническими средствами наблюдения и сопровождения уже сейчас и будут в дальнейшем, по мере развития этих средств, полностью контролироваться в реальном масштабе времени.

Громоздкость существующих ракетных комплексов обусловлена не их техническим несовершенством, а разнообразием решаемых ими задач (превентивный удар, ответно-встречный удар в условиях сильных излучений. ответный удар), характером целей (точечные, площадные), необходимостью преодоления ПРО.

Поэтому необходимо создать новую ракетную группировку, предназначенную для выполнения только одной задачи – нанесению ответного удара после совершения агрессии, при этом ответный удар должен быть минимальным, но достаточным для сдерживания противника (для США - это «хиросима» в одном из мегаполисов на ее территории).

Формально постановку задачи для группировки ответного удара можно сформулировать следующим образом:

- хотя бы одна боеголовка должна быть доставлена в любой из заданных мегаполисов на территории США;
- мощность боеголовки должна быть не менее, чем у бомбы, сброшенной на Хиросиму (15-16 кт);
- ответный удар должен быть отложенным для принятия взвешенного решения после оценки полученного от агрессии ущерба и выбора момента нанесения, когда противник меньше всего его ожидает.

Эффект сдерживания помимо неизбежности ответного удара усиливается неопределенностью сценария его осуществления:

- неизвестен мегаполис, в котором произойдет «хиросима», а также места доставки боезарядов группировки, которые не попадут в мегаполис;
- неизвестно на какое время будет отложен ответный удар, которое может измеряться часами, сутками, неделями и даже месяцами;
- неизвестны последовательность пуска ракет (общий залп всей группировки, несколько залпов, разнесенных по времени), а также момент окончания ответного удара, так как неизвестно общее количество ракет в группировке.

Из постановки задачи следует, что мощность боезаряда для ракеты ответного удара должна быть значительно ниже существующих и может составлять примерно 20 Кт. Для сравнения: находившаяся на вооружении в США «Trident-1» (аналог «Булавы») имеет 10 боеголовок по 100 Кт каждая. Таким образом, мощность боевого оснащения ракет ответного удара может быть более чем в 50 раз ниже, чем у существующих, а требуемая мощность боезаряда в 5 раз ниже, чем у одной боеголовки. Так как излишняя мощность боезаряда на выполнение задачи не влияет, а только увеличивает его вес, желательно, чтобы был создан специальный боезаряд требуемой мощности для оптимизации весогабаритных характеристик ракеты.

Из этой же постановки задачи следует, что задача будет выполнена, если при пуске всех ракет группировки хотя бы одна из них доставит боеголовку в заданный мегаполис.

Если группировка состоит из 100 ракет, то остальные 99 ракет будут случайным образом рассеяны вокруг мегаполиса в пределах круга радиусом 100 км и нанесут дополнительный сопутствующий случайный ущерб. Такое рассеивание избрано из-за того, чтобы можно было в качестве чувствительных элементов системы управления использовать микромеханические гироскопы и акселерометры, которые на несколько порядков легче, дешевле и компактней, чем существующие, что значительно уменьшит весогабаритные характеристики ракеты и ее стоимость. Для сравнения: рассеивание современных ракет обеспечивает их гарантированное попадание в круг, радиусом порядка 1 км. Таким образом, точность стрельбы ракетами ответного удара может быть в 100 раз ниже, чем у существующих. Необходимый же состав группировки в при данном рассеивании зависит от размера выбранного мегаполиса: при радиусе 4 км – 100 ракет, при радиусе 6 км – 50 ракет и при радиусе 8 км – 30 ракет.

Из постановки задачи следует еще одно важнейшее для весогабаритных характеристик ракет и инфраструктуры обстоятельство – в связи с тем, что ответный удар является отложенным на достаточно большой интервал времени отсутствует необходимость в постоянном нахождении ракет в готовности к боевому применению, а это значит, что из эксплуатации исключается режим боевого дежурства и основным режимом становится хранение на арсеналах или скрытых боевых позициях – в зависимости от обстановки.

При таких предпосылках возможно значительное снижение весогабаритных характеристик ракет ответного удара за счет существенного снижения веса боезаряда, снижения на два порядка точности системы управления и исключения боевого дежурства из системы эксплуатации ракет.

Кроме того, для уменьшения размеров и веса ракеты следует боевое оснащение (боеголовка + КСП ПРО) разделить на две части и иметь по крайней мере две модификации ракеты: **боевую ракету** с боеголовкой и без КСП ПРО (при необходимости – с минимальными средствами) и **неядерную ракету противодействия** с КСП ПРО и без боеголовки.

При этих предпосылках на базе существующих технологий вполне возможно при модульной конструкции и пакетной компоновке всех трех ступеней обеспечить приемлемые для ракеты ответного удара весогабаритные характеристики: забрасываемый вес такой ракеты составит 170 кг, стартовый вес – 6,8 тонн, а длина – 4 метра, что позволит разместить ракету в габаритах стандартного 20-футового (6-метрового) грузового контейнера по международной классификации ИСО, который является одним из самых распространенных в мире контейнеров для хранения и перемещения грузов автомобильным, железнодорожным и морским транспортом.

При этом автомобили для 20-футового контейнера является транспортным средством общего назначения типа КАМАЗ (бортовой автомобиль, автоконтейнеровоз, полуприцеп-контейнеровоз с тягачом) и способны передвигаться практически по всем дорогам, что обеспечивает скрытность перемещения ракет ответного удара автомобильным транспортом на всей территории РФ. Скрытность перемещения контейнеров с ракетами железнодорожным и морским транспортом также сомнений не вызывает.

Одним из вариантов ракеты противодействия выглядит вариант оснащения, когда тяжелая ложная цель трансформируется в имитатор боеголовки, который по своим весогабаритным и аэродинамическим характеристикам полно-

стью совпадает со штатной боеголовкой и отличается только тем, что вместо ядерного боезаряда в нем расположен инертный наполнитель. В этом случае ракета с таким оснащением в принципе не может быть отселектирована от боевых ракет на всей траектории полета вплоть до соприкосновения с целью. Это уникальное качество ракеты позволяет выделить ее из модификации ракет противодействия в отдельную категорию – **ракеты сопровождения**, и при повышении эффективности ПРО именно за счет этой ракеты, недорогой в производстве и эксплуатации и совершенно безобидной для противника, увеличивать численный состав группировки ракет ответного удара до уровня, не только обесценивающего действия ПРО, но и ставящего под сомнение сам факт необходимости создания такой системы против РФ.

Если сравнивать затраты на изготовление РК «Тополь-М» и МБР ответного удара, то топлива для нее требуется в 6-7 раз меньше. Модульный принцип построения ракеты с одинаковым и сравнительно малым диаметром и длиной двигательных установок может позволить использовать более простую оснастку и более дешевые конструкционные материалы и организовать поточное производство двигательных установок на нескольких заводах.

Одним из возможных вариантов системы эксплуатации ракет ответного удара является следующий. В мирное время ракеты находятся в режиме хранения на арсеналах или других хранилищах. В угрожаемый период или иной момент, установленный руководством, передислоцируются на скрытые боевые позиции (СБП), рассредоточенные по всей территории РФ, где хранятся в ожидании команд на пуск. При получении команды на пуск или при других заранее оговоренных ситуациях ракеты вывозятся из СБП в позиционные районы, где производится их пуск, или пуск производится непосредственно из СБП, если она приспособлена для этого.

В качестве скрытых боевых позиций могут быть использованы как специально построенные сооружения, так и зарезервированные для данного периода гаражи, хранилища, контейнерные терминалы и сооружения, укомплектованные средствами геодезического и охранного назначения и используемые в мирное время по их прямому назначению. Количество зарезервированных СБП должно обеспечивать возможности передислокации при подозрении на раскрытие их назначения. Возможно и морское базирование ракет ответного удара, где в качестве СБП могут быть использованы корабли, суда, платформы и подводные аппараты.

Таким образом, скрытность ракет ответного удара может быть обеспечена на протяжении всего жизненного цикла: хранение, перемещение, подготовка к пуску и упомянутые выше необходимые свойства ракет ответного удара: **невидимость на земле и способность преодолеть ПРО в полете** являются реально достижимыми.

Создание группировки ракет ответного удара, которая не может быть ликвидирована ни ядерными, ни безъядерными средствами и не может быть перехвачена системой ПРО в полете, обеспечит не только неизбежность нанесения ответного удара, но окажет решающее влияние на стратегическую стабильность.

Действительно, если средства ответного удара неуязвимы, то ответно-встречный удар, целью которого являлось хоть как то ответить на первый удар - иначе будет потеряна возможность к ответным действиям, теряет смысл, так как появляется возможность более осмысленных и взвешенных действий. Это исключает самую нестабильную фазу в возможных конфликтах – неадекват-

ные, чрезвычайно опасные и необратимые действия, вызванные недостатком времени и информации для принятия решений о реакции на конфликт.

Если средства ответного удара невидимы, то теряет смысл массированный первый удар, так как он не выполняет свою главную функцию – обезоруживание. Следовательно, наращивание превосходства как по ядерным, так и по неядерным средствам поражения стратегических ядерных сил тоже не имеет смысла.

* * *

P.S. Группировки ответного удара пока нет, а договор о сокращении СНВ необходимо создавать заново сейчас. Попробуем рассмотреть некоторые положения, которые не мешали бы созданию этой группировки и в дальнейшем отвечали бы новым обстоятельствам.

- 1. Хотя ракету ответного удара трудно назвать наступательным оружием из-за низкой точности стрельбы и специфической задачи – наши оппоненты могут с этим не согласиться. Поэтому из договора должны быть исключены все упоминания о запрете разработки новых носителей, а также и об ограничениях на модернизацию существующих, так как одна сторона создает наземные и космические средства, способствующие их уничтожению, а другая ограничена в возможности противостоять этому.*
- 2. Контролироваться должно только то, что заявлено, и ничего более. Это относится не только к предложению наших оппонентам, но и к нашим пожеланиям. Если мы принимаем предложение об ограничении числа оперативно развернутых стратегических ядерных боезарядов, то после придания этой формулировке юридической определенности, следует контролировать только эти боезаряды и только на тех носителях, на которых они оперативно развернуты. Контролировать остальные носители (а почему не остальные боезаряды?) просто не продуктивно – противостоять их наличию мы ничем не можем, а возвратный потенциал у американцев всегда был, есть и будет несмотря на наши обеспокоенности. И даже если они сделают такую глупость и ликвидируют его, они всегда в состоянии не только восстановить, но нарастить потенциал до нужных им размеров, и никакие юридически обязывающие договоры им здесь не помеха.*
- 3. В отношении количества боезарядов не следует поддаваться красивым цифрам, которыми нас завлекает оппонент. Они не только безболезненно перенесут это сокращение, но и выполнят ряд важных уже запланированных стратегических задач. У нас этого не будет. Будут затратные мероприятия, о которых не хочется даже упоминать, в результате чего функциональность группировки и, следовательно, ее сдерживающие способности будут ослаблены. Экономия средств при этом на эксплуатацию, если она будет, вряд ли удастся оправдать.*

Приложение 1. Миниатюризация ракеты ответного удара

Для обеспечения необнаруживаемости ракет ответного удара до момента старта ее весогабаритные характеристики должны позволять размещать эти ракеты на всех этапах эксплуатации в габаритах стандартных грузовых контейнеров ИСО (40-футовом контейнере или 20-футовом контейнере). В Таблице 1 приведены внешние и внутренние размеры и весовые характеристики 40-футовых и 20-футовых контейнеров.

Таблица 1

Характеристики	40-футовый	20-футовый
Размеры внешние		
Длина	12192	6058
Ширина	2438	2438
Высота	2591	2591
Размеры внутренние		
Длина	12039	5905
Ширина	2350	2350
Высота	2372	2381
Весовые характеристики		
Полезная нагрузка	26530	21750
Собственный вес	3750	2250

Техническая возможность создания МБР, удовлетворяющих таким требованиям, для 40-футовых контейнеров существует, так как и в США и у нас подобные ракеты разрабатывались. Так в США в 1991 году были проведены успешные летные испытания мобильной МБР ХМGM-134А «Midgetman», но в 1992 года программа была закрыта. Рассмотрим эту ракету в качестве прототипа. Малогабаритная моноблочная межконтинентальная баллистическая ракета «Midgetman» представляет собой трехступенчатую твердотопливную МБР с инерциальной системой наведения и системой точного выведения боеголовки с ЖРД, размещенных на третьей ступени и имеет следующие основные характеристики (см. Таблицу 2).

Если взять менее мощную боеголовку W-62 весом 115 кг и с тротиловым эквивалентом в 170 кт, то забрасываемый вес уменьшается на 112 кг, стартовый вес ракеты – до 12.6 тонн и длина – до 12 метров.

Таким образом, в 40-футовом контейнере может быть размещена высокоточная МБР с достаточно мощным боезарядом. Поэтому для размещения ракеты ответного удара данный контейнер представляется избыточным и целесообразно рассмотреть возможность размещения ракеты в 20-футовом контейнере.

Таблица 2

Характеристика	Значение
дальность, км	11000
длина, м	14.02
диаметр, м	1.17
стартовый вес, т	16.78
забрасываемый вес, кг	450
из них:	
– боеголовка, кг	227
– система наведения, кг	136
– КСП ПРО, кг	87
стартовый вес / забрасываемый вес	37.3
тротиловый эквивалент заряда, кг	300

Рассмотрим возможность размещения ракеты ответного удара в 20-футовом (6-метровом) контейнере, так как при этом значительно повышается ее скрытность в движении и при хранении, снижаются требования к размерам скрытых боевых позиций и улучшается проходимость автопоездов с ракетами. При этом автомобили для 20-футового контейнера являются транспортным средством общего назначения (бортовой автомобиль КАМАЗ-65117, автоконтейнеровоз модели 67187 изготовлен на базе шасси КАМАЗ-6522, а полуприцеп-контейнеровоз СЗАП 9905 используется с тягачом КАМАЗ-54115) и способны передвигаться практически по всем дорогам, что обеспечивает скрытность перемещения ракет ответного удара автомобильным транспортом на всей территории РФ. Скрытность перемещения контейнеров с ракетами железнодорожным и морским транспортом также сомнений не вызывает.

**Рис. 1. 20-футовый стандартный контейнер ИСО: 6 х 2.4 х 2.6 м**

Так как лимитирующим параметром при этом является длина ракеты, то целесообразно для размещения в 20-футовом контейнере использовать «пакетную» компоновку для всех трех ступеней ракеты.

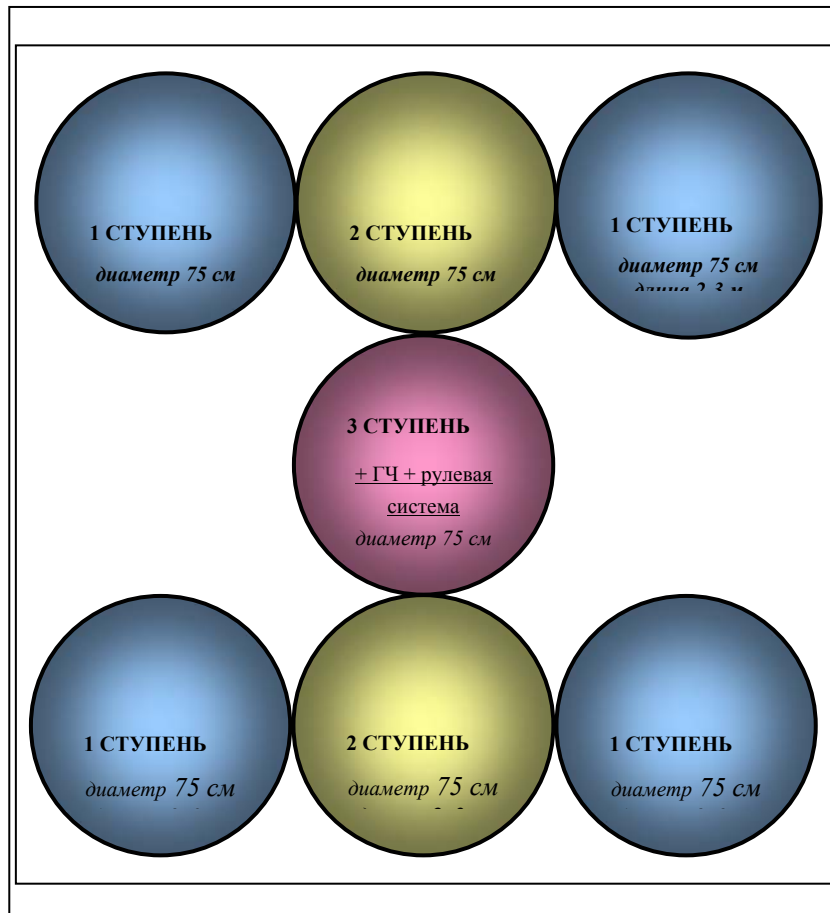


Рис.2. Схема 1 компоновки ракеты в 20- футовом стандартном контейнере ИСО

Кроме компоновки для размещения ракеты в 6-метровом контейнере целесообразно минимизировать забрасываемый вес:

- вес боеголовки в связи с уменьшением мощности боезаряда в 15 раз по сравнению с прототипом может быть уменьшен до 100 кг;
- вес системы наведения в связи с снижением точности стрельбы ракеты более чем в 300 раз по сравнению с прототипом может быть уменьшен до 70 кг (у «Midgetman» вес блока гироплатформы составляет 38.5 кг, вес блока БЦВМ – 30 кг, а вес представленного в приложении №2 приборного контейнера с такими функциями составляет несколько килограмм);
- вес КСП ПРО может быть даже несколько увеличен – до 100 кг.

Таким образом, забрасываемый вес ракеты составит 270 кг, а стартовый вес при соотношении стартового и забрасываемого веса в 40 единиц составит 10.8 тонн. Длина ракеты при этом в соответствии с компоновкой на рис.2 или рис.3 составит 5 метров с учетом длины головной части 1.5 м и длины выступающей части сопла двигателя – 0.5 м.

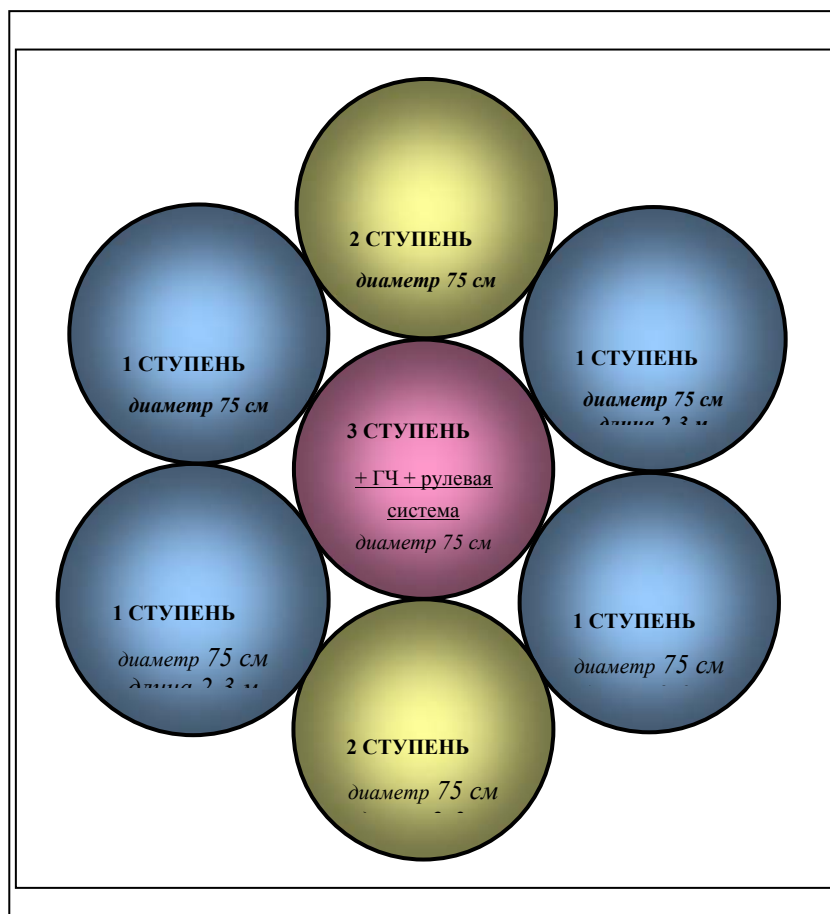


Рис.3. Схема 2 компоновки ракеты в 20-футовом стандартном контейнере ИСО

Эти параметры являются вполне приемлемыми для дальнейшей проработки, но их можно еще уменьшить. Для этого следует боевое оснащение (боеголовка + КСП ПРО) разделить на две части и иметь две модификации ракеты: боевую ракету с боеголовкой и без КСП ПРО (при необходимости – с минимальными средствами) и неядерную ракету противодействия с КСП ПРО и без боеголовки. При этом забрасываемый вес составит 170 кг, стартовый вес – 6.8 тонн, а длина – 4 метра (см. Таблицу 3).

Таблица 3

Характеристика	ХМGM-134А	Пакетная компоновка	
		ПН – 270 кг	ПН – 170 кг
дальность, км	11000	11000	11000
длина, м	14.02	5.0	4.0
диаметр ступеней, м	1.17	0.75	0.75
стартовый вес, т	16.78	10.8	6.8
забрасываемый вес, кг	450	270	170
стартовый вес / забрасываемый вес	37.3	40	40
круговое вероятное отклонение (КВО), м	90	33000	33000

В качестве боевого оснащения ракеты противодействия может быть как весь КСП ПРО, так и его отдельные гипертрофированные компоненты весом до 100 кг. В этом случае перспективным выглядит вариант оснащения, когда тяжелая ложная цель трансформируется в имитатор боеголовки, который по своим весогабаритным и аэродинамическим характеристикам полностью совпадает со штатной боеголовкой и отличается только тем, что вместо ядерного боезаряда в нем расположен инертный наполнитель. В этом случае ракета с таким оснащением в принципе не может быть отселектирована от боевых ракет на всей траектории полета вплоть до соприкосновения с целью.

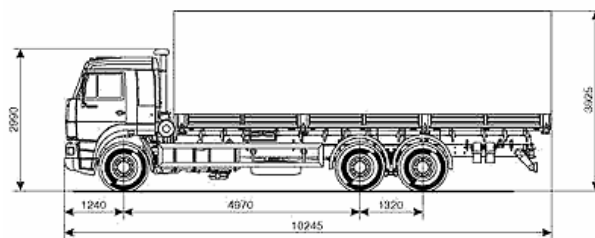
Это уникальное качество ракеты позволяет выделить ее из модификации ракет противодействия в отдельную категорию, назвать ракетой сопровождения (см. Таблицу 4) и при повышении эффективности ПРО именно за счет этой ракеты, недорогой в производстве и эксплуатации и совершенно безобидной для противника, увеличивать численный состав группировки ракет ответного удара до уровня, не только обесценивающего действия ПРО, но и ставящего по сомнению сам факт необходимости такой системы против РФ.

Таблица 4

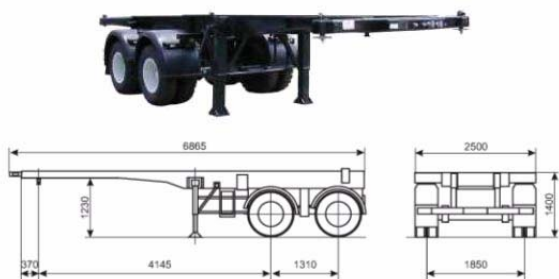
Характеристика	Боевая ракета		Ракета сопровождения		Ракета противодействия	
	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0
длина, м	5.0	4.0	5.0	4.0	5.0	4.0
стартовый вес, т	10.8	6.8	10.8	6.8	10.8	6.8
забрасываемый вес, кг	270	170	270	170	270	170
из них:						
– боеголовка, кг	100	100	-	-	-	-
– боег. с имитатором БЗ, кг	-	-	100	100	-	-
– система наведения, кг	70	70	70	70	70	70
– КСП ПРО, кг	100	-	100	-	200	100
тротиловый эквивалент заряда, кг	20	20	-	-	-	-

Если сравнивать затраты на изготовление РК «Тополь-М» и МБР ответного удара, то топлива для нее требуется в 6-7 раз меньше. Модульный принцип построения ракеты с одинаковым и сравнительно малым диаметром и длиной двигательных установок может позволить использовать более простую оснастку и более дешевые конструкционные материалы и организовать поточное производство двигательных установок на нескольких заводах.

Автотранспортные средства для 20-футовых контейнеров ИСО



Бортовые - КАМАЗ-65117



Полуприцепы - полуприцеп-контейнеровоз СЗАП 9905



Контейнеровозы

Приложение 2. Точность стрельбы и особенности системы управления ракеты ответного удара

Необходимым условием для выполнения боевой задачи ракетами ответного удара является попадание боеголовок в особо крупный площадной объект (регион), что обеспечивается точностью стрельбы ракет, а достаточным условием – попадание хотя бы одной боеголовки в центральный объект региона – мегаполис (цель), что обеспечивается нарядом ракет.

Рассмотрим подробнее требования к точности стрельбы ракет ответного удара, для чего сначала дадим математическое определение цели для этих ракет. Под целью ракеты ответного удара будем понимать объект, ограниченный двумя концентрическими окружностями:

- большая окружность ограничивает максимальную площадь, в которую попадают все боеголовки при заданной точности стрельбы, радиус этой окружности будем называть радиусом региона;
- малая окружность ограничивает минимальную площадь, в которую попадает хотя бы одна боеголовка при заданном наряде ракет, радиус этой окружности будем называть радиусом цели.

Минимальные требования к точности стрельбы ракеты ответного удара определяются размерами крупнейшего региона для этой ракеты. Этим регионом является территория США. При нанесении удара по этому региону должно быть обеспечено исключение попадания боеголовок на территории соседних государств. Исходя из этих предпосылок радиус региона должен составлять не более 1000 километров и, чтобы в этот круг попало 99.8% боеголовок, необходимо обеспечить точность стрельбы ракет с круговым вероятным отклонением КВО = 333 километров.

Попадание в регион, которое по определению обеспечено на 99.8%, еще не означает поражения цели, поэтому для целей такого масштаба необходимо дать определение факта поражения цели. Поражением цели будем считать попадание хотя бы одной боеголовки в цель, расположенную в центре региона. Радиус круга, в который попадает хотя бы одна боеголовка при заданном наряде ракет, определяет размер цели для данного наряда ракет при заданной точности стрельбы.

Так как использование максимального размера региона вызывает затруднения с целераспределением из-за наличия соседних стран, то рассмотрим и другие размеры регионов, которые приведены в таблице 5.

Таблица 5

Радиус региона	КВО ракеты	Радиус цели при наряде в 100 ракет	Радиус цели при наряде в 50 ракет
1000 км	333 км	40 км	60 км
500 км	170 км	20 км	30 км
300 км	100 км	12 км	17 км
200 км	67 км	8 км	12 км
100 км	33 км	4 км	6 км

При этом радиус цели определялся следующим соотношением: вероятность P попадания боеголовки внутрь круга радиуса R равна

$$P = 1 - e^{-\frac{R^2}{2CKO^2}},$$

где СКО – среднее квадратическое отклонение боеголовки. При этом соотношения между СКО и вероятным отклонением ВО имеет вид:

$$ВО = 0.6745 \times СКО,$$

а соотношение между вероятным отклонением и круговым вероятным отклонением имеет вид

$$КВО = 1.75 \times ВО.$$

При наряде N ракет математическое ожидание X количества боеголовок, попавших в круг, равно

$$X = P \times N,$$

Максимальные требования к точности стрельбы ракеты ответного удара определяются размерами наименьшей цели этой ракеты. Наименьшей целью можно считать малый мегаполис – круг радиусом 5 километров. Дальнейшее повышение точности стрельбы может вывести ракету из категории ракет ответного удара, так как появляется возможность ее использования для решения иных задач.

Для простоты и наглядности обоснования требований к точности ракет рассмотрим максимально допустимые угловые отклонение по курсу – боковое отклонение для рассматриваемых размеров региона при дальности стрельбы 10000 километров. Для этого рассмотрим сферический треугольник, у которого две стороны равны дальности стрельбы, а третья - радиусу региона. Угол между длинными сторонами представляет собой максимальное угловое отклонение по курсу для попадания в регион и определяется следующим соотношением.

$$\sin^2(\rho/2) = \sin^2(r/2) / \sin^2(d),$$

где

- ρ – угол между длинными сторонами сферического треугольника;
- r – центральный угол короткой стороны при радиусе земли 6371 км;
- d – центральный угол длинной стороны при радиусе земли 6371 км.

Если пренебречь ошибкой прицеливания и боковым смещением, то можно это отклонение представить как максимально допустимый уход курсового гироскопа за время работы на активном участке траектории полета, которое составляет примерно 5 минут.

При таких значениях допустимых уходов очень заманчиво рассмотреть возможность использования микромеханических гироскопов (ММГ) и микромеханических акселерометров (ММА) для построения системы управления ракетой ответного удара. Микромеханические чувствительные элементы обладают уникальными свойствами, обеспечивающими снижение стоимости, энергопотребления и весогабаритных характеристик более чем на порядок по сравнению с аналогами. Единственным недостатком этих элементов считается низкая точность. Так скорость ухода микромеханических гироскопов составляет порядка 10 градусов в час и более. Однако для системы управления ракетой ответного уда-

ра это не является препятствием, так как согласно данным Таблицы 6 такая скорость ухода приемлема даже для самой малого из заявленных регионов.

Таблица 6

Радиус региона	КВО ракеты	Максимальное угловое отклонение по курсу при дальности стрельбы 10000 км, градусов	Допустимый уход при 5 минутах активного участка, градусов в час	Допустимый уход при 3 минутах активного участка, градусов в час
1000 км	333 км	9.0	108	180
500 км	170 км	4.5	65	90
300 км	100 км	2.7	32	54
200 км	67 км	1.8	22	36
100 км	33 км	0,9	11	18
60 км	20 км	0.54	6	11

Для иллюстрации характеристик микромеханических приборов приведем фрагменты из описания продукции зарубежных фирм [2].

Микромеханические гироскопы типа ADXRS150 и ADXRS300 фирмы Analog Devices выпускаются в миниатюрных корпусах размером 7x7x3 мм, вес такого прибора не превышает 0.5 г. Рекордно низкие массогабаритные показатели чувствительных элементов, обеспечиваемые микромеханической технологией iMEMS, сочетаются с интеграцией всех необходимых электронных схем обработки сигнала в одной микросхеме

Важнейший для портативных автономных устройств параметр – это энергопотребление. Гироскопы ADXRS150 и ADXRS300 потребляют ток величиной 5 мА при номинальном напряжении питания 5 В. Этот параметр у данных гироскопов сильно отличается в меньшую сторону по сравнению с прочими гироскопами.

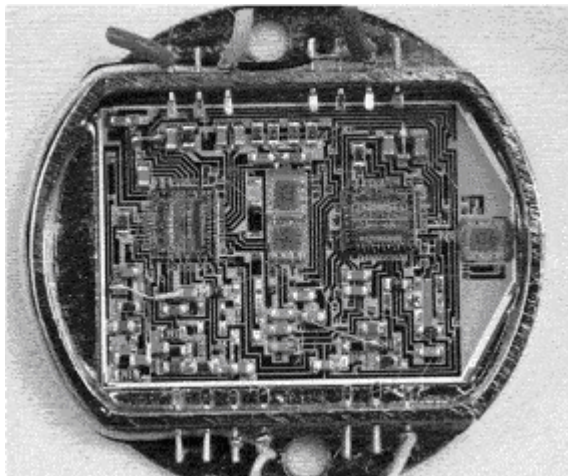
Низкая стоимость ММГ (не превышающая десятков долларов) также ставит их в обособленное положение среди других гироскопов.

ММГ отличаются высокой надежностью. В данных приборах для повышения надежности предусмотрена встроенная система полного механического и электронного автотестирования, которая функционирует без необходимости отключения датчиков.

Одним из преимуществ ММГ является их уникальная ударопрочность. Это свойство позволяет использовать их, например, на высокодинамичных объектах при создании инерциальных систем без ударозащиты. Примером может служить гироскоп Sar10, разработанный фирмой Sensorog, выдерживающий удар в 5000 g.

На базе микромеханических гироскопов и акселераторов можно создать бесплатформенную инерциальную навигационную систему (БИНС), в которой инерциальная система координат реализуется в бортовом компьютере (БЦВМ), и которая, в отличие от технологий гироскопических платформ, физически реализующих инерциальный базис, гораздо проще в производстве и эксплуатации и значительно дешевле.

Такие системы уже созданы отечественными производителями, Так в ЗАО "ГИРООПТИКА" созданы конструкции микромеханических гироскопов, микромеханических акселерометров, инерциальных модулей и бесплатформенных инерциальных навигационных систем на их основе [1]. В состав БИНС входят инерциальные модули, состоящие из трех гироскопов и трех акселерометров, обеспечивающие измерения составляющих абсолютной угловой скорости и линейного ускорения, и выдачу информации в аналоговом и цифровом видах.



Вариант конструктивного исполнения универсального малогабаритного корпуса с $D_{\max}=36$ мм и платы коммутационной с тремя микромеханическими гироскопами (чувствительными элементами скорости угловой).

По результатам испытаний опытные образцы инерциальных модулей характеризуются следующими значениями: случайная составляющая нулевого сигнала акселерометрического измерительного канала – 0.3 mg с нестабильностью его выходной характери-

стики – 0.3% ; случайная составляющая дрейфа нулевого сигнала гироскопического измерительного канала – 5 град/ч с нестабильностью его выходной характеристики – 0.5% . Погрешности определения углов ориентации и координат объекта БИНС за время движения 60 с составляют 0.2 угл.град и 16 м соответственно.

Габаритные размеры БИНС составляют $78 \times 52 \times 9,7 \text{ мм}$, а сопрягаемая с ней ЭВМ "Багет-83", выполненная в конструктиве РС-104, имеет габаритные размеры $96 \times 90 \times 15 \text{ мм}$.

Вес БИНС не приведен, но если учесть, что универсальный малогабаритный корпус для микросборок с тремя акселераторами весит 30 грамм , то вес этой конструкции не должен превышать нескольких сот грамм.

Использование бесплатформенной навигационной системы на микромеханических чувствительных элементах существенно увеличивает нагрузку на бортовой компьютер, которому помимо основной задачи формирования траектории полета, команд на включение и выключение двигателей и разделение ступеней, придется решать задачу аналитического построения инерциальной системы координат вместо гироплатформы, а также, возможно, участвовать в формировании сигналов БИНС.

Использование совместно с миниатюрной микромеханической БИНС существующих БЦВМ весом в несколько десятков килограмм и столь же внушительной стоимостью из-за низкой тиражируемости элементной базы и созданных конструктивов вряд ли целесообразно. Поэтому для обеспечения минимальных весогабаритных и стоимостных характеристик системы управления можно предложить для создания БЦВМ использовать серийные промышленные высокопроизводительные процессорные платы и модули для жестких условий эксплуатации, возложив защиту от излучений на корпуса БЦВМ и приборного контейнера, а согласование сигналов управляющих воздействий – на программные, программно-аппаратные или аппаратные средства, расположенные в приборном контейнере или вне его.

В качестве прототипа базы для создания БЦВМ, способной решать эти задачи, можно предложить процессорный модуль SmartModule Express SMX945-L7400 швейцарской компании Digital-Logic или одноплатный компьютер МРС1700 отечественной компании Fastwel, выполненные в стандарте PCI/104-Express, разработанном специально для применения в различных бортовых и встраиваемых системах для работы в самых жестких условиях эксплуатации: при температурах $-40^{\circ}\text{C} \dots +85^{\circ}\text{C}$, высоком уровне вибраций и т.д.

Процессорный модуль SMX945-L7400 разработан на чипсете Intel 945GM, имеет встроенный двухъядерный процессор Intel Core 2 Duo L7400 с частотой системной шины 667МГц и рабочей частотой до 1,5 ГГц, отличается высоким уровнем производительности, в том числе при выполнении многопоточных приложений и при работе в многозадачном режиме. Также он имеет встроенную поддержку 8 каналов USB 2.0 и набора необходимых интерфейсов ввода-вывода, включая 2xCOM, IDE, FDD, 2xSATA, IrDA, KB/Mouse. Объем оперативной памяти - до 2Гб DDR2. SMX945-L7400 представляет собой компактный многочиповый модуль, имеющий функциональность персонального компьютера, габариты 117 x 70 x 15 мм, вес – 110 грамм и стоимость – 1700 долларов [3].

Одноплатный компьютер МРС1700 компании ООО «Фаствел» - встраиваемый одноплатный компьютер для ответственных бортовых систем. Плата создана на базе процессоров Intel Pentium M / Celeron M с рабочей частотой до 2,0 ГГц и системной шиной до 533 МГц, набора системной логики 82915GM & ICH6 с двухканальным интерфейсом ОЗУ (до 1 Гбайт). Все компоненты напаяны на плату, образуя чрезвычайно устойчивую к ударам/вибрации конструкцию. Периферийные устройства могут подключаться к РС1700 по 8 скоростным каналам USB 2.0, шинам PCI Express x4 и ISA [4].

Вес приборного контейнера, содержащего БИНС и БЦВМ, будет определяться весом корпусных конструкций и разъемов, так как его содержательная часть весит примерно 1 килограмм с учетом вторичного источника питания для обоих приборов и твердотельного диска для БЦВМ. Таким образом, приборный контейнер может быть портативным, компактным, легким, который можно хранить и обслуживать независимо от ракеты, устанавливая и извлекать из ракеты в любое время при ее нахождении в горизонтальном положении.

Литература

1. Попова И.В., Лестев А.М., Семенов А.А., Пятыхев Е.Н., Лурье М.С., Иванов В.А., Шабров А.А. Микромеханические датчики и системы, практические результаты и перспективы развития
2. Алексей Власенко. Интегральные гироскопы iMEMS – датчики угловой скорости фирмы Analog Devices
3. Процессорный модуль SmartModuleExpress945 с процессором Intel Core 2 Duo L7400
4. Одноплатный компьютер стандарта PC/104-Express на базе Intel® Pentium® M РС1700

Приложение 3. Некоторые особенности эксплуатации ракет ответного удара

Так как ракета ответного удара из-за низкой точности стрельбы может участвовать только в ответном ударе, то ее система эксплуатации имеет существенные отличия от принятой в настоящее время. Одним из возможных вариантов системы эксплуатации является следующий

Этап 1. Мирное время

Ракеты ответного удара в неснаряженном виде без боеголовок и приборных контейнеров находятся в режиме хранения в хранилищах, которые, при необходимости, могут представлять собой заявленные в договоре СНВ-1 «места складского хранения». Боеголовки ракет и приборные контейнеры являются взаимозаменяемыми, также хранятся в соответствующих хранилищах в виде ЗИП и обслуживаются в этих хранилищах или доставляются для обслуживания на стенды соответствующих частей и подразделений. Личный состав частей и подразделений, из которого в военное время формируется боевые расчеты пуска ракет ответного удара, приобретает навыки работы на учебных ракетах и тренажерах по месту дислокации или в учебных центрах.

Этап 2. Угрожаемый период

При получении команды на перевод СЯС в высшие степени боевой готовности или в иной момент, установленный руководством, производится снаряжение ракет (установка на ракету и стыковка боеголовки и приборного контейнера), создаются специальные расчеты, которые передислоцируют ракеты на скрытые боевые позиции (СБП), где и происходит их дальнейшее хранение в снаряженном виде. Возможна также передислокация неснаряженных ракет и их снаряжение на СБП. Скрытые боевые позиции представляют собой зарезервированные для данного периода гаражи, хранилища и сооружения, укомплектованные средствами геодезического и охранного назначения и используемые в мирное время по их прямому назначению. Количество зарезервированных СБП превышает количество ракет для возможности передислокации при подозрении на раскрытие их назначения. На СБП может находиться как одна, так и несколько ракет. Передислокация ракет, находящихся в стандартных контейнерах (40 футовый морской или железнодорожный контейнер), может осуществляться автомобильным, железнодорожным или водным транспортом по всей территории страны без возможности их идентификации.

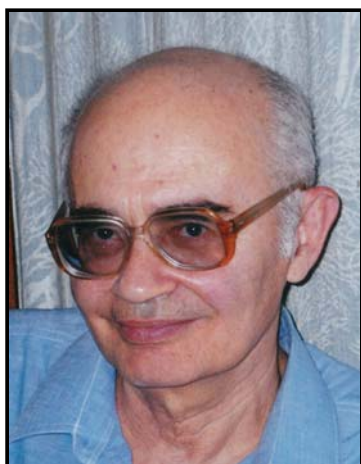
Этап 3. Ведение боевых действий

При получения команды на боевое применение или в заранее оговоренных ситуациях формируются боевые расчеты, которые на машинах подготовки и пуска прибывают на боевые позиции, с помощью седельных тягачей вывозят ракеты из хранилищ, перемещаются в предписанный каждой ракете позиционный район, где и производится пуск с подготовленной позиции или с любого ровного участка дороги. Для проведения пуска ракету с помощью устройств и приспособлений, смонтированных на контейнере ракеты и в машине подготовки и пуска, поднимают в вертикальное положение и с помощью переносного пульта подготовки и пуска осуществляют пуск.

Группировка ответного удара является неструктурированной и при отсутствии элементов ПРО, направленных против СЯС РФ, состоит из 100 одиночных ракет, дислоцированных с момента приведения СЯС в высшие степени боевой готовности на скрытых боевых позициях на территории РФ, в окрестностях каждой из которых определен позиционный район для пуска ракеты. Если будут созданы элементы ПРО, направленные против СЯС РФ, то количество ракет будет больше 100 в зависимости от эффективности ПРО.

Возможны и другие более затратные варианты эксплуатации группировки ракет ответного удара, которые могут характеризоваться скрытностью группировки и в мирное время, базированием части группировки на подводных и надводных кораблях и платформах, постоянным перемещением части группировки автомобильным, железнодорожным и водным транспортом, а также использованием других средств, обеспечивающих скрытность ракет ответного удара.

Об авторе



Владимир Абрамович Бурак окончил Ленинградский кораблестроительный институт (специальность машиностроение, инженер-механик) в 1959 г. С 1959 г. по 2009 г. работал в ФГУ "4-й ЦНИИ" Министерства Обороны РФ. Кандидат технических наук, старший научный сотрудник.

Скончался 2 мая 2009 г.

Настоящая статья готовилась им для СНВ-сайта, однако не была закончена. Рабочие материалы были переданы в редакцию СНВ-сайта 8 июня 2009 г. его дочерью Ю.В. Войновой.