

ПЕРЕСМОТРЕННАЯ ОЦЕНКА СЕВЕРОКОРЕЙСКОЙ МБР KN-08

Джон Шиллинг

АННОТАЦИЯ

Мобильная МБР, показанная в Пхеньяне в апреле 2013 года, анализируется в свете известных и обоснованно предполагаемых возможностей Северной Кореи в данной области, в особенности тех, которые были продемонстрированы в недавнем успешном запуске спутника «Унха-3». Приведены несколько возможных конфигураций ракеты «KN-08» и представлены оценки ее характеристик. Хотя показанные ракеты очевидно являются макетами, они согласуются с продолжающейся программой разработки ракеты с ограниченными межконтинентальными возможностями с использованием только существующей северокорейской технологии. Отсутствие летных испытаний заставляет предположить, что до оперативного развертывания остаются месяцы или даже годы, хотя первоначальное испытание может произойти в любое время. Даже при успешной программе испытаний любая такая северокорейская МБР, вероятно, будет ненадежной, ограниченной по мобильности и характеристикам, и доступной только в малых количествах.

Автор статьи работает в Университете Южной Калифорнии, Лос-Анджелес, Калифорния, США.

Почтовый адрес для корреспонденций: Dr. John Schilling, 3111 Lemonwood Drive, Lancaster, CA 93536, USA.

Адрес электронной почты: john.schilling@alumni.usc.edu

Статья получена 2 июня 2013 года и принята к публикации 18 июля 2013 года.

ВВЕДЕНИЕ

19 января 2013 года газета *NewYorkTimes* сообщила, что Северная Корея начала первоначальное развертывание мобильной ракеты дальнего действия, называемой как «KN-08»¹. Эту ракету впервые увидели 15 апреля 2012 года, когда шесть мобильных межконтинентальных баллистических ракет на транспортно-пусковых установках (ТПУ) были показаны на военном параде в Пхеньяне. Бывший министр обороны США Роберт Гейтс сообщал, среди прочих, что Северная Корея разрабатывает такую ракету, но эти сообщения считались неправдоподобными, поскольку разработка такого оружия считалась выходящей за пределы возможностей Северной Кореи.

Более детальный анализ этих ракет, впоследствии называемых как «KN-08», не смог развеять этого впечатления. Ракеты, показанные в 2012 году, были простыми макетами².

То, что показанные на параде ракеты были макетами, не указывает на то, что они представляли мистификацию. Исторически представленные на парадах ракеты часто были макетами, даже тогда, когда боевые ракеты были доступными. Показ макетов безопаснее в нескольких отношениях, и он позволяет показать ракеты еще до начала их реального производства. На различных парадах на Красной площади в бывшем Советском Союзе показывались макеты боевых ракет, макеты ракет в процессе разработки, и макеты ракет, разработка которых была остановлена, но они все еще использовались для того, чтобы подействовать на зрителей, и ввести в заблуждение западных аналитиков. В любом случае из того факта, что показанные в Пхеньяне ракеты были макетами, нельзя было сделать никакого определенного вывода.

Но даже если год назад были доступны только макеты, за этот год могло многое измениться. Поступало много сообщений, хотя подтвердить их было довольно трудно, о том, что Северная Корея проводит обширную программу наземных испытаний двигателей и другого оборудования, связанного с KN-08^{3,4}. Более очевидным и впечатляющим было то, что 12 декабря 2012 года Северная Корея успешно запустило ракетой «Унха-3» спутник на низкую околоземную орбиту⁵. Ракеты-носители спутников и ракеты дальнего действия – это фундаментально схожие технологии; в самом деле, многие спутники были запущены приспособленными для этой цели военными межконтинентальными баллистическими ракетами, и даже если общая конфигурация была различ-

ной, то обычно ракеты-носители для первого запуска спутника и МБР использовали общие системы и оборудование. В любом случае, успешный запуск «Унха-3» сильно ослабляет аргумент о том, что Северная Корея – это нация технологических невежд, не способных реализовать комплексные программы разработки ракет. Сообщения о низкокачественных производственных процессах в промышленности Северной Кореи многочисленны, но очевидно, что разработчики ракет научились работать в рамках таких ограничений и могут производить эффективные ракеты дальнего действия – хотя, возможно, и не единообразно или надежно.

Тем не менее, все еще вероятно, что KN-08 на параде была мистификацией, жульничеством, или проявлением крайнего технологического оптимизма, так что не одной ракеты, соответствующей показанной на параде KN-08, не было изготовлено. Северная Корея может считать, что иллюзия МБР может быть столь же эффективной в качестве средства сдерживания, как и реальная вещь. Может быть, было решено создать полностью отличающуюся ракету, а KN-08 должна была отвлечь внимание, а реальная программа продолжала бы выполняться незамеченной и безопасной. Но, имея в виду эту неопределенность, было бы целесообразно провести обратное проектирование конструкции реальной ракеты, стоящей за макетами KN-08.

Далее приводится такой анализ, основанный на ключевых предположениях, что реальная ракета должна соответствовать тем размерам и особенностям, которыми проявлялись в различных показанных KN-08, и, в возможных пределах, использования технологий, которые Северная Корея уже продемонстрировала с, по крайней мере частичным успехом, в своих предыдущих работах. В частности, предполагается, что ракета-носитель спутника «Унха-3» также служит техническим демонстратором ракеты KN-08, с аналогичным технологическим наследием и с использованием общего оборудования, там, где это практически оправдано.

Очевидно, что Северная Корея не имеет возможности построить современную дорожно-мобильную МБР. В частности, в большинстве современных и практически всех мобильных МБР используются твердотопливные ракеты, а большие твердотопливные ракеты – это технология, которую никогда не демонстрировала Северная Корея. Но ракете не нужно быть современной, чтобы быть эффективной. Вопрос состоит в том, сможет ли Северная Корея построить «устаревшую», но функциональную МБР, соответствующую внешнему виду KN-08, используя технологии, которыми она обладает.



Рисунок 1. Макет KN-08 на транспортно-пусковой установке WS51200.

РАЗМЕРЫ

На рисунке 1 представлена одна из нескольких показанных ракет KN-08, предположительно установленная на специальной тяжелой внедорожной транспортно-пусковой установке WS51200 китайской компании Wanshan Special Vehicle Company. На изображение наложена каркасная модель для размерного анализа и критические размеры, взятые из рекламных материалов компании «Wanshan»⁶. Имеется некоторая неопределенность в том, относится ли указанная для ТПУ WS51200 общая длина в 20,11 м к варианту с короткой кабиной, наблюдавшемуся в Северной Корее, или к варианту с длинной кабиной, наблюдавшемуся в других местах; если длина 20,11 м относится к варианту с длинной кабиной, то оценки для продольных размеров KN-08 будут на 2–3% больше. В любом случае продольные размеры будут подлежать небольшой неопределенности из-за влияния перспективы на размер ракеты, проявляющегося на наилучших доступных снимках, которое можно оценить, но

трудно рассчитать с высокой точностью.

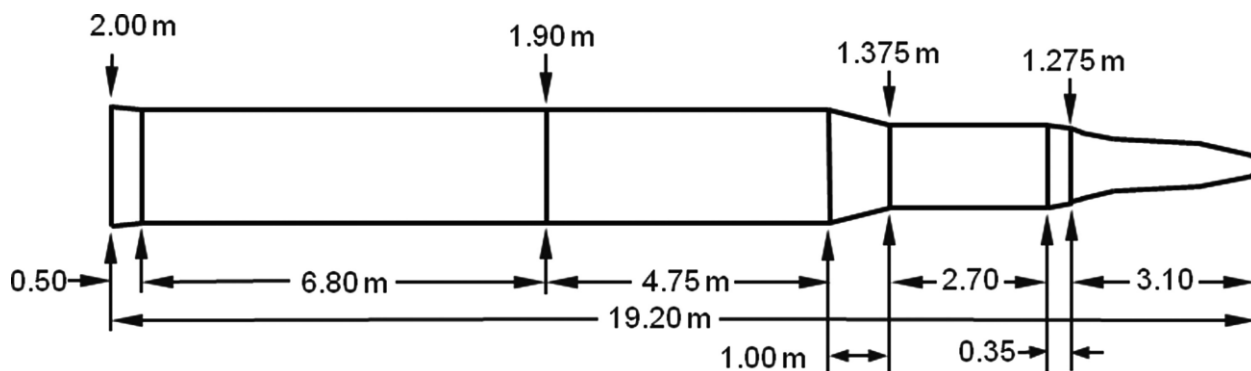


Рисунок 2. Геометрия и размеры KN-08A.

На рисунке 2 показана только каркасная модель в ортогональной проекции с ключевыми размерами самой ракеты. В этих размерах присутствует некоторая степень неопределенности, и, в частности, диаметр ступеней ракеты может отличаться на величину до 5%.

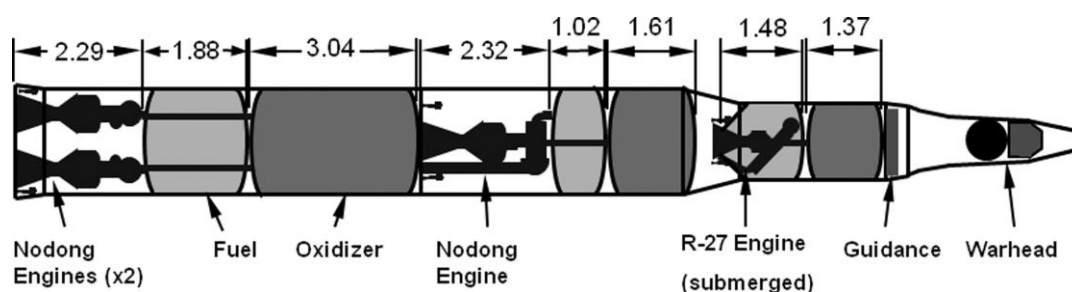


Рисунок 3. Предполагаемая внутренняя конфигурация ракеты «KN-08A». Надписи на рисунке (слева направо): 1 – двигатели «Нодонг» (2); 2 – горючее; 3 – окислитель; 4 – двигатель «Нодонг»; 5 – двигатель R-27 (погруженный); 6 – система наведения; 7 – боеголовка.

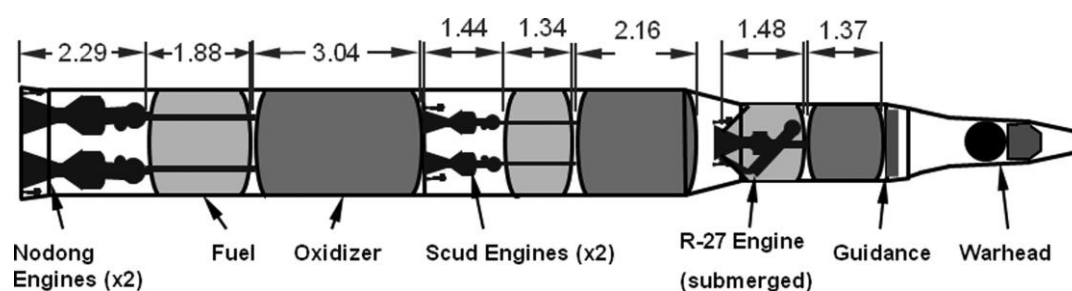


Рисунок 4. Предполагаемая внутренняя конфигурация ракеты «KN-08B». Надписи на рисунке (слева направо): 1 – двигатели «Нодонг» (2); 2 – горючее; 3 – окислитель; 4 – двигатели «Скад» (2); 5 – двигатель R-27 (погруженный); 6 – система наведения; 7 – боеголовка.

ВНУТРЕННЯЯ КОНФИГУРАЦИЯ

На рисунках 3, 4 и 5 показано оцениваемое внутреннее расположение и ключевые размеры трех предполагаемых ракет KN-08. Эти модели, обозначаемые как «KN-08A», «KN-08B», и «KN-08C», в основном отличаются выбором двигателей для различных ступеней, как это будет рассмотрено позже. Размеры двигательных отсеков на соответствующих ступенях будут определяться по размерам двигателей, выбранных для этих ступеней (смотрите позже). Размеры топливных баков определяются по заполнению доступного объема на своей ступени при соответствующем отношении объемов горючего и окислителя с поддержанием необходимых зазоров от двигателей и от люков внешнего доступа, незаполненных объемов и сопел ракет разделения, а также кабельных проходов, видимых на изображениях макетов KN-08. Предполагается, что электроника наведения и

управления будет располагаться над топливным баком третьей ступени. Возможно, что короткая слегка коническая секция перед третьей ступенью является частью основания боеголовки. Если это так, то она, тем не менее, может быть полой и доступной для размещения элементов, выступающих из третьей ступени; как будет обсуждаться ниже, основная часть массы боеголовки будет расположена далеко от плоскости разделения.

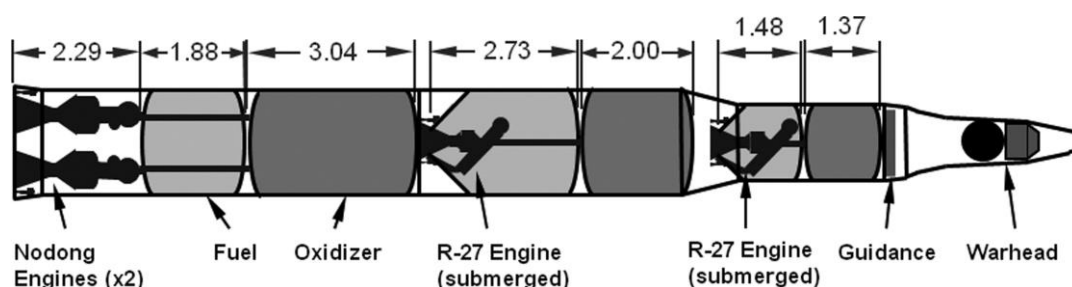


Рисунок 5. Предполагаемая внутренняя конфигурация ракеты «KN-08С». Надписи на рисунке (слева направо): 1 – двигатели «Нодонг» (2); 2 – горючее; 3 – окислитель; 4 – двигатель R-27 (погруженный); 5 – двигатель R-27 (погруженный); 6 – система наведения; 7 – боеголовка.

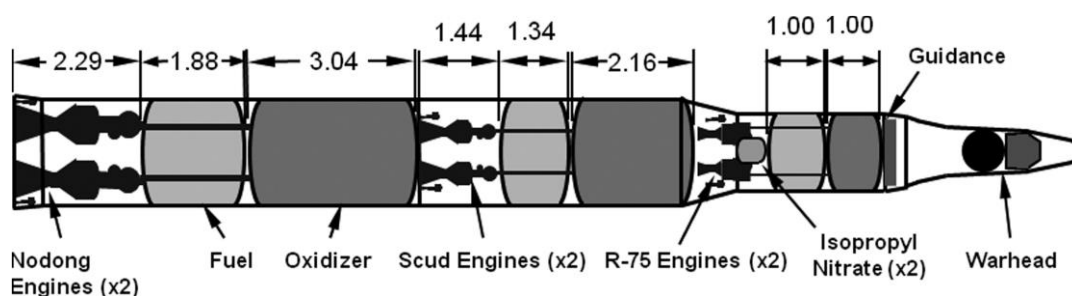


Рисунок 6. Предполагаемая внутренняя конфигурация ракеты «KN-08 Минимум». Надписи на рисунке (слева направо): 1 – двигатели «Нодонг» (2); 2 – горючее; 3 – окислитель; 4 – двигатели «Скад» (2); 5 – двигатели R-75 (2); 6 – изопропилнитрат (2); 7 – система наведения; 8 – боеголовка.

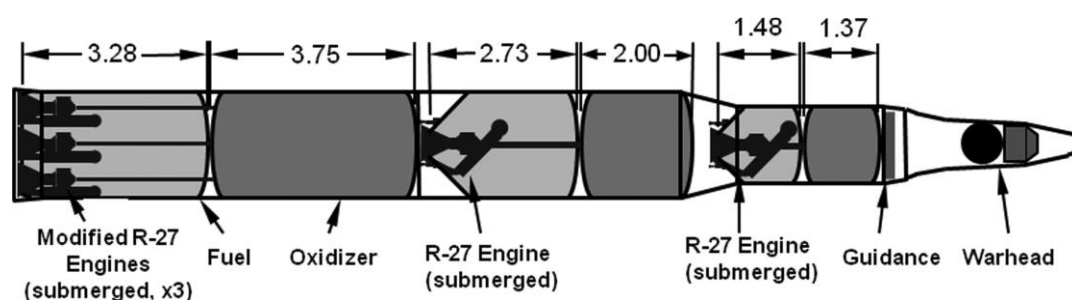


Рисунок 7. Предполагаемая внутренняя конфигурация ракеты «KN-08 Максимум». Надписи на рисунке (слева направо): 1 – модифицированные двигатели R-27 (погруженные, 3); 2 – горючее; 3 – окислитель; 4 – двигатель R-27 (погруженный); 5 – двигатель R-27 (погруженный); 6 – система наведения; 7 – боеголовка.

На рисунках 6 и 7 показаны подробности еще двух конфигураций, «KN-08 Минимум» и «KN-08 Максимум», включенных как ограничивающие варианты. В варианте «KN-08 Минимум» используются только те двигатели, о которых с большой степенью известно, что Северная Корея успешно испытала их, а в варианте «KN-08 Максимум» предполагается, что Северная Корея успешно произвела обратное проектирование наиболее совершенных двигателей из арсенала бывшего Советского Союза, и смогла серьезно модифицировать эти двигатели для удовлетворения особых требований ракеты KN-08. Оба эти варианта считаются относительно маловероятными, первый на основании ограниченной полезности, а второй – как выходящий за пределы технических возможностей Северной Кореи, но они были включены как для полноты, так и для установления верхнего

и нижнего пределов возможных интервалов характеристик KN-08.

ДВИГАТЕЛИ

Разработка и испытания большого ракетного двигателя на жидком топливе – это исключительно требовательное предприятие, которое может превышать технологические возможности Северной Кореи. Предыдущие попытки запуска ракет и спутников в Северной Корее полностью опирались на наследие советских двигателей⁷, обратное спроектированных и модифицированных северокорейскими инженерами. Если двигатели из подобных источников будут пригодными для ракеты KN-08, то маловероятно, что северокорейцы вместо этого выберут разработку нового двигателя – и если они сделают это, то вероятность успеха значительно уменьшится. Цель данной статьи состоит в анализе ракет, которые Северная Корея может успешно создать в ближайшем будущем, и поскольку подходящие двигатели доступны, то гипотетические новые двигатели рассматриваться не будут.

В частности, здесь не будут рассматриваться твердотопливные двигатели. Несомненно, что крупные твердотопливные двигатели более прочны и долговечны, чем сравнимые системы ракет на жидком топливе, и поэтому они обычно предпочтительны для мобильных ракет. Они также значительно превышают технологические возможности Северной Кореи. Дело не в том, что твердотопливные ракеты более «продвинутые», чем ракеты на жидком топливе (или наоборот), а в том, что они просто другие. Северная Корея выбрала специализацию на ракетах с жидким топливом, и им потребовалось целое поколение для того, чтобы достигнуть уровня, на котором устройства класса МБР находятся в достижимых пределах. Опыт Северной Кореи в твердотопливных системах ограничен гораздо меньшими системами поля боя, ракета KN-02 «Точка» в десять раз меньше первой ступени «KN-08», и KN-02 – это точная копия советской ракеты. В данный момент оригинальная северокорейская твердотопливная МБР не является правдоподобной технической возможностью.

Северная Корея продемонстрировала два двигателя, довольно хорошо подходящих для использования в ракете KN-08, и полагают, что у нее есть еще два других двигателя. Первый из них – это двигатель «Скад», происходящий от двигателей бывшей советской ракеты Р-17 (или «Hwasong-6», или «Скад-Б»), которые используются в Северной Корее уже более 30 лет⁸. Второй – это двигатель «Нодонг», который, по-видимому, является просто увеличенной копией двигателя «Скад». Базовый двигатель «Нодонг» был впервые продемонстрирован в конце 1980-х годов, а усовершенствованная версия, по-видимому, была использована в недавних космических запусках Ирана и Северной Кореи⁹. Следует отметить, что увеличение размера ракетного двигателя на деле не является простой задачей, и не ясно, кто проектировал это изменение размеров – северокорейские, советские или бывшие советские инженеры.

Наконец, совсем недавно в Северной Корее широко сообщалось о получении поставки бывших советских двигателей и корпусов баллистических ракет Р-27 (или SS-N-6 «Serb»), запускаемых с подводных лодок^{10,11}. Широко распространилось предположение, что эти двигатели легли в основу северокорейских ракет «Мусувдан». В ракету Р-27 включены два меньших верньерных (управляющих) двигателя, которые могут работать даже тогда, когда основной двигатель выключен. Иранская ракета-носитель спутника «Сафир» по-видимому использует верньерные двигатели Р-27 на своей верхней ступени, что указывает на то, что верньеры могут (возможно, с некоторыми трудностями) быть физически отделены от главного двигателя и использованы в качестве основы для меньшей независимой двигательной установки¹². Близкое сходство наблюдаемых размеров и оцениваемых характеристик верхних ступеней ракет-носителей «Сафир» и «Унха», вместе с известным сотрудничеством Северной Кореи и Ирана по ракетам на жидком топливе, позволяет предположить, что в северокорейской ракете-носителе «Унха» также используются двигатели на основе верньеров Р-27 в качестве ее первичной двигательной системы.

В Северной Корее также имеются двигатели от меньших бывших советских ракет земля-земля и земля-воздух, которые обычно не подходят для использования в больших ракетах, таких, как KN-08. Будет рассматриваться только один такой двигатель от ракеты земля-воздух С-75 (или SA-2 «Guideline») ¹³. Этот двигатель может быть адаптирован для использования в баллистических ракетах, вкак это была продемонстрировано использованием двух двигателей С-75 в сериях индийских ракет малой дальности «Prithvi», способных нести ядерное оружие. Он рассматривается здесь, потому что он является единственным двигателем, доступным и прошедшим летные испытания в Северной Корее, который может быть размещен в небольшой третьей ступени KN-08, оставив достаточное свободное пространство для топливных баков разумного размера.

Способность Северной Кореи изготовить эти двигатели внутри страны вызывает некоторые сомнения; определено, что в прошлом была необходима всесторонняя техническая помощь России, и, может быть, даже сейчас Северная Корея зависит от запасов бывших советских компонентов для более сложных и комплексных подсистем этих двигателей. Тем не менее, ракеты «Hwasong-6» и «Nodong» производились в значительных

количествах и экспортировались в Иран, Пакистан и Сирию, и они не были прямыми копиями бывших советских систем¹⁴. Зависимость от внешней помощи и (или) оставшиеся компоненты не представляют большим препятствием в использовании этих систем.

В отношении ракет Р-27 и их двигателей ситуация не столь ясная; представляется, что собственное использование Северной Кореей ограничивается небольшим количеством ракет «Мусудан», которые, вероятно, никогда не были испытаны вместе с возможным применением верньеров Р-27 (но не главных двигателей) в трех неудачных и одной удачной попытке запуска спутников¹⁵. Маловероятно, что в Северной Корее имеются надежные внутренние возможности производства таких систем, и лучшая доступная оценка показывает, что примерно 150 таких двигателей остались неучтенными в бывшем советском производстве¹⁶. Три успешных иранских попытки запуска спутников также были проведены с помощью модифицированных верньеров Р-27, или малых двигателей, очень похожих на них. С помощью Ирана Северная Корея могла бы наладить производство таких небольших двигателей.

Ракетные двигатели Северной Кореи традиционно используют для рулевого управления газовые рули; эта практика была унаследована от бывшего Советского Союза. Такая техника эффективна, но она ухудшает характеристики двигателя на несколько процентов. Вместо этого в ракете Р-27 для управления используется пара отдельных верньерных двигателей на шарнирном креплении, что несколько более эффективно. Аналогичные верньеры можно найти на первой ступени ракеты-носителя «Унха-3» с двигателями «Нодонг». Это представляет улучшение по сравнению с оригинальной ракетой «Нодонг», в которой использовался почти аналогичный главный двигатель газовыми рулями, а не с верньерными двигателями. Верньеры первой ступени ракеты «Унха» используют топливо, отводящееся от насосов главного двигателя, а не от независимой системы питания, но в остальном они похожи на верньерные двигатели советской ракеты Р-27 по размеру и внешнему виду, также как и на верньерные двигатели двигательной установки иранской ракеты-носителя «Сафир»¹⁷.

В источниках предполагается, что тяга верньерного двигателя первой ступени «Унха-3» равна 15 – 30 кН; возможны и большие значения, но с учетом рабочего цикла это наиболее вероятно может быть достигнуто за счет уменьшения тяги главного двигателя. Здесь будет предполагаться, что любой из двигателей «Нодонг», используемый в ракете КН-08, будет включать в себя верньеры типа «Унха» с чистой тягой 15 кН, аналогичные установленным на ракете Р-27, но неспособные к независимой работе. Предполагается, что двигатели «Скад» и «С-75», адаптированные для КН-08, будут иметь аналогичные, но пропорционально меньшие, верньеры. Если на ступени используется несколько двигателей, то предполагается, что на каждом главном двигателе будет устанавливаться один верньер; такой же подход использовался на первой ступени «Унха-3».

Северокорейцы не публикуют данные по характеристикам своих двигателей, и, если бы они делали это, то верить им не было бы оснований. К счастью, окончание холодной войны привело к увеличению количества и качества технических данных, доступных из российских источников, многие из которых имеют отношение к северокорейским двигателям^{18, 19, 20}. Можно также оценить характеристики этих двигателей, изучая ускорение при запуске и время выгорания северокорейских ракет во время испытаний. Экспорт ракет «Hwasong-6» и «Nodong» в такие страны, как Иран и Пакистан, предоставляют дополнительные возможности для таких наблюдений. Оценки характеристик ракетных двигателей Северной Кореи расходятся на несколько процентов, что оказывает небольшое влияние на оцениваемые характеристики КН-08. Имеется также некоторая неопределенность в отношении точных комбинаций используемого топлива, которые могут повлиять на плотность топлива и расчеты объема баков.

Для данного анализа характеристики двигателей предполагались следующими. Параметры двигателей «Скад» и «Нодонг» были несколько более высокими по сравнению с общепринятыми значениями из-за предполагаемой замены газовых рулей верньерными двигателями (смотрите таблицу 1).

Таблица 1. Потенциальные ракетные двигатели Северной Кореи.

Двигатель	С-75	Скад	Нодонг	Р-27	Р-27 (верньеры)
Верньеры	1	1	1	2	0
Тяга, уровень моря	30 кН	140 кН	300 кН	265 кН	–
Тяга, вакуум	34 кН	155 кН	330 кН	290 кН	32,5 кН
Isp, уровень моря	220 сек	230 сек	235 сек	265 сек	–
Isp, вакуум	252,5 сек	260 сек	260 сек	290 сек	255 сек
Окислитель	АК-20И	АК-27И	АК-27И	МОН-10	МОН-10
Горючее	ТГ-02	ТМ-185	ТМ-185	НДМГ	НДМГ
Отношение смеси	3,2 : 1	3,5 : 1	3,5 : 1	2,0 : 1	2,0 : 1
Доступность	Подтверждено	Подтверждено	Подтверждено	Возможно	Вероятно

¹ 280 сек с удлинением сопла.

Полагают, что в этих двигателях используются следующие компоненты топлива:

- АК-20И: 80% азотной кислоты, 20% четырехоксида азота, плюс стабилизаторы.
- АК-27И: 73% азотной кислоты, 27% четырехоксида азота, плюс стабилизаторы.
- МОН-10: 90% четырехоксида азота, 10% окиси азота.
- ТГ-02: 50% ксилитина, 50% триэтиламина.
- ТМ-185: 80% керосина, 20% бензина.
- НДМГ: несимметричный диметилгидразин.

Кроме того, предполагается, что двигателю С-75 потребуется отдельная подача изопропилнитрата, оцениваемая в 2,75% от основного потока топлива для привода турбонасосов.

КОРПУС

Практически все ракеты дальнего действия и ракеты-носители спутников используют топливные баки в качестве основных структурных элементов каждой ступени, и исследование обломков ракеты «Унха-3» показывает, что Северная Корея следует той же практике. Хотя Северная Корея никогда не демонстрировала способности или намерения разрабатывать новые ракетные двигатели, они неоднократно и успешно интегрировали существующие двигатели в новые корпуса своей собственной конструкции. Поэтому разумно предположить, что ракета KN-08 будет использовать новые топливные баки и структурные элементы, оптимизированные для ее требований, и построенные вокруг существующих двигателей.

Обломки, обнаруженные после самого последнего запуска «Унха-3», включали в основном неповрежденный бак окислителя первой ступени со связанной с ним конструкцией и трубопроводной сетью²¹. Бак представлял собой конструкцию полумонокока (листовой металл, приваренный к системе шпангоутов и стрингеров) из алюминий-магниевого сплава. Переборки баков имели обычную геометрию купола с отношением размеров 0,25, и похоже, что для баков горючего и окислителя использовались отдельные переборки. Баки с общей переборкой позволили бы несколько увеличить загрузку топлива, и они являются частью технологической базы ракеты Р-27, но они традиционно не использовались на северокорейских ракетах наследия «Скад» или «Нодонг», и они не были найдены на ракете «Унха-3».

В данном анализе предполагается, что в ракете KN-08 использовалась одна и та же геометрия, структура, и материалы. На всех трех ступенях предполагалось, что топливные баки заполняют все пространство, не требуемое для ракетных отсеков или другого оборудования, с минимальным динамическим зазором в 5 см между баками и двигателями одной и той же ступени, или последовательных ступеней. Это также согласуется с наблюдавшейся конструкцией ракеты «Унха-3». Характеристики KN-08 немного улучшатся, если баки с общей переборкой будут использоваться на верхних ступенях наследия Р-27.

Для ступеней, использующих двигатель Р-27 предполагается, что двигатель погружается на дно топливного бака, как это делалось на оригинальной советской ракете Р-27. В дополнение к предоставлению более эффективной упаковки, это, вероятно, необходимо для обеспечения адекватного охлаждения и подачи топлива в двигатель, и для передачи тяги двигателя к корпусу ракеты.

В дополнение к бакам для горючего и окислителя, на каждой ступени потребуются небольшие баллоны для сжатого газа (либо гелия, либо азота) для наддува главных топливных баков и, возможно, для перемещения пневматических активаторов. Эти баллоны обычно имеют сферическую форму, располагаются на периферии двигательных отсеков или между ступенями, и они не показаны на приведенных выше схемах конфигураций. Предполагается также, что двигателю С-75 потребуются баки для однокомпонентного топлива (изопропилнитрата) для питания топливных насосов; поскольку эти баки влияют на размер и конфигурацию топливного отсека, они показаны на чертеже.

НАВЕДЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ

Баллистические ракеты дальнего действия почти без исключений используют инерциальное наведение; наведение по радиокмандам также возможно, и оно использовалось в оружии начала эпохи холодной войны, но оно подвержено влиянию радиопомех. Северная Корея продемонстрировала свою способность использовать базовое инерциальное наведение на своих ракетах «Нодонг», и, в некоторой степени, на ракетах-носителях «Унха», и здесь предполагается, что в данном случае также будет использоваться инерциальное наведение. В своей простейшей форме это включает выравнивание гироскопической оси устройства с желаемым азимутом запуска (либо на пусковой платформе, либо маневром по крену немедленно после запуска), и полетом

по заранее рассчитанному временному профилю тангажа. Выключение двигателя третьей ступени выполняется, когда интегрирующий акселерометр определяет, что достигнута соответствующая скорость²².

Команды наведения выполняются с использованием упоминавшихся ранее верньерных двигателей; два двигателя на подвесе на ступень достаточны для полного управления полетом по трем осям. Двигатели первой и второй ступени наиболее вероятно будут работать с полной тягой до обнаружения начала исчерпания топлива, когда программируемый контроллер выключит двигатель и активирует взрывные болты и малые твердотопливные ракеты, требующиеся для отделения ступени. Для третьей ступени KN-08, скорее всего, разгоняемой двигателем P-27, предполагается, что двигатель перейдет в режим работы только на верньере по меньшей мере за 10 секунд до команды отключения для осуществления тонкого контроля скорости. Аналогичная система использовалась на нескольких ранних советских ракетах, включая P-27, и она позволяет обеспечить несколько более высокую точность по сравнению с грубым профилем прекращения тяги главного двигателя²³.

Реальная система наведения почти определенно будет размещаться на третьей ступени, и, вероятно, из соображений компоновки, над баком окислителя третьей ступени. Система наведения ракеты P-27 помещается в герметичном отсеке внутри бака, и такая конфигурация будет использована и здесь. Реальные компоненты системы наведения будут состоять из гироскопов (вероятно, механических), акселерометров, и либо базового компьютера, либо набора программируемых контроллеров и контроллеров обратной связи. Подробности не могут быть определены в данный момент, но они, вероятно, будут включать элементы от предыдущих северокорейских ракет и (или) ракеты P-27. Команды наведения будут посылаются на нижние ступени по внешним кабелям в кабель-каналах, явно видимых на изображениях KN-08.

ПОДРОБНОСТИ КОНФИГУРАЦИИ

В первой ступени в большинстве случаев предполагается использовать два двигателя «Нодонг». Северная Корея продемонстрировала связку из четырех двигателей «Нодонг» в первой ступени серии ракет-носителей «Унха»; базовый диаметр связки был равен 2,4 метра²⁴. Связка из двух двигателей поместится в ступень диаметром 2,0 метра с почти теми же самыми зазорами, и тяга ступени будет достаточна, чтобы обеспечить ускорение при запуске, равное 1,8 g. Громоздкое размещение насосов для двигателя «Нодонг» при установке в связке потребует, чтобы длина двигательного отсека равнялась приблизительно 2,3 метра.

Связка из четырех двигателей типа «Скад» также поместится в основание KN-08, и позволит использовать более короткий двигательный отсек. Такая конфигурация позволит разместить дополнительно 3 600 кг топлива. К сожалению, худшие характеристики двигателя «Скад» наряду с увеличившимся весом ракеты уменьшат ускорение при запуске до 1,4 g. Большая часть дополнительного топлива будет потрачена на борьбу с гравитационными потерями, и общие характеристики ракеты ухудшатся.

P-27 – это погружаемый двигатель, наглухо прикрепленный к основанию топливного бака²⁵. Это позволяет добиться значительно большей плотности упаковки, что привлекательно для мобильной ракеты, но в то же время это сильно осложняет любую попытку создания связки двигателей. Двигатель P-27 предназначен и оптимизирован для установки по центральной оси ракеты; использование связки может оказаться за пределами возможностей Северной Кореи, и оно определенно не было продемонстрировано. Кроме того, для обеспечения достаточной тяги может потребоваться связка и трех двигателей, а двигатель P-27 слишком громоздок для того, чтобы разместить три двигателя в ракете диаметром 2,0 м без существенной переделки.

Улучшения характеристик первой ступени также можно достигнуть, установив одиночный большой двигатель, использующий технологию P-27. Сюда хорошо подошел бы двигатель бывшей советской ракеты P-29, но нет никаких свидетельств того, чтобы этот двигатель появлялся в Северной Корее. Северная Корея никогда самостоятельно не разрабатывала двигатель такого класса, и даже ее более скромные программы разработки двигателей, вероятно, требовали иностранной помощи. Все эти возможности исключительно отдалены. Тем не менее для того, чтобы установить верхний предел характеристик KN-08, была представлена конфигурация «KN-08 Максимум», в которой используется связка из трех сильно модифицированных двигателей P-27. Одиночный двигатель P-29 или сравнимый с ним северокорейский двигатель будут обладать совершенно идентичными характеристиками.

Во второй ступени может использоваться одиночный двигатель «Нодонг», пара двигателей «Скад», или одиночный двигатель P-27. Будут рассмотрены все три комбинации, обозначаемые как «KN-08A» (вторая ступень с двигателем «Нодонг»), «KN-08B» (вторая ступень с двумя двигателями «Скад»), и «KN-08C» (вторая ступень с двигателем P-27). Для того, чтобы использоваться в такой конфигурации, время работы двигателя «Скад» должно быть увеличено примерно на 50%; двигатель P-27 потребует увеличения времени работы примерно на 30% и он должен быть встроен в бак с диаметром существенно больше нормального, и поскольку двигатель будет оставаться на центральной оси, критический интерфейс бака и двигателя должен оставаться

неизменным.

Для верхней ступени в базовых конфигурациях рассматривается только двигатель Р-27. Из-за короткой общей длины третьей ступени двигательный отсек, требующийся для двигателя «Нодонг», или даже «Скад», оставит слишком мало места для топливных баков. Длина ступени, вместе с расположением видимых кабель-каналов, наливных отверстий, и панелей доступа, характерны для конструкции с погружаемым двигателем, и считается, что Р-27 является единственным двигателем, к которому Северная Корея имеет доступ.

В этом применении двигатель Р-27 (включая верньеры) будет интегрирован в бак и корпус несколько меньшего размера, чем в случае оригинальной ракеты Р-27. Появление ракеты «Мусудан» позволяет предположить, что Северная Корея комфортабельно воспринимает идею интеграции главных двигателей Р-27 в новые баки²⁶. Как можно видеть из поперечного разреза на рисунке 23, третья ступень KN-08 близка к минимальному размеру, необходимому для аккомодации двигателя Р-27 без перемещения турбонасоса и связанных с ним трубопроводов. Может быть, это и не совпадение; если бы трехступенчатая ракета с приблизительным масштабом KN-08 строилась бы без ограничений, то оптимизированная третья ступень была бы примерно в полтора раза меньше того, что мы видим на эскизе KN-08. Ограничение из-за использования Р-27 может объяснить это расхождение.

Другим возможным использованием технологии Р-27 могло бы быть применение только верньерных двигателей, как это было сделано на иранской ракете-носителе «Сафир», и, возможно, на северокорейской ракете-носителе «Унха». Простая пара верньеров, оптимальная для выведения малых спутников, может не обеспечить достаточной тяги для выведения тяжелых боеголовок. Однако, вокруг основания KN-08 имеется достаточно места для размещения трех пар верньеров и совместно используемого ими турбооборудования. В этом случае предполагается, что верньеры будут снабжены удлинителями сопла, аналогичными продемонстрированным Ираном, что увеличит удельный импульс до 280 секунд. Конфигурация «KN-08BV» аналогична конфигурации «KN-08B», за исключением того, что в ней используется третья ступень только с верньерами; она представляет наиболее мощную ракету, которая может быть построена Северной Кореей, если она будет иметь доступ только к верньерам Р-27, или аналогичным им, но не к главным двигателям.

Если Северной Корее не будут доступны ни главные двигатели Р-27, ни их верньеры, но наиболее пригодной альтернативой будет пара двигателей С-75 / SA-2, и это составляет базис для предполагаемой конфигурации «KN-08 Минимум». Другие двигатели из бывших советских зенитных ракет или баллистических ракет малой дальности также могут быть приспособлены, но они вряд ли достигнут эффективности рассматриваемой здесь конфигурации С-75.

ВЕС И ОБЪЕМ

Вес топлива может быть определен из оцененного объема топливных баков и плотности компонентов топлива. Поскольку эта ракета мобильна, требуется осторожность – невозможно полностью загрузить баки по предупреждению за короткий срок на удаленной площадке. Будет предполагаться, что загрузка топлива будет ограничиваться так, чтобы в баках оставалось 2,5% свободного места после теплового расширения до 30 °С. Для ступеней, использующих погруженный двигатель Р-27, этот предел увеличивается до 3,5% из-за возможных трудностей обращения с более сложной геометрией бака.

Вес двигателей, корпусов и системы наведения оценить более сложно. Здесь наилучшее из того, что вероятно можно будет сделать – это сделать оценку по сравнению с другими известными системами. У нас нет надежных измерений массы первой ступени «Унха-3», но, как отмечалось выше, она представляет собой конструкцию полумонокока из алюминий-магниевых сплавов. Северокорейская ракета «Нодонг» экспортировалась в несколько стран; было проведено несколько весьма открытых испытательных полетов; отсюда можно сделать оценку, что полная сухая масса (не включая боеголовку и систему наведения) составляет 11% от массы ракеты при запуске²⁷. В ракете «Нодонг» используется та же самая конструкция полумонокока, что и у «Унха-3», но с более тяжелыми стальными сплавами. Российские данные показывают, что полная сухая масса (опять же не включая боеголовку и систему наведения) бывшей советской ракеты Р-27 составляет 9,5% от массы ракеты при запуске, что было достигнуто за счет применения легких алюминиевых сплавов, более сложной ортогональной конструкции каркаса и более тесно интегрированного двигателя²⁸.

Ожидается, что ракета KN-08 попадет посередине между этими значениями. Она предположительно скопирована с тех же самых технических решений, что и ракета «Унха-3», которая, в свою очередь базировалась на наследии северокорейской ракеты «Нодонг», так же, как и на некоторых импортированных компонентах ракеты Р-27. Поэтому будет предполагаться, что ступени, использующие двигатели «Скад» или «Нодонг», будут иметь долю массы конструкции 10,5%, а ступени с более усложненными и тесно интегрированными двигателями Р-27 – долю массы конструкции 10,0%. Эти массы включают конструкцию, топливные баки (которые сами

по себе являются основными элементами конструкции), двигатели, трубопроводы, и вспомогательное оборудование, такое, как механизмы разделения ступеней и исполнительные механизмы системы управления.

Масса систем наведения на ранних МБР США равнялась 100 – 300 кг, в них использовались технологии, аналогичные тем, которые предполагаются для KN-08²⁹. Северная Корея продемонстрировала определенный уровень компетентности в изготовлении торпед и ракет, что указывает на способность производить механические и электромеханические компоненты систем наведения с приемлемой точностью; обломки ракеты «Унха» показывают желание и способность дополнять внутреннее производство импортной современной электронной потребительского класса. Возможно также, что Северная Корея имеет доступ к компонентам бывшей советской ракеты Р-27, включающим полезные компоненты системы наведения. Поэтому разумно предполагать, что Северная Корея может по крайней мере достичь уровня характеристик наилучших ранних МБР США если не по точности, то по массе системы наведения.

Как будет описано, будут рассматриваться массы боеголовок от 500 до 1500 кг. Это включает в себя всю головную часть, включая аэрооболочку и систему тепловой защиты.

В конце обсудим остаток топлива. Полностью освободить ракету от топлива невозможно. Всегда некоторое количество топлива будет захвачено в мертвых зонах трубопроводов. Невозможно также полностью сбалансировать загрузку горючего и окислителя так, чтобы они закончились в одно и то же время – и важно отключить двигатель до того, как будет полностью выработаны либо окислитель, либо горючее; в противном случае турбонасос превысит допустимую скорость и разрушит двигатель. Стандартная практика состоит в том, чтобы допустить некоторый избыток горючего, и отключить двигатель при первом предупреждении об исчерпании горючего. В современных ракетах и космических аппаратах иногда возможно выработать до 99,5% топлива³⁰. Для более консервативных северокорейских конструкций в данном анализе предполагается 2% остаточного топлива для ступеней с двигателями «Скад» или «Нодонг», и 3% остаточного топлива для ступеней с погружаемыми двигателями Р-27. На основании этих предположений построены массовые сводки представленных конфигураций KN-08, приведенные в таблице 2.

Таблица 2. Массовая сводка ступеней ракеты KN-08.

Ступень	Масса (кг)	KN-08 Min	KN-08A	KN-08B	KN-08BV	KN-08C	KN-08 Max
1	Топливо, всего	16 130	16 130	16 130	16 130	16 130	16 640
	Топливо, полезное	15 805	15 805	15 805	15 805	15 805	16 140
	Сухая масса	1 890	1 890	1 890	1 890	1 890	1 850
2	Топливо, всего	11 250	11 250	11 250	11 250	10 080	10 080
	Топливо, полезное	11 025	7 985	11 025	11 025	9 780	9 780
	Сухая масса	1 545	950	1 545	1 545	1 120	1 120
3	Топливо, всего	3 330	3 135	3 135	3 700	3 135	3 135
	Топливо, полезное	3 260	3 040	3 040	3 630	3 040	3 040
	Сухая масса	560	450	450	535	450	450
Все	Всего, без боеголовки	34 705	30 705	34 400	35 050	32 805	33 275

БОЕГОЛОВКА

Ракета KN-08 использует трехконусную головную часть с общей длиной, несколько большей трех метров. Современные американские, российские, британские и французские боеголовки используют узкие конические головные части, предлагающие лучшие характеристики на конечном участке – уменьшенное торможение обеспечивает большую точность и повышенную конечную скорость (то есть меньшую уязвимость противоракетной обороне на конечном участке). Однако, верхний конец узкой головной части, входящий в земную атмосферу на скоростях, характерных для МБР, будет подвергаться исключительно суровому тепловому воздействию. Кроме того, конструкция с одиночным конусом затруднит размещение ядерного устройства с большим диаметром при одновременном сохранении баланса и аэродинамической устойчивости. Трехконусная боеголовка обеспечит обоснованный компромисс между характеристиками на конечном участке, тепловым режимом, и размещением боеголовки.

Важно отметить, что в трехконусной боеголовке задняя коническая часть в основном предназначена для торможения с целью уменьшения конечной скорости и обеспечения аэродинамической стабильности. Соображения веса и балансировки требуют, чтобы основная доля массы полезной нагрузки приходилась на центральную цилиндрическую область, или, если это возможно, на передний наконечник. Поэтому задний конус в основном будет пустым пространством. Поскольку точно неизвестно, где располагается плоскость разделения третьей ступени и боеголовки, будет нетрудно оценить, можно ли будет разместить бок для окислителя или блок наведения на виде конической боеголовки спереди.

Вес северокорейского ядерного оружия неизвестен, и в этом вопросе имеется значительная доля спекуляции. Однако, если Северная Корея не сможет изготовить устройство, меньшее, чем «Толстяк» из Нагасаки, или «Малыш» из Хиросимы, то перспектив у корейской МБР с ядерной боеголовкой не будет. Тем не менее, это кажется маловероятным – любой метод, в конечном счете использованный для создания легких ядерных боеприпасов в начале 1950-х годов, был известен ученым из Манхэттенского проекта в 1945 году, был успешно использован в первых послевоенных испытаниях, и сейчас является всеобщим достоянием³¹.

Первое поколение американских легких ядерных боеприпасов включало Mark 5 (общий вес 1400 кг, максимальная мощность 120 кт) и Mark 7 (общий вес 750 кг, максимальная мощность 60 кт), появившиеся в 1952 году, и Mark 12 (общий вес 450 кг, максимальная мощность 15 кт), появившаяся в 1954 году. Сравнимые устройства были разработаны в России, Британии, Франции и Китае вскоре после их первых ядерных испытаний³². Следует отметить, что эти ранние боеприпасы были авиабомбами и боеголовками для ракет малой дальности. Боеголовка МБР обязательно должна быть несколько тяжелее из-за возросших требований тепловой защиты. Однако, как отмечалось ранее, трехконусная конструкция боеголовки уменьшает пиковую тепловую нагрузку. И даже у космического корабля «Аполлон» со значительно более серьезным тепловым окружением, масса теплового экрана не превышала 15% от общей возвращаемой массы.

Разумно предположить, что первая северокорейская доставляемая ракетой боеголовка будет находиться в предположительно таком же весовом диапазоне, если только не по мощности. В самом деле, малая мощность проведенных до сих пор северокорейских ядерных испытаний позволяют предположить, что они могут пытаться создать настолько легкий и компактный боеприпас, насколько позволяет их технология. Диапазон общей массы боеголовки в 500 – 1500 кг должен будет включать любую правдоподобную северокорейскую боеголовку МБР первого поколения. Правдоподобная мощность боеголовки для устройства с чистым делением будет лежать в пределах от 4 до 60 кт; самое большое из испытанных в Северной Корее устройств имело мощность около десяти килотонн, но некоторого увеличения мощности можно достичь и без дополнительных испытаний.

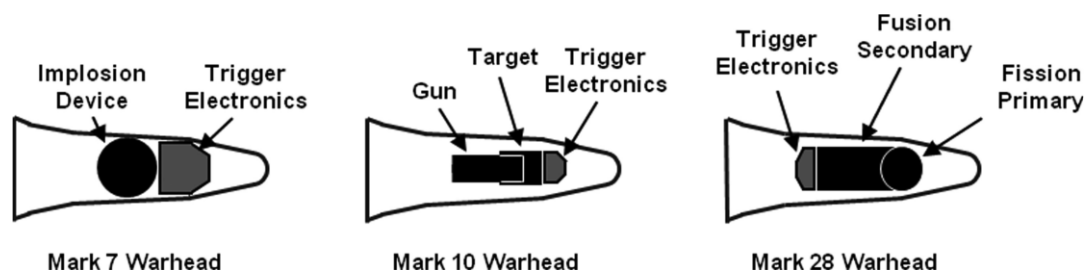


Рисунок 8. Возможное размещение боеголовки KN-08. Надписи на рисунке (слева направо): 1 – имплозивное устройство; 2 – боеголовка Mark 7; 3 – пусковая электроника; 4 – боеголовка Mark 10; 5 – пушка; 6 – мишень; 7 – пусковая электроника; 8 – пусковая электроника; 9 – боеголовка Mark 28; 10 – вторичный узел синтеза; 11 – первичный узел деления.

Размеры боеголовки также вызывают сомнения. На рисунке 8 показаны три ранних американских ядерных боеголовки, для которых основные конфигурационные данные приведены в открытой литературе, размещенные в головной части ракеты KN-08. Это не означает предположения, что Северная Корея в самом деле копировала старые американские конструкции боеголовок; ограничения технологии ядерного оружия приведут любую появляющуюся ядерную силу к примерно аналогичным решениям. В частности, американская система Mark 7 представляет попытку разработать боеголовку, достаточно легкую для того, чтобы ее можно было доставить тактическим самолетом или баллистическими ракетами с минимальным техническим риском и эффективным использованием дефицитных расщепляющихся материалов. Ракета KN-08 RV вполне подходит для доставки аналогичного устройства.

Двумя другими возможностями являются устройства деления с пушечной сборкой и термоядерные устройства первого поколения с цилиндрическими вторичными узлами. Второй пример на рисунке 8 базируется на американской боеголовке Mark 10 с пушечной сборкой общим весом 700 кг и мощностью 15 кт. Это очень простое оружие, легко доступное для любой ядерной державы, но оно довольно неэффективно использует расщепляющиеся и поэтому никогда не было развернуто в США. Третий пример показывает термоядерный боеприпас Mark 28, первое легкое термоядерное устройство в арсенале США, с мощностью 1,4 мегатонны и общим весом 900 кг. Легкие термоядерные боеприпасы почти определенно находятся далеко за пределами текущих возможностей Северной Кореи, но, возможно, не выходят за пределы ее амбиций.

РАБОЧИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Зная предполагаемую массу ступени и значения характеристик двигателя, можно будет оценить рабочие характеристики ракеты KN-08. В высокоточной модели характеристик потребуются также аэродинамические данные, моменты инерции, алгоритмы и времена отклика системы управления, подробные операционные ограничения, и т.п., необходимые для поддержки полной модели траектории ракеты с шестью степенями свободы. Хотя для любого из этих параметров могут быть сделаны оценки, но они все равно останутся только лишь оценками, и, учитывая неопределенности, уже принятые в массовых характеристиках и параметрах двигателя, избыточные усилия в данном направлении не будут оправданы. В лучшем случае может быть сделана только приблизительная оценка зависимости дальности от характеристик ракеты с точностью приблизительно $\pm 15\%$.

Одно операционное ограничение, которое следует рассмотреть даже на этом уровне анализа – это значение ускорения в момент выгорания топлива третьей ступени. Ускорение ступени с двигателем P-27 и легкой боеголовкой в момент выгорания топлива может достигать примерно 25 g. Эта величина беспрецедентна как для МБР, так и для ракеты-носителя, и, чтобы выдержать связанные с этим нагрузки, потребуются необычно тяжелая конструкция. Поэтому при полете с легкой боеголовкой может оказаться необходимым выключение основного двигателя P-27 и завершение работы третьей ступени только с помощью верньерных ракет. Поскольку номинальное ускорение БРПЛ P-27 в момент выгорания примерно равно 13,5 g, предполагается, что третья ступень KN-08 должна перейти в режим работы только на верньерах, когда ускорение достигнет 13,5 g.

Из-за того, что на траектории МБР влияет вращение Земли, нельзя будет просто указать точное значение дальности; оно будет зависеть от местоположения точки запуска и от направления запуска. Поскольку KN-08 предположительно является мобильной ракетой, площадка запуска может в принципе располагаться в любом месте Северной Кореи. В этом анализе предполагается, что запуск производится с полигона Musudan-ri с азимутом запуска 45°. Любой запуск из Северной Кореи по цели в континентальной части США будет близок к такой траектории; против целей в Европе или Азии дальность ракеты KN-08 будет несколько меньше.

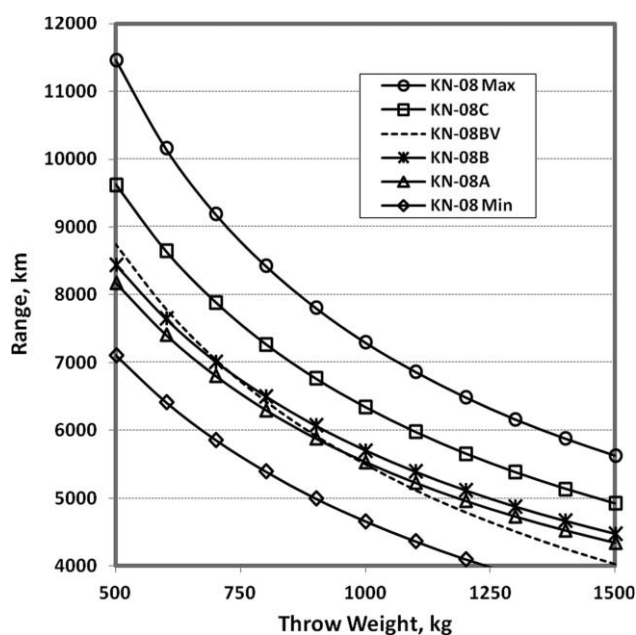


Рисунок 9. Предсказываемые характеристики KN-08. По горизонтальной оси отложен забрасываемый вес в кг, а по вертикальной – дальность в км.

На рисунке 9 показаны результаты предсказания зависимости забрасываемого веса от дальности для трех предполагаемых вариантов KN-08. Используемый в данном случае термин «забрасываемый вес» относится к полной массе отделяемой секции боеголовки; как отмечалось ранее, интервал в 500 – 1500 кг покрывает правдоподобный диапазон боеголовок первого поколения на принципе деления.

Как можно видеть из рисунка 9, в конфигурации «KN-08 Minimum» с использованием технологии «Скад» и «Нодонг» максимальная дальность с самой легкой предполагаемой боеголовкой будет чуть больше 7000 км. Расстояние от полигона «Мусудан-ри» до Сиэтла приблизительно равно 7950 км, так что такая ракета вероятно не будет представлять угрозы целям на континентальной части США, хотя она может достичь почти любой

важной цели в Восточной Азии или на Тихом океане.

Конфигурации KN-08A, B, BV, и C с использованием комбинации технологий «Скад», «Нодонг» и P-27, будут иметь ограниченные возможности достижения целей в континентальной части США легкими боеголовками. Ракеты KN-08A и B, возможно, смогут доставить боеголовки весом 500 – 600 кг до Сиэтла или любого места на тихоокеанском Северо-западе, а ракеты KN-08 BV, возможно, смогут обеспечить большую дальность доставки легких боеголовок. Предполагаемая конфигурация может достичь тех же целей боеголовками в 750 кг, или доставить легкие боеголовки до Лос-Анджелеса или Денвера. Легкая боеголовка может быть доставлена до Сиэтла в сопровождении пяти-шести заслуживающих доверия ложных целей. В пределах досягаемости, возможно, окажутся Центральная Азия и Европа.

Конфигурация «KN-08 Maximum» будет намного более грозным оружием, в особенности с более легкой боеголовкой. Такая ракета может достичь таких удаленных целей, как Нью-Йорк или Вашингтон, или сможет атаковать любые цели на западном побережье либо тяжелой боеголовкой, либо легкой боеголовкой с ложными целями. Как отмечалось ранее, для ракеты «KN-08 Maximum» потребуются двигатели первой ступени с характеристиками, намного превышающими возможности, продемонстрированные ранее Северной Кореей, или те, которыми она предположительно может обладать.

Если грубое количественное предсказание дальности и полезной нагрузки может быть сделано, исходя из внешних размеров и геометрии ракеты, то точность будет зависеть от характеристик систем наведения и управления, предсказать которые будет труднее. Ракета P-27, на которой предположительно базируется верхняя ступень (ступени) ракеты KN-08, согласно российским источникам³³, имеет круговое вероятное отклонение (КВО) в 1,9 км при дальности 2400 км. Точность баллистической ракеты в основном зависит от ошибок по скоростям в момент отсечки двигателя; если KN-08 будет использовать верньерные ракеты P-27 для точного контроля и может достигнуть точности инерциальных измерений P-27 (возможно, используя аналоги акселерометров и гироскопов P-27), она должна будет иметь аналогичные ошибки скорости.

Если время полета ракеты KN-08 будет значительно большим, чем у P-27, то точность пропорционально ухудшится; у ошибок по скорости будет больше времени, чтобы повлиять на окончательную траекторию. При дальности в 8000 км KN-08 с указанными характеристиками наведения P-27 будет иметь эллипс ошибок приблизительно 4 км в поперечном направлении и 8 км в продольном (ожидается, что половина всех запущенных ракет попадет в такой эллипс). Если северокорейцы смогут только достичь точности их предыдущих ракет «Нодонг», то эллипс ошибок KN-08 на межконтинентальных расстояниях составит примерно 10 × 20 км.

Мощность самого мощного ядерного испытания Северной Кореи равнялась примерно 10 килотоннам, что достаточно для того, чтобы разрушить незащищенные цели внутри радиуса 1,5 км³⁴. Американская авиабомба/боеголовка Mark 7, правдоподобный аналог самой мощной боеголовки деления первого поколения, который Северная Корея сможет предположительно доставить ракетой KN-08 к целям на континентальной части США, имеет максимальную мощность в 60 кт, что соответствует радиусу разрушения незащищенных целей всего лишь в 2,8 км³⁵. Ракета KN-08 не может быть использована для уничтожения любой конкретной цели, и тем более защищенной военной цели. Вероятно, она может быть достаточно точной для ударов по большим городским районам, но не для ударов по конкретным пригородам или кварталам.

МОБИЛЬНОСТЬ

Макеты KN-08 были показаны на машине транспортно-пусковой установки (ТПУ) со значительными возможностями для передвижения по пересеченной местности. По крайней мере, она, возможно, аналогична той, на которой устанавливаются китайские мобильные МБР DF-31. Это создает впечатление в высокой степени мобильной развернутой в полевых условиях военной системы, способной передвигаться со любому району Северной Кореи и быстро менять свое место базирования для уклонения от атаки. Такая способность наблюдалась у небольших мобильных ракет, таких, как у серий «Скад» и «Нодонг», и она особенно ценна для такой нации, как Северная Корея, чьи ограниченные стратегические военные силы почти непрерывно находятся под прицелом намного более мощных наций.

К сожалению для планирующих военных органов Северной Кореи, сделать большую ракету на жидком топливе в высокой степени мобильной довольно трудно. Мобильные баллистические ракеты класса промежуточной дальности и межконтинентального класса почти всегда являются твердотопливными ракетами. Баки для жидкого топлива по своему существу менее прочны, чем корпуса двигателей на твердом топливе, и при больших размерах нагрузки, связанные с транспортировкой ракеты на жидком топливе на внедорожнике становятся непомерно высокими. Даже при перемещении по дорогам, за исключением движения с малой скоростью по плоским мощным дорогам, будет возникать риск повреждения полностью запрограммированной KN-08.

Вероятно, будет возможно достичь высокой степени мобильности по дорогам для пустой KN-08; на топливо

приходится более 80% веса, и, следовательно, нагрузки. Это затем потребует заправки ракеты на пусковой площадке, после транспортировки и (возможно) подъема. Аналогичные системы использовались на ранней стадии холодной войны; американские ракеты «Редстоун» и «Юпитер» могли быть заправлены и запущены в течение пятнадцати минут³⁶. Хотя эти ракеты по размеру были близки к KN-08, они были одноступенчатыми. Советская ракета Р-9А (SS-8) могла быть заправлена и запущена в течение 20 минут – это время включало установку ракеты на пусковой площадке (следует отметить, однако, что пусковая последовательность была значительно автоматизирована)³⁷. Заправка KN-08 с тремя ступенями и двумя комбинациями топлива, вероятно, займет полчаса, или около того. Для подготовки и запуска ракеты потребуются и другие действия, не все из которых могут проводиться параллельно с заправкой, что, вероятно, увеличит предполетное время по крайней мере до часа.

Может быть, понадобится также сопровождать ТПУ KN-08 небольшой группой вспомогательных машин. Понадобится по крайней мере четыре топливных автоцистерны, и, может быть, мобильный центр управления запуском. И маловероятно, что северные корейцы развернут такое ценное средство без надежной охраны, обслуживания и средств связи. В отличие от образа упрочненного внедорожника, прячущегося в горах Северной Кореи, готовясь нанести ядерный удар через минуту после приказа, ракета KN-08 будет центром значительной военной группировки, привязанной к местной дорожной сети, которой понадобится час, или более, для подготовки к запуску.

Поскольку Северная Корея – это географически малый объект, находящийся под интенсивным иностранным наблюдением, это поднимает вероятность того, что KN-08 может быть уничтожена на земле прежде, чем она может быть запущена. Такой превентивный удар потребует возможности в высокой степени быстро реагирующего удара, предпочтительно расположенного поблизости (например, в Южной Корее, или в Желтом или Японском море), и желания приказывать быстро провести решительную военную акцию. Во время острого кризиса, оправдывающего позицию повышенной боеготовности, такой удар может оказаться эффективным средством нейтрализации небольших сил KN-08.

Альтернативной концепцией операций может быть размещение действующих ракет KN-08 в укрепленных пещерах или туннелях, используя ТПУ только для выкатывания ракет на подготовленные пусковые площадки в непосредственной близости. Известно, что Китай размещал таким способом некоторые из своих ранних МБР, и вероятно будет возможно перевезти и поднять полностью заправленные KN-08, если перевозка будет проведена только на несколько сотен метров по мощной дороге³⁸. Дополнительным преимуществом полустационарного базирования будет то, что ракеты можно будет заправлять в среде с контролируемым климатом. Приведенный ранее анализ проводился согласно требованию, чтобы ракета переносила температуру от -25 до +30 °С; при комнатной температуре ракету можно будет заправить большим количеством топлива, что позволит увеличить дальность на 250 км. Кроме того, это повысит надежность.

ТПУ могут также для перетасовки в мирное время реальных и фальшивых ракет на большем количестве укрепленных площадок для того, чтобы осложнить любую попытку превентивного удара. Хотя северокорейцы определенно хотели показать макеты KN-08 для того, чтобы запутать своих противников, они, по-видимому, приобрели не более восьми подходящих ТПУ и неясно, будут ли возможны новые закупки в Китае³⁹.

НАДЕЖНОСТЬ И ИСПЫТАНИЯ

Для того, чтобы доставить боеголовку ракетой KN-08, временно пренебрегая ненадежностью ядерных боеголовок Северной Кореи, каждая из трех независимых ракетных ступеней должна работать должным образом. Кроме того, должен быть успешно выполнен высокоскоростной вход в атмосферу. Северная Корея предприняла четыре запуска ракетной ступени на базе технологии связок ракет «Нодонг», два из которых были неудачными. В Северной Корее было запущено по меньшей мере девять ракетных ступеней с одним двигателем «Нодонг», возможно, с одиночной неудачей. Действительное количество может быть меньшим, поскольку подробности некоторых из северокорейских ракетных испытаний неясны. Не известно ни о каких испытаниях ступеней, использующих главный двигатель Р-27, если не считать неподтвержденных сообщений об испытаниях, проведенных в Иране с использованием техники, поставленной Северной Кореей. Северная Корея провела шесть испытаний разделения ступеней с одной неудачей, не считая случаев, в которых отказы ускорителя приводили к спорным ситуациям. Не было ни одного успешного северокорейского испытания входа в атмосферу при скоростях, близких к скоростям МБР⁴⁰.

Если рассматривать только историю северокорейских относящихся испытаний, то простой статистический анализ показывает, что вероятность полностью успешного запуска KN-08 будет полностью успешной, равна примерно 6%. Развернутые наземные испытания отдельных ступеней могут в лучшем случае увеличить эту величину до 22%, поскольку разъединение ступеней и вход в атмосферу не могут быть осмысленно испытаны

на земле. И даже успешное одиночное испытание может дать лишь оцениваемую в 35% воценку надежности KN-08, учитывая прошлую историю неудач в подобных системах. Для того, чтобы установить хотя бы минимальную степень уверенности в системе, должны быть проведены многочисленные летные испытания перед тем, как KN-08 может быть принята на вооружение в качестве оружия, готового к применению.

Грубые методы изготовления Северной Кореи позволяют предположить, что северокорейские ракеты должны быть ненадежными, но способные инженеры могут справиться с известными производственными недостатками. Конструкторы северокорейских ракет, несомненно, обладают опытом в подобных вопросах. Тем не менее, в этом процессе нет замены реальным летным испытаниям. Даже в наиболее агрессивных программах разработки МБР, где вы они не выполнялись, оружие не может считаться готовым к эксплуатации без 5 – 10 летних испытаний для подтверждения и проекта, и производственного процесса, и северокорейская ракета «Нодонг» прошла пять летних испытаний до принятия на вооружение⁴¹.

Вполне возможно, что Северная Корея может попытаться развернуть ракету KN-08 и может рассматривать ее как действующее оружие без адекватных летных испытаний. Ни одна другая нация не развертывала МБР таким способом, и для Северной Кореи было бы исключительно необычно поступить так, но имеются некоторые прецеденты с подобными системами. Как Германия, так и Соединенные Штаты вступили во Вторую мировую войну с торпедами – наиболее сложными системами оружия для того времени – с одним успешным боевым испытанием в случае США, и полным их отсутствием в Германии. Эти торпеды показывали исключительно высокую долю отказов, до 70% в начальной стадии боевого применения. Новые ракеты-носители, технические весьма похожие на МБР, в своих первых полетах часто выводили на орбиту реальные полезные нагрузки. Примерно 50% этих запусков были неудачными, обычно и-за фундаментальных проектных ошибок, которые должны были быть исправленными до первого успешного запуска. И северокорейская ракета промежуточной дальности «Мусудан», если она не была мистификацией, была принята на вооружение после одного летного испытания, или вообще без них.

Развертывание неиспытанных стратегических вооружений может оказаться глупостью, но недалекость – это одна из наиболее устойчивых человеческих глупостей. И если Северная Корея намерена использовать свой ядерный арсенал только как средство сдерживания, это даже может быть неглупым – оружие сдерживания должно быть заслуживающим доверия, что не то же самое, что быть надежным. Успешные испытания усиливают сдерживание, неудачные ослабляют его, и северокорейцы могут чувствовать, что неиспытанное оружие все еще может выглядеть как достаточная угроза для сдерживания иностранной атаки. Они могут быть правы – в данном случае зачем рисковать неудачным испытанием?

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ ГОТОВНОСТЬ

В апреле 2012 года KN-08, вероятно, не существовала даже как способный к полету прототип. Хотя возможно, что северокорейцы могли показать макеты просто для того, чтобы избежать риска повреждения реальных ракет, макеты в этом случае должны были быть построены так, чтобы соответствовать внешним размерам ракет – но, как мы могли видеть, макеты даже не соответствовали друг другу⁴². Возможно, что парадные макеты готовились специально для парада, или, альтернативно, они были созданы на разных стадиях процесса разработки. В любом случае, различия между макетами позволяют предположить, что подробный проект KN-08 еще не был закончен в то время, когда были построены макеты.

Некоторое общее наследие предполагаемой ракеты KN-08 и наблюдавшейся ракеты «Унха-3» означает, что Северная Корея не проводила всю программу разработки с нуля для создания и полета KN-08. Ракета-носитель «Унха» стала результатом по крайней мере восьми, а, может быть, даже и двадцати шести лет усилий, возможно, параллельной текущей северокорейской программе разработки МБР (будь то KN-08 или другой), и, поскольку «Унха» сейчас была успешно испытана, то соответствующая технология и даже конкретные технические решения для KN-08 могли быть подтверждены.

Маловероятно, что реальные ракеты KN-08 могли быть построены до успешного испытания «Унха-3», так как до испытания не могло быть заранее известно, что будут успешно подтверждены общие элементы конструкции. Если KN-08 фактически представляет планируемую северокорейскую МБР, то, возможно, потребуется еще по крайней мере несколько месяцев, или, даже более года для того, чтобы учесть уроки, полученные в полете «Унха-3», и построить готовый к полету прототип ракеты. К моменту написания данной статьи не наблюдалось никакого летного испытания KN-08, хотя оно может произойти практически в любое время.

Как отмечалось выше, не исключено, что Северная Корея может приступить к развертыванию KN-08 в качестве действующей системы без реальных летных испытаний этой ракеты. Это может быть вызвано как внутривосполитическими и экономическими ограничениями, или же восприятием надвигающейся внешней угрозы.

Если так, то Северная Корея вполне может развернуть оружие с фундаментальными дефектами, которое, возможно, не будет работать, или, что более вероятно, развернуть исключительно ненадежное оружие, которое можно будет использовать меньше половины времени. В этом случае сообщение в «Нью Йорк Таймс» в январе 2013 года может указывать на реальное развертывание того, что северокорейцы считают действующим оружием, предположительно на основании излишней самоуверенности после успешного полета похожей, но не идентичной ракеты «Унха-3».

Более вероятно, что любые наблюдавшиеся полевые операции представляют собой учения, предшествующие развертыванию. Прежде, чем оружие станет надежно действенным, команды должны будут отработать соответствующие эксплуатационные процедуры – в особенности для мобильных ракет на жидком топливе, где пусковая площадка должна быть быстро подготовлена в суровых полевых условиях, а сложная операция по заправке должна быть проведена с исключительно токсичными компонентами топлива. Поскольку Северная Корея, несомненно, обладает реальными ТПУ и макетами ракет, разумно будет предположить, что пусковые команды могли начать подготовку за некоторое время до реального поступления готовых к использованию ракет KN-08.

В этом случае начальная эксплуатационная готовность KN-08 должна будет последовать за успешной программой летных испытаний, возможно, в течение нескольких месяцев. Но, как отмечалось выше, маловероятно, что первое испытание будет успешным, и каждое неудачное испытание может потребовать нескольких месяцев для расследования причин и выполнения корректирующих действий. А для установления обоснованной уверенности в системе может потребоваться более одного успешного испытания. Поэтому начальная готовность KN-08 к развертыванию возникнет не ранее, чем через год, с хорошо видимой активностью летных испытаний в качестве указания для внешних наблюдателей. Без наблюдаемых летных испытаний мы можем предположить, что Северная Корея или глупо развернула неиспытанную и высоко ненадежную ракету, или что KN-08 является откровенной мистификацией, или что ракета все еще находится в стадии разработки и сможет быть развернута когда-либо в будущем.

Если, и когда МБР KN-08 станет доступной, то почти определенно она появится в весьма ограниченных количествах. Межконтинентальная ракета KN-08 потребует по крайней мере один, и, вероятно, два или более двигателя Р-27. Если только Северная Корея не сможет развить независимую способность массового производства таких двигателей, то она будет зависеть от бывших советских ракет. Вероятно, Северной Корее для поддержки всего производства ракет «Мусудан» и KN-08, попыток запуска ракет-носителей «Унха», наземных и летных испытаний, и экспортных продаж потребуется не менее 150 готовых к летным испытаниям корпусов Р-27. Кроме того, поставка подходящих ТПУ может быть сейчас ограничена, но можно предположить, что каждая находящаяся в Северной Корее машина WS51200 будет использоваться как транспортер ракет. Шесть или восемь поставленных ТПУ с двумя или тремя ракетами на каждой могут представлять общий размер планируемых сил МБР в Северной Корее.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Хотя ракеты KN-08 на параде в Пхеньяне в апреле почти определенно были нефункциональными макетами, вполне возможно, что они представляли ракету, находившуюся в это время в стадии разработки. Если это так, то маловероятно, что в данный момент она была развернута, и начальная возможность развертывания вероятно наступит через несколько месяцев или даже лет, и почти определенно произойдет только после серии наземных испытаний.

На основании внешнего вида макетов KN-08 и соответствующего опыта Северной Корее в разработке больших ракет-носителей и МБР можно реконструировать диапазон правдоподобных проектов МБР KN-08 в пределах предполагаемых технологических возможностей Северной Корее. Если справедливы сообщения о том, что Северная Корея получила бывшие советские ракеты Р-27 (или по меньшей мере их двигатели), то ракета KN-08 вероятно сможет доставить боеголовки деления первого поколения по крайней мере до некоторых целей на континентальной части Соединенных Штатов. Без двигателей Р-27 весьма маловероятно, что KN-08 будет способна достичь любых целей на континентальной части Соединенных Штатов, но она сможет угрожать Аляске, Гавайских островов и большей части Восточной Азии.

Если ракета KN-08 будет развернута, то она будет оружием с весьма ограниченными возможностями. Она не станет по настоящему мобильной ракетой, и будет требовать существенной вспомогательной инфраструктуры на пусковой площадке. В лучшем случае такая вспомогательная инфраструктура может быть доставлена на грузовой машине и установлена за несколько часов непосредственно перед запуском. На основании предыдущего опыта Северной Корее с большими многоступенчатыми ракетами, надежность будет низкой. Точно

также низкой будет и точность, хотя она будет достаточной для поражения больших городских районов. Вероятно, что будет доступно от одного до двух десятков ракет, и, возможно, еще меньшее количество пусковых установок.

Опять же, следует отметить, что данная статья – это анализ северокорейских возможностей в свете последних представлений на парадах, не рассматривая ее возможностей в целом. Возможно также, что Северная Корея намеревается создать совершенно другие ракеты дальнего действия, или вообще не создавать их. И не исключено, что они намерены создать ракету, которая лежит за пределами их текущих технических возможностей, так что за завесой KN-08 не будет находиться никакой операционной системы.

Сообщение, посылаемое показом KN-08, запуском спутника ракетой «Унха-3», и ядерное испытание в феврале 2013 года, состоит в том, что Северная Корея вскоре получит инструмент ядерного сдерживания, способный удерживать Соединенные Штаты в безвыходном положении, угрожая уничтожением американских городов. Такое сообщение может оказаться блефом. Но оно, пусть и только-только, правдоподобно.

ПРИМЕЧАНИЯ И ССЫЛКИ

1. T. Shanker and D. Sanger, "Movement of Missiles by North Korea worries U.S." *New York Times*, 17 January 2013.
2. M. Schiller and R. Schmucker, "A Dog and Pony Show: North Korea's New ICBM." *The Arms Control Wonk*, 18 February 2012, [http://lewis.armscontrolwonk.com/files/2012/04/KN-08 Analysis Schiller Schmucker.pdf](http://lewis.armscontrolwonk.com/files/2012/04/KN-08%20Analysis%20Schiller%20Schmucker.pdf).
3. G. Oh, "N. Korea Tested Long-Range Missile Engine Before Nuke Blast: Sources." *Yonhap News Agency*, 17 February 2013, <http://english.yonhapnews.co.kr/national/2013/02/17/29/0301000000AEN20130217003300315F.HTML>.
4. "North Korea Developing New Long-Range Missile: Report" *Channel NewsAsia*, 14 April 2012, http://www.channelnewsasia.com/stories/afp_asiapacific/view/1195153/1.html.
5. J. Marcus, "Key Step in North Korea's Missile Ambitions" *BBC News*, 12 December 2012, <http://www.bbc.co.uk/news/world-asia-20694331> (25 Feb 2013).
6. Marketing brochure, Hubei Sanjiang Space Wanshan Special Vehicle Company, Ltd., www.wstech.com.cn. Note: all reference to the WS51200 was removed from the Wanshan corporate web site in May 2012.
7. T. Postol, *A Technical Assessment of Iran's Ballistic Missile Program*, 2–8. EastWest Institute, 2009, [http://docs.ewi.info/JTA TA Program.pdf](http://docs.ewi.info/JTA_TA_Program.pdf).
8. Postol 2009, *op. cit.*, 2 (ссылка 7).
9. Postol 2009, *op. cit.*, 3 (ссылка 7).
10. S. Efron, "North Korea Working on Missile Accuracy." *Los Angeles Times*, 12 September 2003, <http://articles.latimes.com/2003/sep/12/world/fg-norkor12>.
11. H. Lewis, "Origins of the Musudan IRBM." *The Arms Control Wonk*, 11 June 2012, <http://lewis.armscontrolwonk.com/archive/5337/origins-of-the-musudan-irbm>.
12. Postol 2009, *op. cit.*, 8 (ссылка 7).
13. D. Lennox, ed., *Jane's Strategic Weapon Systems, Issue 44*, Surrey, UK: Jane's Information Group, 51 (2006): 260–263.
14. D. Pinkston, *The North Korean Ballistic Missile Program*, Strategic Studies Institute, (2008), <http://www.strategicstudiesinstitute.army.mil/pubs/display.cfm?pubID=842>, 17–20.
15. M. Schiller and R. Schmucker, "Explaining the Musudan: New Insights on the North Korean SS-N-6 Technology" *The Arms Control Wonk*, 31 May 2012, [http://lewis.armscontrolwonk.com/files/2012/05/Explaining .the Musudan _ Schiller _Schmucker v1.2.pdf](http://lewis.armscontrolwonk.com/files/2012/05/Explaining_the_Musudan_Schiller_Schmucker_v1.2.pdf).
16. D. Wright, "SS-N-6 Missiles: How Many Could Have Been Transferred?" *All Things Nuclear*, 8 September 2010, <http://allthingsnuclear.org/ss-n-6-missiles-howmany-could-have-been-transferred>.
17. D. Wright, "South Korea's Analysis of North Korea's Rocket Debris." *All Things Nuclear*, 25 January 2013, <http://allthingsnuclear.org/south-koreas-analysis-of-northkoreas-rocket-debris/>.
18. D. Wright, Personal email to the author, 2 May 2012.
19. Postol 2009, *op. cit.*, 14 (ссылка 7).
20. N. Brugge, "Some Identified Engines from Isayev's Design Bureau" Last modified 21 December 2012, <http://www.b14643.de/Spacerockets/1/Diverse/KBIsayevengines/index.htm>.
21. D. Wright, trans, "North Korean Long-Range Missile Debris Survey," ROK Ministry of Defense (2013), <http://www.ucsusa.org/assets/documents/nwgs/SK-report-onNK-rocket-debris-analysis-translation-1-18-13.pdf>.
22. M. Hobbs, *Basics of Missile Guidance and Space Techniques*, (New York: J.F. Rider, 1959), 91–115.
23. P. Podvig, *Russian Strategic Nuclear Forces*, (Cambridge: MIT Press, 2004), 319–322.

24. Postol, 2009, *op. cit.*, 38 (ссылка 7).
25. Podvig, 2004, *op. cit.*, 319–320 (ссылка 23).
26. Brugge, Norbert, "The old Soviet SLBM 'R-27' and the re-use of the technology for the North Korean and Iranian rocket development." Last modified 26 Jan 2013, [http://www.b14643.de/Spacerockets 1/Diverse/R-27/index.htm](http://www.b14643.de/Spacerockets%201/Diverse/R-27/index.htm).
27. Vick, Charles, "Nodong A, Ghauri II, & Shahab-3, Technical Data," (2007), Accessed 25 February 2013, <http://www.globalsecurity.org/wmd/world/dprk/nd-aspecs.htm>.
28. Podvig, 2004, *op. cit.*, 320–321 (ссылка 23).
29. S. Leslie, *The Cold War and American Science: The Military-Industrial-Academic Complex at MIT and Stanford*, (New York: Columbia University Press, 1993), 92–93.
30. I. MacConochie and P. Klich, *Techniques for the Determination of Mass Properties of Earth to Orbit Transportation Systems*, (1978), NASA Technical Memorandum 78661.
31. C. Hansen, *Swords of Armageddon, Version 2: History of the US Development of Nuclear Weapons*, (Sunnyvale, CA: Chuckulea Productions, 2007), Volume I.
32. R. Norris et al., *Nuclear Weapons Databook, Vol. V: British, French and Chinese Nuclear Weapons*, (Boulder, CO: Westview Press, 1994).
33. Podvig, 2004, *op. cit.*, 321 (ссылка 23).
34. J. Lewis, "Making Yield Estimates" *The Arms Control Wonk*, 15 February, [http:// 32ad through \(did titlepage, headers, refs, table/fig headerslewis. armscontrolwonk.com/archive/6288/making-yield-estimates](http://32ad.throughdid.titlepage.headers.refs.table/fig.headerslewis.armscontrolwonk.com/archive/6288/making-yield-estimates).
35. Hansen, 2007, *op. cit.*, Volume V (ссылка 31).
36. Grimwood, James and Strowd, Francis, *History of the Jupiter Missile System*, (U.S. Army Ordnance Missile Command, 1962), 37.
37. Podvig, 2004, *op. cit.*, 194 (ссылка 23).
38. Norris et al. , *op. cit.*, 1994 (ссылка 32).
39. W. Minnick, "Despite Evidence, China Denies Selling Launcher to N. Korea" *Wendell Minnick - Articles*, 17 October 2012, [http://minnickarticles.blogspot.com/2012/10/ despite-evidence-china-denies-selling.html](http://minnickarticles.blogspot.com/2012/10/despite-evidence-china-denies-selling.html).
40. Monterey Institute for International Studies, "North Korea Missile Chronology." Accessed 25 February 2012, [http://www.nti.org/media/pdfs/north korea missile 2.pdf?_=1327534760](http://www.nti.org/media/pdfs/north%20korea%20missile%20.pdf?_=1327534760).
41. Gerardi & Joseph, 1995
42. Schiller and Schmucker, *op. cit.* (ссылка 15).