

АНАЛИЗ ИСПЫТАНИЯ РАКЕТЫ "ГХАУРИ" В ПАКИСТАНЕ 6 АПРЕЛЯ 1998 ГОДА

Дэвид С. Райт

6 апреля 1998 года Пакистан объявил об испытании новой баллистической ракеты под названием "Гхаури". Эти сообщения привлекли заметное внимание, особенно в Южной Азии. В данной статье приводится анализ ограниченной информации об испытании "Гхаури", частично основанный на знаниях автора по северокорейской ракете "Нодонг".

Для лучшего понимания того, что стоит за сообщениями прессы об испытаниях "Гхаури", автор проверил соответствие появившейся в прессе информации с типом испытываемой ракеты. Поскольку в некоторых сообщениях указывалось, что ракета "Гхаури" базируется на северокорейской технологии, автор провел расчеты того, что можно ожидать от подобной технологии при характеристиках, приведенных в сообщениях прессы.

Дэвид С. Райт сотрудничает в Союзе обеспокоенных ученых и в программе исследований безопасности Массачусетского технологического института, Кембридж, штат Массачусетс, США.

ОПИСАНИЕ РАКЕТЫ "ГХАУРИ"

В сообщениях пакистанской прессы об испытательном полете "Гхаури" обычно отмечается максимальная дальность 1500 км, но реальная дальность указывается как 1100 км, а время полета - как 9 минут 58 секунд¹. Во многих сообщениях указывается, что ракета поднялась до высоты 350 км. Это по-видимому относится к апогею траектории (точке с максимальной высотой), которая достигается в середине полета ракеты.

Обычно сообщают, что полная масса ракеты "Гхаури" равна 16 тоннам, а масса полезной нагрузки равна 700 кг², хотя в одном сообщении указывается полная масса в 15 тонн³. Говорится о массе топлива в 13 и в 14 тонн⁴. Однако, если предположить, что у ракеты одна ступень, полная масса в 16 тонн и масса топлива в 14 тонн дадут долю топлива⁵, равную 91,5 процента, а полная масса в 15 тонн и масса топлива в 13 тонн - 91 процент. Такие значения выглядят неправдоподобно высокими, если только ракета не изготовлена из очень легких материалов, что кажется маловероятным. С другой стороны, при полной массе в 16 тонн и массе топлива в 13 тонн доля топлива составит 85 процентов, что кажется разумным значением, если ракета изготовлена из алюминия, а не из стали (из которой изготовлены ракеты "Скад-Б")⁶. Таким образом, для этого анализа полная масса ракеты считается равной 16 тоннам, а масса топлива - 13 тоннам.

Сообщается, что ракета стартовала с мобильной пусковой установки⁷, хотя в одном сообщении говорится, что она была запущена с временной пусковой установки⁸. В последние годы появлялись многочисленные сообщения о создании в Северной Корее мобильных установок с подъемниками для ракеты "Нодонг", которая, по-видимому, сравнима по размерам с "Гхаури", подтверждающие, что сообщения о мобильных пусковых установках для "Гхаури" могут быть верными.

По крайней мере в одном сообщении утверждалось, что ракета "Гхаури" трехступенчатая, но кажется, что это связано с неверным истолкованием пакистанских сообщений о том, что "формально испытания ракеты проводились в три этапа..."⁹

ИСПЫТАНИЕ С ДАЛЬНОСТЬЮ В 1100 КИЛОМЕТРОВ

По сообщениям прессы, пусковая установка для испытаний находилась либо в Малуте, неподалеку от города Джелум¹⁰, либо вблизи ядерной исследовательской лаборатории в Кахуте¹¹. Появились сообщения о нескольких точках падения. В одном из них утверждается, что ракета приземлилась "около Дашта, в области побережья Макрана"¹², что согласуется с дальностью испытательного полета в 1100 км от любого указанного положения пусковой установки.

У стандартной траектории с минимальной энергией дальности в 1100 км соответствует высота апогея в 300 км с временем полета примерно в 9,6 минуты. Однако, если ракета с такой дальностью летела по несколько приподнятой траектории, то время ее полета будет равно

чуть более 10 минут при высоте апогея в 350 км, что согласуется с сообщениями прессы.

Согласуются ли такие дальность и полезная нагрузка с технологией ракеты "Нодонг"? Эта ракета одноступенчатая, на жидком топливе, с четырьмя двигателями "Скад-Б"¹³. Расчеты автора показывают, что ракета с четырьмя двигателями "Скад" и общей массой 16 т (включая 700 кг полезной нагрузки) с 13 т топлива будет иметь максимальную дальность около 1100 км¹⁴.

Интересно отметить, что если уменьшить массу полезной нагрузки такой ракеты с 700 до 200 кг, то ее дальность возрастет примерно до 1500 км, что согласуется с сообщениями прессы о максимальной дальности. Полезную нагрузку в 200 кг можно считать минимально возможной, поскольку она соответствует массе носового обтекателя без боеголовки.

Ракета указанного типа будет обладать дальностью в 950 км при полезной нагрузке в 1 т и дальностью в 800 км при полезной нагрузке в 1,5 т.

Если сообщения о массе ракеты "Гхаури" правильны, то она должна быть несколько меньше северокорейской ракеты "Нодонг". Масса ракеты "Нодонг" по оценкам (около 15 т топлива и 18,5 т полной массы, если корпус изготовлен из алюминия)¹⁵ на несколько тонн указанных для "Гхаури" значений. Ракета "Нодонг" с той же долей топлива (85 процентов) будет обладать большей дальностью при той же полезной нагрузке в 700 кг - от 1200 до 1250 км.

Аналогично, из показанных по пакистанскому телевидению фотографий ракеты "Гхаури" можно провести грубую оценку размеров ракеты, сравнивая ее с расположенными на заднем плане грузовиками¹⁶. Из этого сравнения следует, что ее размеры примерно такие же, или несколько меньшие, чем у ракеты "Нодонг", по сообщениям, равные 15,2 м в длину и 1,2 м в диаметре¹⁷.

Таким образом, имеющаяся информация согласуется с соответствием технологии и конфигурации ракет "Гхаури" и "Нодонг", с несколько меньшими размерами у первой.

Использование нескольких простых ракетных двигателей на жидком топливе относительно несложно. Топливо в двигатели подается из общих баков (одного для окислителя и одного для горючего), а корпус ракеты делается достаточно большим для того, чтобы баки вмещали запас топлива, достаточный для всех двигателей. Можно ожидать, что ракета будет выглядеть именно таким образом, как было показано в телевизионном репортаже об ее запуске.

Можно ли предположить, что вместо этого ракета "Гхаури" основана на технологии, использованной Пакистаном для ракет "Хафт-1 и -2"? Эти ракеты считаются твердотопливными и построенными на базе французских исследовательских ракет. Двигатели этих ракет намного слабее, чем двигатели "Скад-Б". Полный импульс, передаваемый двигателем, равный произведению тяги на время работы, в 4 - 7 раз меньше, чем у двигателя "Скад"¹⁸. Ракета "Хафт-1" с одним двигателем с одним двигателем способна доставить полезную нагрузку в 500 кг всего лишь на 60 - 80 км. Ракета "Хафт-2", которая, как

полагают, построена из двух таких двигателей в двухступенчатой конфигурации, может доставить боеголовку в 500 кг на 260-300 км¹⁹. Хотя в принципе возможно достичь возможностей "Гхаури" по дальности и полезной нагрузке, построив двухступенчатую ракету, в каждой из ступеней которой используется по четыре или более соединенных вместе двигателей "Хафт", такая конфигурация кажется маловероятной и не согласуется с параметрами, сообщавшимися для "Гхаури".

По этой причине разработка ракеты с дальностью 800 - 1000 км должна была заставить Пакистан создать или приобрести более мощный двигатель. В течение последних нескольких лет Пакистан мог разработать более мощный твердотопливный двигатель, возможно, с помощью Китая. Вместо этого они могли также перейти к двигателям на жидком топливе. Подобно Северной Корее, они могли решить использовать двигатели "Скад-Б", которые, по-видимому, имеются на международном рынке. Они могли также получить помощь в создании двигателя типа "Скад" от Северной Кореи или, возможно, от Ирана.

Сообщают, что Северная Корея разрабатывает двухступенчатую ракету с дальностью 1500 - 2000 км, в которой в качестве первой ступени будет использоваться ракета "Нодонг", а вторая ступень будет снабжена одним двигателем "Скад". Если Пакистан будет использовать такую же технологию для "Гхаури", то он сможет попытаться использовать многоступенчатость, чтобы создать ракету с дальностью примерно в 1500 - 2000 км. Это может стоять за утверждениями Пакистана, что он разрабатывает ракету с дальностью 2000 км под названием "Гхазнави"²⁰.

ИСПЫТАНИЯ С ДАЛЬНОСТЬЮ 700 КИЛОМЕТРОВ

Возможно, что дальность испытания "Гхаури" была заметно меньше 1100 км. В большей части сообщений прессы утверждается, что точка падения находилась в районе города Кветта²¹. В одном сообщении указывается, что падение произошло в северной части Белуджистана²². По карте легко определить, что в этом случае дальность полета составила бы всего около 700 км.

Если дальность полета равнялась 700, а не 1100 км, то возникает возможность другой интерпретации испытания. В середине 1997 г. Пакистан объявил, что он разрабатывает ракету "Хафт-3" с дальностью 800 км. При дальности 800 км апогей стандартной траектории равен 200 км, а, а время полета составило 8 минут. Однако, расчеты автора показывают, что если приподнять траекторию так, чтобы высота апогея равнялась 350 км, что согласуется с сообщениями прессы, то дальность ракеты составит 700 км, а время полета - 10 минут. Таким образом, приведенные в прессе значения апогея и длительности согласуются с дальностью, заметно меньшей 1100 км. На этих основаниях отвергнуть данную гипотезу нельзя.

Интересно отметить, что для ракеты с максимальной дальностью 800 км и полезной нагрузкой 700 кг уменьшение полезной нагрузки до 200 кг позволит довести дальность до примерно 1100 км.

ПРОЧИЕ СООБРАЖЕНИЯ

Некоторые индийские источники выражают скептицизм по отношению к заявлениям об испытаниях "Гхаури". Такое отношение может быть обусловлено политическими мотивами. По крайней мере в одном сообщении указывается, что индийские радары не обнаружили испытания, несмотря на то, что Индия постоянно следит за воздушным пространством Пакистана, и предполагает, что это является указанием на то, что испытания не были²³. Некоторые пакистанские комментаторы моментально использовали эти сообщения, чтобы заявить о неэффективности индийской системы слежения.

Не зная детальных параметров индийских радаров, нельзя определить, могли ли эти радары обнаружить запуск. Однако, можно предположить, что индийские радары в основном предназначены для слежения за пакистанскими самолетами. Несмотря на их размеры, ракеты

имеют довольно малые радиолокационные сечения рассеяния (РСР) по сравнению с самолетами, что связано с их простой формой²⁴. Радары могли работать в режиме, оптимизированном для поиска самолетов, и по этой причине они могли не обнаружить ракету с меньшим сечением. Однако, если это так, и если индийские радары достаточно мощны, Индия может изменить их режим, чтобы они могли обнаруживать такие цели. Например, замедлив скорость обзора радара и увеличив длительность пребывания луча радара на цели во время поиска, Индия может увеличить чувствительность радара. Меньшую скорость обзора можно компенсировать, увеличив количество радаров. Следовательно, индийские радары могли не заметить запуска "Гхаури", но это могло быть связано с выбором режима работы радаров, а не с неспособностью Индии при желании обнаруживать такие события.

В нескольких сообщениях прессы выражаются сомнения, что Пакистан мог запустить неиспытанную ракету над населенными районами без предупреждения²⁵. Это соображение использовалось как аргумент за то, что испытания не было вообще, или, если испытания состоялось, за то, что в них была использована проверенная система из Китая (у Северной Кореи нет испытанной ракеты с такой дальностью).

По-видимому, американская разведка полагает, что испытание состоялось, но неизвестно, какая дальность считается ей наиболее вероятной.

Более того, сообщается, что американские официальные лица полагают, что ракета "Гхаури" работает на жидком топливе, и что она построена на базе технологии, полученной от Северной Кореи²⁶. Согласно одному источнику, считается, что Северная Корея поставила "основные компоненты", но США полагают, что Пакистан не получил от Северной Кореи ракеты "Нодонг" в целом. Говорилось, что эти поставки производились в течение последних двух или трех лет.

Действительно, США считают, что указания на такую поставку достаточно серьезны, чтобы наложить санкции на северокорейскую компанию "Чангванг Синьенг Корпорейшн" и на пакистанскую исследовательскую лабораторию Хан, которая, как сообщают, получала детали ракет из Северной Кореи²⁷.

В прошлом были контакты между Пакистаном и Северной Кореей, и некоторые из них считались имеющими отношение к ракетам. Например, были сообщения о визитах официальных лиц Пакистана в Северную Корею в 1992 г., в которых обсуждалась ракета "Нодонг". Говорилось также, что на испытаниях ракеты "Нодонг" в 1993 г. в Северной Корее присутствовали официальные представители Пакистана. В декабре 1993 г. премьер-министр Пакистана Бхутто провела два дня в Пхеньяне. Сообщали, что эти контакты привели к сотрудничеству в разработке ракеты "Гхаури"²⁸.

Как отмечалось выше, пакистанский опыт работы с ракетами связан с твердотопливными двигателями. Следовательно, если ракета "Гхаури" работает на жидком топливе, то можно сделать предположение о какой-то помощи из-за рубежа. Более того, считается, что управление ракетами "Хафт" очень плохое, или они вообще неуправляемы. Поэтому можно считать управление ракетами еще одной областью, в которой Пакистан мог получить технологию и помощь.

ВЫВОДЫ

Информация, приведенная в сообщениях прессы об испытаниях "Гхаури", согласуется с тем, что ракета работает на жидком топливе, и что в ней используется связка из четырех двигателей, как и в северокорейской ракете "Нодонг". Однако, эта ракета представляется несколько меньшей, чем "Нодонг", и имеющей меньшую дальность (при сравнимой полезной нагрузке). Это поддерживает предположения, по которым Северная Корея не передавала ракеты в целом, и заявления Пакистана о собственной разработке ракеты, хотя эта разработка и могла сильно зависеть от иностранной технологии и опыта.

Если Пакистан получил работающие двигатели типа

"Скад", разработав их самостоятельно или закупив извне, то объединение этих двигателей в связку не будет сложным делом, лежащим за пределами технических возможностей Пакистана. Наземные испытания ракетных двигателей в Пакистане, о которых сообщалось в прошлом году, могли быть испытаниями двигателей для "Гхаури".

Однако, имеется и альтернативная возможность, которая не может быть отвергнута на основе имеющейся информации, что у Пакистана имеется ракета с дальностью в 800 км, и что дальность при испытании 6 апреля равнялась всего 700 км. Она согласуется с многими сообщениями о расположении точек запуска и падения. А также с прошлогодними заявлениями Пакистана о разработке ракеты "Хафт-3" с дальностью 800 км, хотя испытаний с такой дальностью и не наблюдалось.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор хотел бы выразить благодарность А.Х. Найяру и Зиа Миану за полезные обсуждения и предоставление сообщений прессы и Джорджу Льюису за обсуждение связанных с радаром вопросов.

ПРИМЕЧАНИЯ И ССЫЛКИ

1. "Pakistan test-fires 1,500-km range missile", *The News* (Lahore) (Internet edition), (April 7, 1998); Akhtar, Hasan, "Pakistan Test-Fires Ghauri Missile", *Dawn*, (April 7, 1998); (в этой ссылке приводятся времена запуска и падения для испытания, из которых можно сделать вывод, что длительность полета равнялась 8 минутам, но это кажется неверным, потому что указанное время запуска на две минуты позже времени, показанного на видеозаписи пакистанского телевидения).
2. Akhtar, Hasan, "Pakistan Test-Fires Ghauri Missile"; "Pakistan test-fires 1,500-km range missile", *The News*; "Pakistan Test-Fires Surface-to-Surface Missile", *Rediff on the Net*, (April 6, 1998); "Pakistan Test Fire Ghauri Missile", страница пакистанского правительства в сети "Интернет" (www.pak.gov.pk/govt/ghauri.htm).
3. Zaafir, Saleh, *Daily Jang Rawalpindi* (на языке урду) (April 7, 1998).
4. Akhtar, Hasan, "Pakistan Test-Fires Ghauri Missile"; "Pakistan Test-Fires Surface-to-Surface Missile", *Rediff on the Net*; в обеих ссылках приводится масса топлива в 13 тонн. В ссылке "Pakistan test-fires 1,500-km range missile", *The News* и на странице пакистанского правительства в сети "Интернет" приводится масса топлива в 14 тонн.
5. Доля топлива равна отношению массы топлива к массе носителя, которая складывается из массы топлива и массы конструкции. Масса носителя равна разности полной массы пустой ракеты и массы полезной нагрузки.
6. Если корпус ракеты изготовлен из стали, то следует ожидать меньшего значения доли топлива - вероятно, в диапазоне 81-82 процентов.
7. "Pakistan test-fires 1,500-km range missile", *The News*.
8. Zaafir, Saleh, *Daily Jang Rawalpindi*. В этой ссылке отмечается также, что в Азаде (Кашмир) имеется ложная пусковая установка.
9. Baruah, Amid, "Pakistan Tests 1,500-km Range Missile", *The Hindu*, (February 11, 1998), p. 13.
10. Akhtar, Hasan, "Pakistan Test-Fires Ghauri Missile"; Akhtar, Shameem, "Missile Race in South Asia" *Dawn*, (April 21, 1998). В ссылке Zaafir, Saleh, *Daily Jang Rawalpindi* также отмечается, что пусковая площадка расположена около Джелума.
11. Hussein, Zahid, "Pakistan Missile Tests Stirs Tension", *South China Morning Post* (издание в сети "Интернет"), (April 7, 1998); Gannon, Kathy, "Pakistan Test Fires Missile, Irking India", *Washington Times*, (April 7, 1998), A13.
12. В ссылках Zaafir, Saleh, *Daily Jang Rawalpindi* и Ak-

- htar, Shameem, "Missile Race in South Asia" также отмечалось, что ракета приземлилась в Макране. В статье Заафира есть несколько очевидно неверных заявлений, которые заставляют сомневаться в ее надежности. Непонятно также, насколько правильное сообщение о точке приземления. Один пакистанский источник предполагает, что сообщение Ахтара о точке падения взято из статьи Заафира, так что его нельзя считать независимым источником.
13. Wright, David and Timur Kadyshev, "An Analysis of North Korean Nodong Missile", *Science and Global Security*, Vol. 4, (1994), p. 129.
 14. Удельный импульс на уровне моря в расчетах получается равным 222 секундам, что соответствует значению для двигателей ракеты "Скад-Б" с топливом из керосина и азотной кислоты, уменьшенному на несколько секунд из-за трения на рулях в сопле, используемых для управления. Во время активного участка удельный импульс возрастает из-за уменьшения атмосферного давления с высотой, и достигает 246 секунд в момент отсечки двигателей. См. статью Wright, David, "Technical Parameters of the Scud-B Missile" (в печати).
 15. Значения массы, принятые здесь для ракеты "Нодонг", несколько меньше указанных в статье Wright, David and Timur Kadyshev, "An Analysis of North Korean Nodong Missile", поскольку они основаны на уточненных параметрах ракеты "Скад-Б", см. Wright, David and Timur Kadyshev, "An Analysis of North Korean Taepodong Missile" (в печати).
 16. Фотографию можно увидеть по адресу сети "Интернет" www.jang-group.com/thenews/apr98-daily/07-04-98/frmain.htm. Два других изображения ракеты можно найти по адресу www.pak.gov.pk/govt/ghauri.htm.
 17. Автору известно только одно сообщение о размерах "Гхаури" - длина 17 м (Zaafir, *Daily Jang Rawalpindi*). По фотографиям "Гхаури" такая длина соответствует диаметру примерно в 1,5 м. Такие размеры кажутся слишком большими для указанной массы ракеты. Как отмечалось выше, надежность большей части статьи Заафира находится под сомнением.
 18. Импульс равен полному изменению импульса ракеты, которое может быть сообщено ей ее двигателем. Сообщалось, что двигатель "Хафт 1" способен развивать тягу от 70 до 100 кН в течение от 16 до 19 секунд (частное сообщение Майкла Эллемана, центр международной безопасности и контроля над вооружениями, Стэнфордский университет, август 1992 г.). Тяга двигателя "Скад-Б" равна 130 кН на протяжении 62 секунд.
 19. Оценки дальности и полезной нагрузки ракет "Хатф" взяты из статьи S. Chandrashekar, "An Assessment of Pakistan's Missile Capability", *Missile Monitor*, (Spring 1993), p. 4 и частного сообщения Майкла Эллемана (август 1992 г.).
 20. "Pakistan to Accelerate Missile Program", *Current Missile News*, страница центра исследований по обороне и международной безопасности в сети "Интернет" (апрель 1998 г.), www.cliss.org/98april2.htm.
 21. Hussein, Zahid, "Pakistan Missile Tests Stirs Tension"; Akhtar, Hasan, "Pakistan Test-Fires Ghauri Missile"; "Pakistan Test-Fires Surface-to-Surface Missile", *Rediff on the Net*.
 22. "Pakistan Foreign Office Spokesman on Ghauri Test", *The Nation* (Lahore) (версия "Интернет") в FBIS-TAC-98-097, (April 7, 1998).
 23. "Indians Disparage Pakistan Missile Claim", *Washington Times*, (April 11, 1998), A7.
 24. Расчеты зависимости РСР для цилиндра длиной 15 м и диаметром 1,2 м от угла между осью цилиндра и направлением луча радиолокатора показывают, что, за исключением области в несколько градусов вблизи нормального падения, оно существенно меньше одного квадратного метра (частное сообщение Джорджа Льюиса из программы по исследованиям безопасности Массачусетского технологи-

- ческого института). Напротив, среднее РСР для истребителя или бомбардировщика лежит в интервале от нескольких до нескольких десятков квадратных метров (M. Skolnick, "Introduction to Radar Systems", Second Edition, New York, McGraw-Hill, 1980, p.44). Расчеты РСР проводились для частоты радиолокатора в 3 ГГц, что применимо и к американскому радару ПВО "Пэтриот", и к советскому радару ПВО "СА-106".
25. "Indians Disparage Pakistan Missile Claim", *Washington Times*; "Deploy Prithvi to offset Ghauri", says Jasjit Singh, *Rediff on the Net* (April 22, 1998).
 26. Weiner, Time, "U.S. Says North Korea Helped Develop New Pakistani Missile", *New York Times*, (April 11, 1998), p. A3.
 27. Rajghatta Chidanand, "U.S. Curbs on Pakistan Lab over Ghauri", *Indian Express* (версия "Интернет"), (May 5, 1998); "US Imposes Sanctions on KRL", *Korean Firm*, (May 5, 1998).
 28. Более детальное обсуждение сотрудничества между Северной Кореей и Пакистаном по ракетам можно найти в статье Bermudez, Joseph Jr., "DRPK-Pakistan Ghauri Missile Cooperation" (в печати).