

МАСШТАБ ИНОСТРАННОЙ ПОМОЩИ РАКЕТНОЙ ПРОГРАММЕ СЕВЕРНОЙ КОРЕИ

Маркус Шиллер

АННОТАЦИЯ

Имеются указания на то, что программа баллистических ракет Северной Кореи выиграла от поддержки Советского Союза (до его распада) и России (после этого). Помимо передачи ракетных систем и компонентов ракет, представляется, что российские инженеры непосредственно поддерживали программу в Северной Корее. Анализ ракетных пусков, изображений, проектных решений и технологии позволяет предположить, что текущая ракетная программа Пхеньяна может продолжать получать внешнюю поддержку, несмотря на паузу в 2000-х годах. Такая помощь способствует прогрессу в ракетной программе Северной Кореи, приведшему к испытаниям баллистической ракеты межконтинентальной дальности в 2017 году.

Маркус Шиллер работает в компании ST Analytics, Мюнхен, Германия.

Почтовый адрес для корреспонденции: Markus Schiller, ST Analytics, Franziskanerstr. 9a, 81669 Munich, Germany.

Адрес электронной почты: schiller@st-analytics.de

Статья получена 6 июня 2018 года и принята к публикации 27 февраля 2019 года.

ВВЕДЕНИЕ

Под властью Ким Чен Ына в ракетной программе Северной Кореи резко возросло как общее, так и ежегодное количество пусков ракет (смотрите рисунок 1). Сообщения о новых пусках появляются каждые две недели, и регулярно появляются новые типы ракет. Ассортимент ракет простирается от модифицированных вариантов ракет Scud и больших твердотопливных ракет до межконтинентальных баллистических ракет (МБР), способных достичь Соединенных Штатов и их заморских территорий¹. Эти достижения, вместе со статическими огневыми испытаниями, стали основой широко распространенного мнения о том, что Северная Корея всегда обладала довольно мощной отечественной ракетной промышленностью². Такой образ Северной Кореи как нации ракетных ученых подпитывался ее первоначальным успехом в «быстром реверсивном проектировании» иностранных ракет в 1980-х годах, за которым последовало быструю и беспрепятственную модификацию этих ракет с улучшенными характеристиками. В последующие годы экспорт этих ракет в другие страны только подтверждал репутацию Северной Кореи в качестве весьма способного ракетного государства³.

Роберт Шмукер утверждал в 1999 году, что заявление Северной Кореи о том, что ее программа управляемых баллистических ракет – это отечественные усилия, необоснованно и более правдоподобное объяснение прогресса в разработке ракет заключается в том, что Северная Корея получала иностранную помощь⁴. Важный вопрос, влияющий на текущие переговоры о денуклеаризации Корейского полуострова, состоит в том, являются ли недавние достижения Северной Кореи спекулятивными или реальными. Обзор северокорейских программ баллистических ракет представлен в Приложении А.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО СИСТЕМАМ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ РАКЕТ

Ракеты – это сложные системы. Задача ракеты заключается в автономной и надежной доставке полезной нагрузки в заранее определенное местоположение. Требования к задаче и ее сложности возрастают по мере увеличения дальности и веса полезной нагрузки. Если ракеты-носители спутников запускаются в идеальных условиях и после нескольких месяцев подготовки, то военные ракеты должны быть готовыми к запуску сразу же после команды при любых условиях.

Ракеты могут быть разделены на три подсистемы: корпус, двигательная установка и система наведения и

управления (смотрите рисунок 2). Боеголовка и ракета обычно разрабатываются и изготавливаются в разных организациях. Ракеты разрабатываются с двигательными установками, работающими либо на твердом, либо на жидком топливе.

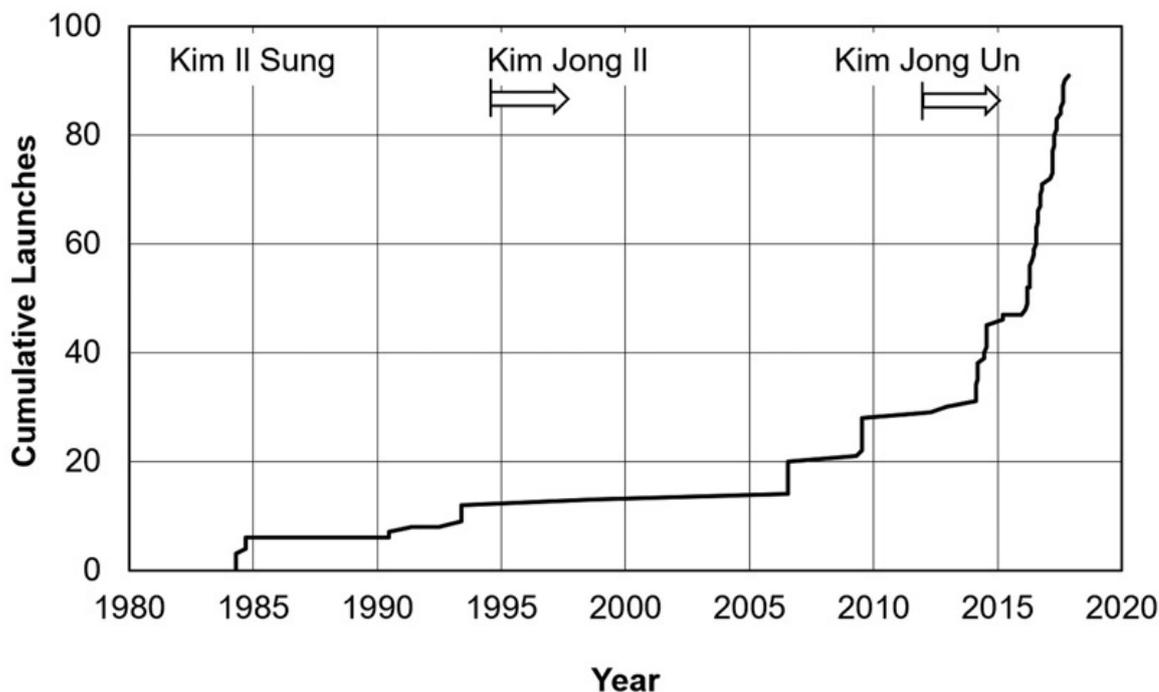


Рисунок 1. Запуски ракет в Северной Корее с 1980 до 2018 года. Показаны только запуски космических ракет-носителей и управляемых баллистических ракет размера Scud B, или больше. В верхней части рисунка указаны периоды правления Ким Ир Сена, Ким Чен Ира и Ким Чен Ына. На горизонтальной оси показаны года, а на вертикальной оси – суммарное количество запусков.

Система наведения является «мозгом» ракеты, а элементы управления исполняют команды наведения, определяющие траекторию ракеты. Корпус – это «мертвый груз», обеспечивающий структурную целостность для важных подсистем.

Хотя корпус трудно сконструировать и изготовить, любая индустриализованная нация, вероятно, способна построить его. Система наведения и управления на протяжении десятилетий потенциально была наиболее сложной подсистемой, но благодаря достижениям в электронике, датчиках и компьютерах, компоненты систем наведения стали довольно доступными, несмотря на экспортный контроль и на угрозу санкций поставщикам⁵.

Двигательная установка – это критический пункт разработки ракеты, и технические требования к ней возрастают по мере увеличения ее размеров и мощности. Опыт показывает, что разработка новых ракетных двигателей (как на твердом, так и на жидком топливе) занимает несколько лет, и требует сотен наземных испытаний в период до первого полета⁶. Даже модификация существующих двигателей требует значительных усилий, но хотя реверсивное проектирование часто считается кратчайшим путем, успешных примеров быстрого реверсивного проектирования не было, даже когда организация, которая осуществляла оригинальную разработку и производство, оказывает помощь⁷.

Ракетная система включает в себя намного больше, чем просто ракеты. В мобильной системе потребуется специализированная пусковая машина, мобильные системы поддержки пуска для проверок, инициализации, мониторинга, автоцистерны для заправки топливом и окислителем, и специальные машины для нейтрализации действия токсичных газов ракетного выхлопа на пусковую установку. Эти машины должны быть разработаны и изготовлены, или приобретены; также должны быть разработаны эксплуатационные процедуры. Существенной частью этого этапа должно быть получение самой ракеты, которое обычно требует десятков летних испытаний, даже в обладающих опытом организациях⁸.

Приведение полной ракетной системы к готовому для эксплуатации состоянию потребует еще больше усилий, времени и значительных ресурсов.

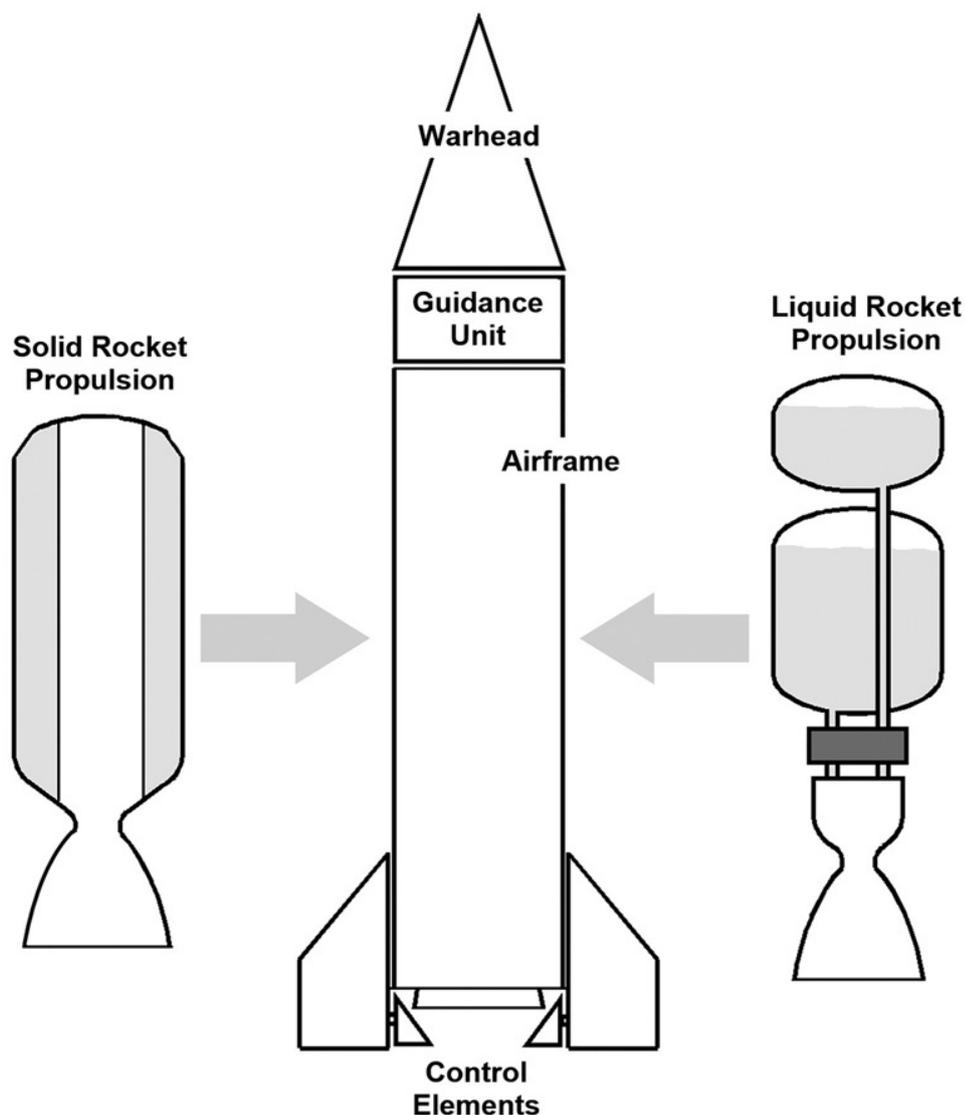


Рисунок 2. Подсистемы ракеты. Надписи на рисунке (слева направо и сверху вниз): 1 – ракетный двигатель на твердом топливе; 2 – боеголовка; 3 – система наведения; 4 – корпус; 5 – элементы управления; 6 – ракетный двигатель на жидком топливе.

СЕВЕРНАЯ КОРЕЯ И «ЗАГАДКА ИСПЫТАНИЙ»

История летных испытаний в ракетной программе Северной Кореи уникальна. Начиная с 1980-х годов, появлялись различные системы управляемых баллистических ракет, качественных и надежных, а количество неудачных пусков было очень малым⁹. Такой уровень успеха, достигнутого без масштабных испытательных кампаний, был беспрецедентным для других стран, включая Россию и Соединенные Штаты (смотрите рисунок 3; дополнительные сведения содержатся в Приложении В).

Со временем накапливаемый опыт, институциональные знания, и современные методы проектирования и изготовления сокращают количество требующихся летных испытаний. Сегодня для опытных разработчиков ракет все еще требуется 10 или более испытательных полетов. Северной Корее никогда не требовалось даже приближаться к 10 испытаниям, даже в самом начале, без любого предыдущего опыта. На графике показаны только испытания в периоде разработки, вплоть до официально объявленной даты начальной эксплуатационной готовности, или развертывания. Более поздние испытания не включены. Ракета Musudan была объявлена готовой к эксплуатации без испытаний и поэтому она не показана на рисунке. Точно так же не показана ракета Scud D, которая, согласно сообщениям, была передана из Северной Кореи в Сирию. Данные для других ракет, таких, как KN-11 или Scud-ER, противоречивы. По китайским ракетам данные приведены только для МБР (данные для ракет меньшей дальности недоступны в открытой печати).

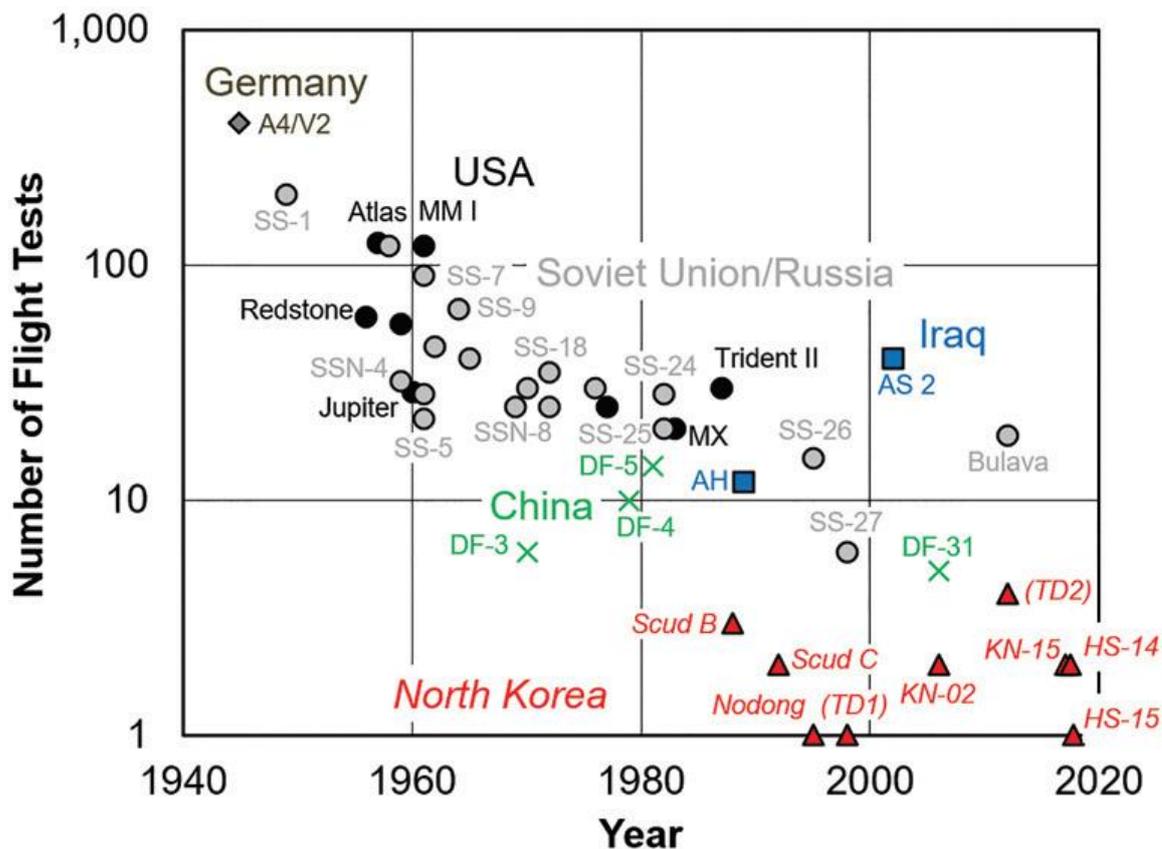


Рисунок 3. Летные испытания для разработки ракет в 1940 – 2020 годах. На горизонтальной оси показаны года, а на вертикальной оси – суммарное количество летных испытаний.

Важно понимать, что испытания не являются одним из вариантов в процессе разработки. Только летные испытания могут выявить проблемы, которые не могут быть предсказаны при моделировании. Технические проблемы обычно приводят к катастрофическим авариям. Жизнеспособные программы требуют десятков испытаний для разработки и квалификации, и дальнейших испытаний в процессе производства для того, чтобы подтвердить, что ракеты, выходящие с завода, работоспособны¹⁰.

Это еще более верно для ракет, которые будут использоваться во время войны солдатами на поле боя, в условиях, далеких от идеальных (погода, дефицит времени, круглосуточная готовность, усталость, и т.п.). После развертывания ракет продолжение испытаний необходимо для тренировки пусковых команд, обеспечения готовности, и контроля качества старых ракет и оборудования, также как приемки партий в процессе производства. В других странах сокращенные схемы пригодны только для программ, которые получают определенную внешнюю поддержку¹¹.

Временные рамки и частота пусков в реальных разрабатываемых программах диктуется техническими требованиями и определяется инженерами¹². До 2014 года северокорейские испытания проводились редко (смотрите рисунок 4) и часто проводились только по политически значимым датам.

До начала 2014 года неудачные запуски в Северной Корее также были чрезвычайно редкими. На рисунке 4 неудачные пуски отмечаются символом «х». Запуски космических ракет-носителей отмечены серым цветом. Три аварийных пуска ракеты Scud B в 1984 году и авария ракеты Nodong на пусковой площадке в 1990 году не были подтверждены. Не была учтена неподтвержденная информация о пуске ракеты в 1986 году и аварии ракеты Nodong в 1992 году. Более подробный рисунок приведен в Приложении G.

До 2014 года ракеты Северной Кореи были очень надежными, но немногие наблюдаемые события и испытания могли быть согласованы с активной отечественной программой исследований и разработок (НИОКР)¹³. Северная Корея была (и продолжает оставаться) страной с невысокими промышленными и финансовыми возможностями, без всякого опыта в разработке ракет до появления ракет Scud в 1980-х годах. Так почему же ее ракеты были такими надежными? Осторожное собирание отдельных сообщений публично доступной информации в единую картину позволит пролить свет на эту загадку.

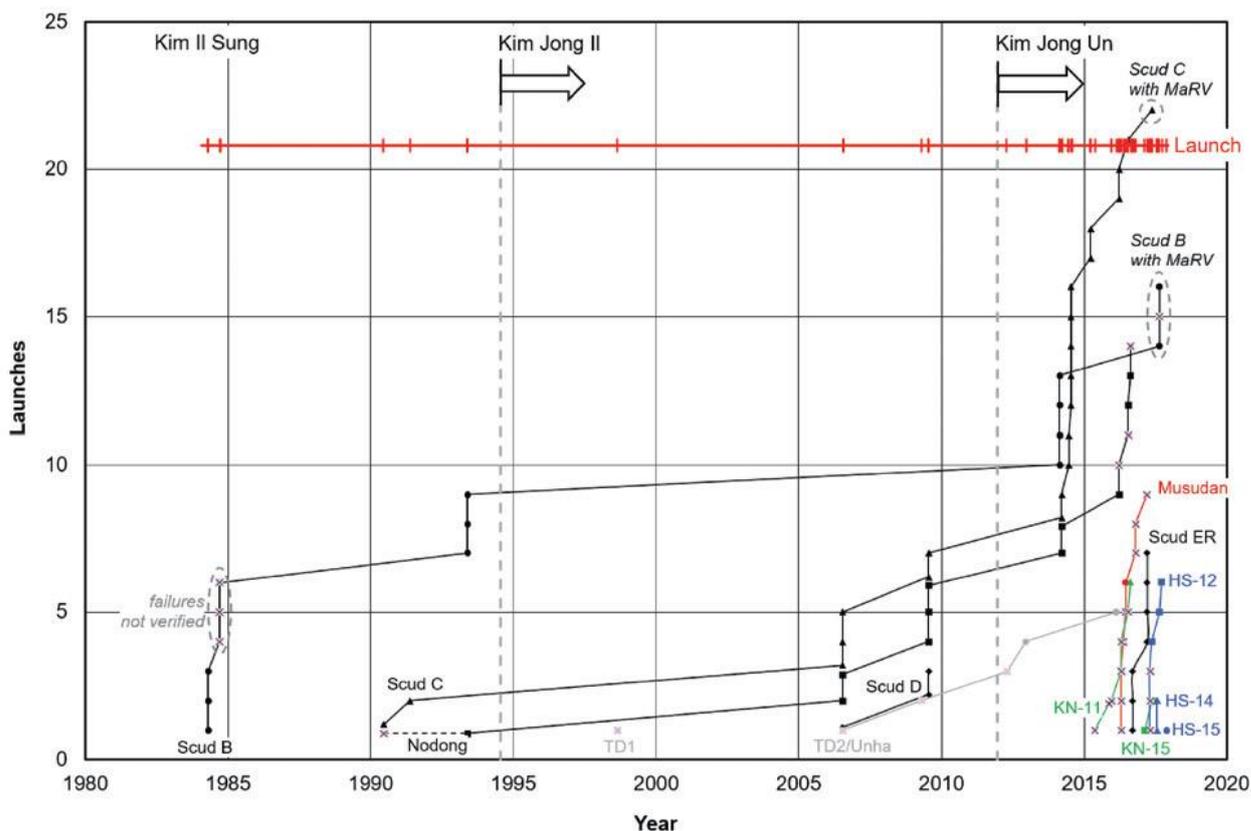


Рисунок 4. Испытательные запуски ракет в Северной Корее с 1980 до 2020 года (ракеты с размерами, меньшими, чем у Scud B, не показаны). В верхней части рисунка указаны периоды правления Ким Ир Сена, Ким Чен Ира и Ким Чен Ына. На горизонтальной оси показаны года, а на вертикальной оси – количество запусков.

СОВЕТСКИЕ КОРНИ ПРОГРАММЫ SCUD

Scud B

История началась с ракеты Р-17, более известной как Scud B. Эта советская ракета была разработана в конце 1980-х годов в конструкторском бюро Макеева (СКБ-385) и была оборудована двигателем, разработанным в конструкторском бюро Исаева (ОКБ-2). Оба конструкторских бюро были известными организациями большого советского комплекса разработки ракет. Обзор соответствующих советских конструкторских бюро и производственных предприятий можно найти в таблице С1.

Длина ракеты Scud B примерно равна 11 м, она весит 6 тонн, и она может доставить полезную нагрузку в 1 тонну на 300 км. Ракета Scud B изготавливалась с 1960-х годов до примерно 1987 года на двух советских заводах, в Воткинске (Машиностроительный завод № 235) и в Златоусте. Воткинский завод мог производить примерно 300 ракет Scud в год, а производственная мощность Златоуста в военное время могла достигать 1000 ракет в год¹⁴. Было произведено много тысяч ракет. Около 2000 ракет Scud B было израсходовано в Афганистане, почти 1000 была отправлена в Ирак, и еще 1000 в другие страны, но в различных источниках приводятся разные цифры. В 1980-х годах ракета Scud B стала сниматься с вооружения и заменяться своим преемником, ракетой SS-23/Ока. В Советском Союзе устаревшие и снятые с вооружения системы оружия обычно не уничтожались, а хранились на складах, и, вероятно, поэтому в конце 1980-х в Советском Союзе могли скопиться огромные запасы ракет Scud B.

Начиная с 1960-х годов, Советский Союз передавал ракетные системы Scud B различным странам, в том числе и Египту. По оценкам, Египет получил примерно 100 ракет. Некоторые утверждают, что Египет передал несколько ракет Северной Корее в конце 1970-х или начале 1980-х годов¹⁵.

В апреле 1984 года Северная Корея впервые успешно запустила три ракеты Scud B. Утверждают также, что в сентябре 1984 года произошло три аварийных запуска, но автору не известно, почему они были неудачными. Согласно обычной версии, Северная Корея использовала египетские ракеты Scud B как образцы для

реверсивного проектирования¹⁶. В течение нескольких лет Северная Корея предположительно копировала и улучшала полную ракетную систему и начала продавать свою версию Scud B в другие страны¹⁷.

Далее предполагается, что усилия по реверсивному проектированию ракеты Scud B позволили Северной Корее приобрести достаточный опыт для успешной разработки и изготовления более совершенных ракет. Если это произошло, то оказалось бы, что Северная Корея избежала бы многих проблем, возникших во всех других крупных странах на ранних этапах их ракетных программ, в том числе в Советском Союзе и Соединенных Штатах¹⁸.

Примерно в то же самое время, когда Северная Корея получила доступ к системам Scud B, война между Ираком и Ираном вступила в критическую фазу. Советский Союз поставлял ракеты Scud в Ирак, но отказал в поставках Ирану, что предоставило возможности Северной Корее. Начиная с 1987 года, в Иран было поставлено от 90 до 100 северокорейских ракет Scud B (предположительно после быстрого реверсивного проектирования египетских ракет Scud), где по меньшей мере 77 из них было успешно запущено в сторону Ирака¹⁹.

Широко распространенные предположения о реверсивном проектировании ракетных систем Scud в Северной Корее, по-видимому, базируются на заявлении, что Северная Корея инициировала такие усилия по реверсивному проектированию на базе полученных в 1976 году египетских ракет Scud B, получившие большой приоритет в середине 1980-х годов с целью продажи таких ракет в Иран. Заявлялось также, что Северная Корея «импортировала компоненты» и «изготавливала ракеты [Scud B]» с Китаем в качестве возможного источника компонентов ракет, хотя нельзя было бы исключить их советского происхождения²⁰. Альтернативная версия состояла в том, что северокорейские ракеты Scud были изготовлены в Советском Союзе; сообщалось, что Северная Корея получила из Советского Союза около 240 ракет Scud, около 100 из которых было перепродано в Иран²¹.

Этот временной интервал соответствует периоду снятия ракет Scud B с вооружения Советской Армии. Советский Союз обладал большим запасом устаревших ракет, у него было несколько потенциальных покупателей, и ему были нужны деньги. Нельзя исключать, что продажа таких ракет Scud B в Северную Корею (и затем в Иран) служила советским стратегическим интересам. Следует также отметить, что Советский Союз не заявлял о нарушении его патентных прав и не выдвигал обвинений в подделке, когда Северная Корея начала экспортировать советские ракетные конструкции в другие страны.

Передача советских ракет может объяснить высокий процент успешных запусков северокорейских ракет Scud в Иране, в особенности, если учесть минимальный объем испытаний в Северной Корее до начала так называемого «отечественного производства ракет Scud B». В отсутствие предыдущего опыта Северная Корея якобы изготовила сотни надежных управляемых баллистических ракет.

Другой интересный вопрос связан с «загадкой систем оружия». Каждая система баллистических ракет включает в себя намного больше, чем просто ракеты. Грузовой автомобиль, который перевозит и запускает ракету (TEL) – это всего лишь одна часть. Типичная бригада ракет Scud B в странах Варшавского договора только с шестью пусковыми установками TEL, включает в себя, помимо них, более 300 вспомогательных машин, в ряде случаев с очень сложным вспомогательным оборудованием²². В бригаду включены машины обследования с наборами специальных инструментов, машины связи с кодирующими радиосистемами, машины проверки систем наведения и самоуничтожения, и машины для контроля прочих бортовых систем. Смогла бы Северная Корея быстро провести реверсивное проектирование всех этих машин и систем обслуживания? Насколько известно автору, такой вопрос еще никто не задавал (смотрите Приложение E)²³.

Дополнительная информация также свидетельствует против гипотезы реверсивного проектирования систем Scud B. Еще в 1999 году во время обыска северокорейского торгового судна Kuwolsan в индийском порту Кандия был найден эскиз ракеты Scud (изображение эскиза приведено в Приложении F). На эскизе указано номинальное значение уровня тяги советского двигателя. Кроме того, опубликованные иранскими властями технические данные северокорейских ракет Scud совпадают с советскими номинальными данными. Поведение ракеты в полете, как доказывает анализ видеосъемки запуска иранской ракеты Scud B в 2006 году, идентично поведению советской ракеты Scud B²⁴. Сходство перечня технических характеристик северокорейских ракет и их советских аналогов может означать только то, что в них использовались номинальные советские двигательные установки, а не некоторые другие системы, построенные на основе оригинального двигателя Scud B.

Способность Северной Корее точно копировать ракеты Scud прояснилась в 2002 году, когда северокорейское торговое судно So San подверглось досмотру испанским военным кораблем в международных водах на его пути в Йемен. На судне были обнаружены несколько ракет Scud, по-видимому, изготовленных в Северной Корее. Фотографии показывают, что советские и эти северокорейские ракеты Scud идентичны, включая надписи на русском языке и серийные номера на деталях двигателя, которые, так же, как и в Советском Союзе, были составлены так же, как у предшественника ракеты Scud B, ракеты P-11/Scud A (смотрите Приложение E)²⁵.

Трудность реверсивного проектирования иллюстрируется неудачными попытками Ирака с ракетами Scud в 1980-х годах. Ирак не смог изготавливать многие из деталей в своей стране. Некоторые из деталей были заказаны в Германии, и эти детали выглядят иначе, чем их оригиналы (смотрите Приложение Е). Такие подробности, как цвет, точная форма или материалы деталей, не играющих ключевой роли, были заметно иными. Получившиеся ракеты не были идентичными клонами, и нет причин полагать, что ракеты Северной Кореи должны выглядеть точно такими же, как советские, даже в мельчайших деталях.

Основываясь на этих свидетельствах, автор приходит к выводу, что имеется только одно объяснение. Северная Корея никогда не пыталась реверсивно проектировать ракету Scud B, потому что она получила от Советского Союза много таких ракет. Такой вывод может серьезно повлиять на объяснение других программ Северной Кореи. Если Северная Корея никогда не извлекала опыта из реверсивного проектирования ракеты Scud B, то как она могла создать ракеты Scud C или Nodong?

Scud C

В 1990 году, через шесть лет без запуска какой-либо ракеты, Северная Корея успешно испытала одну ракету Scud, на этот раз с дальностью примерно в 500 км. Западные эксперты назвали эту ракету Scud C. В это время об этой ракете в открытой печати было известно немного, кроме того, что она выглядела так же, как ракета Scud B, и ее дальность достигала 500 км. Быстро появилось предположение о том, что Северная Корея снова добилась примечательного достижения, создав значительно лучшую версию ракеты Scud B без каких-либо летных испытаний на стадии разработки.

Позднее оказалось, что в ракете Scud C действительно были сделаны серьезные усовершенствования, включая более тонкие стенки топливных баков, единую перегородку для баков, и тороидальный резервуар высокого давления спереди. Масса боеголовки была уменьшена примерно до 750 кг.

После еще одного пуска в 1991 году Северная Корея была вполне удовлетворена своим новым изделием, чтобы перейти к серийному производству, и примерно через год ракета Scud C в больших количествах экспортировалась в Иран и Сирию, где также были проведены ее успешные запуски.

Конструкция ракеты Scud C не была новой.

Сразу же после того, как началось развертывание ракет Scud B в Советской Армии, на Воткинском машиностроительном заводе началась программа улучшения этих ракет. Эта программа, увеличивающая дальность этих ракет до 500 км, была утверждена правительством и была официально запущена под руководством конструкторского бюро Макеева в 1963 году. Летные испытания проводились на полигоне Капустин Яр в период с 1964 по 1967 год, в которых возникли проблемы со структурной целостностью, поведением при входе в атмосферу и с точностью ракеты. Проблемы с прочностью конструкции были решены, но точность ракеты все еще оставалась недостаточной, и, как сообщали, программа была прекращена в пользу ракеты Темп-С²⁶.

Соединенным Штатам было известно об этих советских усилиях разработать улучшенную ракету Scud B, и они использовали обозначение Scud C более, чем за десятилетие до того, как Северная Корея «разработала» свою собственную ракету Scud C. Эта северокорейская ракета показывала те же самые параметры, что и оригинальная советская ракета Scud C. В 1986 году в справочнике Barton Wright's "World Weapon Database: Volume 1—Soviet Missiles" отмечалось, что дальность ракеты Scud C составляет 450 км или 450 миль. Там далее отмечалось, что:

Существование ракеты Scud C с большей дальностью было подтверждено ссылкой на слушании Комиссии США по вооруженным силам в апреле 1978 года на KY-03 Scud, где отмечалось, что эта версия была впервые развернута в 1965 году²⁷.

Имеются также сообщения о том, что ракеты Scud C находились среди 2000 советских ракет Scud, перевезенных в Афганистан, и запущенных во время советской интервенции, или после нее. Согласно этим сообщениям, в 1989 году ракеты были запущены из Кабула до Кандагара, пролетев более 450 км²⁸.

До сих пор неясно, были ли ракеты Scud C развернуты в Советском Союзе, но если были, то вероятно, что они снимались с вооружения в то же самое время, что и ракеты Scud B.

Похоже, что северокорейские ракеты Scud C следовали по тому же самому пути развития, что и ракеты Scud B. Советская ракета, разработанная в конструкторском бюро Макеева и изготовленная в Воткинске, была использована в Афганистане и затем внезапно появилась в Северной Кореи, была продемонстрирована и затем экспортирована в другие страны без испытательной программы. Несмотря на это свидетельство, представляется, что экспертное сообщество было убеждено в том, что Северная Корея независимо разработала и производила эту ракету и связанное с ней вспомогательное оборудование.

Эксперты из конструкторского бюро Макеева

Сразу же после того, как ракета Scud C появилась в Северной Корее, небольшая группа российских ракетных экспертов из конструкторского бюро Макеева поехала в Северную Корею, а более многочисленная группа была задержана российскими властями.

Этим событиям было посвящено несколько сообщений, расходящихся между собой в отношении количества участников этих событий и точных дат. Цитируем некоторые из них:

15 октября 1992 года. Группа из 32 российских инженеров, собиравшихся улететь в Северную Корею для того, чтобы помочь в модернизации баллистических ракет, была остановлена российской полицией в московском международном аэропорту Шереметьево-2. Большинство этих инженеров было из конструкторского бюро Макеева в Миассе, в котором разрабатывались баллистические ракеты для запуска с подводных лодок (БРПЛ) и тактические баллистические ракеты Scud. Организатором поездки был россиянин Анатолий Рубцов, представлявший государственным служащим, который на самом деле работал на Северную Корею²⁹.

Хотя вклад бывших советских ракетных инженеров не может быть положительно определен, известно, что 60 инженеров из конструкторского бюро Макеева были остановлены при попытке вылететь в Северную Корею в октябре 1992 года³⁰.

В одном экстраординарном случае Северная Корея попыталась завербовать целое конструкторское бюро: в 1993 году специалисты из конструкторского бюро В.П. Макеева в городе Миассе вблизи Челябинска были приглашены поехать в Пхеньян. [...] Около двадцати проектантов вместе с семьями в декабре готовились улететь из московского международного аэропорта, когда они были остановлены российскими властями и отправлены домой³¹.

Я столкнулся с одним критическим элементом программы Кима примерно 14 лет назад, в конце октября 1992 года. Группа из 64 российских ракетных специалистов в сопровождении своих жен и детей была остановлена прямо посадкой на борт рейса в Северную Корею. Ученые были сотрудниками сверхсекретного предприятия на Урале, конструкторского бюро В.П. Макеева, ответственного за разработку БРПЛ Советского Союза. [...] Весной группа из 10 ученых совершила ознакомительную поездку. [...] Но этот проект не получил официального разрешения, и КГБ удерживало эту группу в пригородах Москвы в течение двух месяцев, пока посредник старался получить разрешение на их отъезд³².

На основании доступных источников можно предположить, что группа из 10 российских экспертов из конструкторского бюро, разрабатывавшего ракету Scud B, ее преемников, и ракету SS-N-6, посетила Северную Корею в 1992 году, и еще около 60 экспертов попытались поехать в Северную Корею в октябре 1992 года, но были задержаны до декабря. Не известно, посещали ли они Северную Корею в другое время, и возможно, что раньше или позже такие поездки оставались незамеченными.

Nodong

Примерно в то же время, когда Scud C появился в Северной Корее, возникли слухи о еще более мощной северокорейской ракете. В мае 1993 года были запущены четыре ракеты. Точные типы все еще неизвестны, но считают, что один из пусков был дебютом ракеты, которая сыграла центральную роль в глобальном распространении. Ракета, обозначенная на Западе как Nodong (или Rodong), выглядела как увеличенная версия ракеты Scud B. Основной диаметр этой ракеты был равен 1,25 м по сравнению с 0,88 м у ракеты Scud, длина превышала 15 м, а масса ракеты была больше 15 тонн.

Единственное испытание в 1993 году, в котором была достигнута дальность в 500 км, была достаточна для того, чтобы обеспечить ракете Nodong высокий экспортный спрос. Поначалу многие считали, что группа из четырех двигателей ракеты Scud, размещенных в корпусе диаметром 1,3 м, позволит ракете Nodong запустить полезную нагрузку массой в 1 т на расстояние до 1300 км³³. Это предположение оказалось неверным. Ракета в 1998 году появилась в Иране и Пакистане без дальнейших испытаний. На видеоизображениях была показана ракета, совершенно отличающаяся от той, которая предполагалась ранее. Ракета Nodong оказалась увеличенной копией ракеты Scud B с одиночным двигателем, тяга которого была меньше, чем тяга группы двигателей ракеты Scud. Тем не менее, эта отличающаяся конфигурация не оказала влияния на установленную оценку

эксплуатационных параметров ракеты. Во многих сообщениях до сих пор все еще утверждается, что ракета Nodong способна доставить боеголовку массой в 1 тонну на расстояние в 1300 км, хотя такая дальность не была достигнута в любом летном испытании в Северной Корее, Иране или Пакистане³⁴.

Как Иран, так и Пакистан заявляли, что ракеты Shahab 3 и Ghauri – это независимо разработанные ракеты на базе ракеты Nodong. Тем не менее, имеются свидетельства того, что ракеты Ghauri, Shahab 3, и Nodong – это одна и та же ракета³⁵. Более того, на ракете Nodong, представленной в Иране в 1998 году, были надписи на кириллице³⁶.

Испытательные запуски ракеты Nodong не были обнаружены, так же, как и у ракеты Scud C. Кроме того, ракета обладала характеристиками, типичными для ранних советских проектов:

- Спроектирована для тяжелых ядерных боеголовок (точность слишком низка для обычных боеголовок).
- Большой приборный отсек.
- Среднее давление в камере сгорания.
- Типичная конфигурация ранних советских ракет.
- Аэродинамически стабильна.
- Заправляется только в вертикальном положении.

Кроме того, существуют некоторые несоответствия, свидетельствующие против разработки в Северной Корее:

- Новый двигатель вместо сборки двигателей ракеты Scud.
- Геометрическая форма, заимствованная из ядерной версии ракеты Scud B.
- Не используются более современные проектные особенности ракеты Scud C.
- Не транспортируется в заправленном состоянии.
- Не наблюдалась программа разработки.

Важное указание на тип двигателя было обнаружено в российском учебнике, опубликованном для учебного курса по производству ракет в Иране в течение 1990-х годов. Курс проводился российскими ракетными специалистами, а в книге есть чертеж установки для изготовления ракетных двигателей. Определяющая деталь двигателя, сопло, и диаметр горловины в точности соответствуют двигателю ракеты Nodong³⁷.

Предположение о том, что двигатель является советской разработкой подтвердилось, когда Иран в 2000-х годах опубликовал фотографии двигателя, конструкция которой показалась более старой, даже чем у двигателя ракеты Scud.

Еще одна загадка заключается в том, что Северная Корея решила увеличивать ядерную версию ракеты Scud B. Не очень хорошо известно, что ракеты Scud B, оборудованные для установки ядерных боеголовок, немного отличаются от тех, которые используются с обычными боеголовками (которые предназначаются для экспорта). Имеются небольшие конструктивные различия в корпусе ракеты, но более важно то, что ядерная боеголовка немного длиннее; в секции боеголовки появляется дополнительная цилиндрическая секция, увеличивающая длину ракеты с 10,944 до 11,164 м. Форма ракеты Nodong очевидно произошла от более длинной ядерной ракеты Scud B, но известные северокорейские ракеты Scud более короткие, как ракеты Scud B с обычными боеголовками. Почему ракета Nodong представляет собой увеличенную версию ядерной ракеты Scud, когда у Северной Кореи есть только обычные версии этой ракеты?

Кроме того, если Северная Корея успешно разработала ракету Scud C еще до ракеты Nodong, почему усовершенствования, внесенные в ракету Scud C, не были использованы в ракете Nodong³⁸? В ракете Nodong нет никаких признаков технических усовершенствований, наблюдаемых в ракете Scud C.

Эти подробности позволяют предположить, что ракета Nodong могла предшествовать ракете Scud B. По учениям в Иране и расположению клапанов заправки и слива можно определить, что ракета Nodong должна заправляться в вертикальном положении прямо перед запуском, на что потребуется около одного часа. Во время заправки ракета будет видна и уязвима к нападению с воздуха. Новые перевозимые по дорогам мобильные баллистические ракеты в конце концов разрабатывались для заправки перед запуском в горизонтальном положении, что исключает тактическую слабость длительных операций заправки на платформе³⁹.

Хотя происхождение ракеты Nodong остается загадочным, имеются серьезные указания на то, что ракета была разработана в Советском Союзе в 1950-х или 1960-х годах. В это время советские ракетные космические бюро параллельно разрабатывали много проектов ракет, надеясь получить одобрение Политбюро, которое принимало лишь некоторые из них, и отвергало многие конкурирующие предложения. Один из таких проектов

мог найти дорогу в Северную Корею, возможно, с неизвестным количеством старой техники. Невозможно определенно узнать, получила ли Северная Корея старые ракеты, или в некоторый момент времени стала производить свои собственные корпуса, в то же время опираясь на старые двигатели и системы наведения.

Существуют и другие приемлемые гипотезы. Северная Корея могла получить новые ракеты со старой советской (позднее российской) производственной линии. Или Северная Корея получила старые двигатели и системы наведения из советских запасов, и новые корпуса из России, которые затем собирались в Северной Корее. Или же Северная Корея получила двигатели из старых запасов, или вновь произведенные российские двигатели для ракеты Nodong, и собирала их с корпусами, изготовленными в Северной Корее.

Таеродонг I

В 1998 году Северная Корея осуществила свою первую попытку запуска спутника. Ракета, использованная для этой цели, под названием Таеродонг I (или Paektusan-I), была запущена только однажды в этом самом случае, и никогда больше. Согласно доступным фотографиям, первая ступень – это стандартная ракета Nodong, а вторая ступень по размерам похожа на ракету Scud. Но физика требует, чтобы вторая ступень была оборудована двигателем с переменным уровнем тяги; этой особенностью ни один двигатель ракет Scud не обладает. Наверху этой сборки устанавливается маленькая третья ступень, вероятно, снабженная небольшим твердотопливным ракетным двигателем, может быть, от советской ракеты SS-21/Точка⁴⁰.

Большая часть полета проходила в соответствии с планом, в том числе этапы разделения ступеней – весьма требовательные процедуры (например, первые два полета ракеты SpaceX были аварийными, и только с третьей попытки в 2008 году операция была выполнена). Прямо перед выводом на орбиту в работе третьей ступени произошла аномалия, и спутник был потерян.

Но вместо второй попытки запуска с улучшенной третьей ступени произошло прекращение программы, и ракету Таеродонг I больше никто не видел.

И снова сложная ракета возникла как бы из ниоткуда, хорошо работала в своем первом северокорейском полете (отказ произошел только на последнем этапе работы третьей ступени), и снова представляется, что советские (или российские) компоненты и проектные подходы играли свою роль.

Unha

В начале 1994 года, за четыре года до полета ракеты Таеродонг I, согласно сообщениям, американские спутники обнаружили в Северной Корее еще большую ракету. О дальнейших наблюдениях не сообщалось до тех пор, пока ракета, обозначенная как Таеродонг II, не была запущена в 2006 году. Однако, примерно на секунду полета произошла авария первой ступени, и ракета упала примерно в 10 км от стартовой платформы. До сих пор не было опубликовано никаких фотографий или видеосъемок ракеты Таеродонг II.

Еще через три года, в апреле 2009 года, Северная Корея предприняла вторую официальную попытку запуска спутника. Видеосъемка запуска показала, что эта новая конструкция ракеты, Unha-2, не имеет ничего общего с предыдущими конструкциями северокорейских ракет, в особенности, ракеты Таеродонг I 1998 года.

Другая неудачная попытка запуска спутника произошла в апреле 2012 года с ракетой под названием Unha-3. Следующий запуск Unha-3 восьмью месяцами позже успешно вывел первый спутник Северной Кореи на орбиту.

Ракета Unha длиной 30 м и массой 80 тонн определенно может рассматриваться как флагман северокорейских ракет. Довольно странно, но фотографии запуска в апреле 2012 года выявили некачественные клепочные соединения на ракете. Вскоре после запуска в декабре 2012 года Южная Корея достала первую ступень ракеты из океана⁴¹, и оказалось, что несколько деталей первой ступени ракеты были изготовлены в Великобритании, Швейцарии, Соединенных Штатах, Китая и бывшего Советского Союза (включая разобранные детали ракеты Scud)⁴². Конструкция и принятые технические решения разумны, но, однако, кажется, что собственные производственные возможности экстремально ограничены.

Хотя считается, что северокорейские инженеры быстро смогли провести реверсивное проектирование ракет Scud «с головы до пят» и самостоятельно изготовили ракеты Nodong в течение нескольких лет, им понадобилось около 15 лет, чтобы построить и запустить ракету, используя иностранные детали, и 20 лет и три аварийных запуска до того, как они осуществят успешный полет ракеты Unha.

Scud D u Scud ER

Другая модификация северокорейской ракеты Scud, Scud D, появилась в Сирии в 2000 году, но до 2006

года не было никаких сообщений о ее запусках в Северной Корее. Информация о ракете Scud D в открытой печати весьма ограничена, и не имеется никаких фотографий. В немногих доступных открытых источниках заявляется, что теоретическая дальность ракеты Scud D превышает 700 км, но в трех (возможно) запусках в Северной Корее дальность не превышала 400 км.

В начале 2016 года Северная Корея раскрыла параметры нового варианта ракеты Scud. Он получил название Scud ER (extended range, или увеличенная дальность); диаметр ракеты увеличился до 1 м (стандартный диаметр предыдущих вариантов ракеты Scud составлял 0,88 м), общая длина превышала 12 м, масса перед запуском равнялась 9,3 т, а заявленная дальность составила 1000 км⁴³.

Но ракета Scud ER не была новой. Около 2000 года циркулировали слухи о том, что Северная Корея предлагает продажу ракет, отличающихся от Scud B, Scud C и Nodong. Одной из новых ракет была урезанная и [сильно] оптимизированная версия ракеты Scud с характеристиками, соответствующими ракете Scud ER. Большой диаметр ракеты составлял 1,025 м, общая длина превышала 12 м, а масса заправленной ракеты равнялась 9,3 т. Заявленная дальность при массе боеголовки в 500 кг составляла 1000 км. Такие характеристики указывали на очень амбициозную систему с характеристиками, превышающими подтвержденные возможности Северной Кореи; эту ракету никто никогда не видел, о разработке ракет никто не слышал, и всю эту тему почитали частью дезинформационной кампании Северной Кореи.

Кроме того, при взгляде на эскиз, найденный на судне Kuwolsan в 1999 году (Приложение E), можно найти параллели с ракетой Scud ER. Размеры вдоль оси ракеты, приведенные на эскизе, соответствуют параметрам «новой» ракеты. Если сравнивать с доступными сейчас фотографиями ракеты Scud ER, то пропущен только один короткий сегмент длиной около 450 мм.

У этой ракеты также выявляются советские связи: в 1963 году в Воткинске была начата программа улучшения характеристик ракеты Scud B. В то же время Армия направила требование на ракету, способную доставить боеголовку массой в 500 кг примерно на 1000 км. Позднее это требование было удовлетворено ракетой OTR-22/Темп-С/S-22, или Scaleboard, развертываемой с 1967 года⁴⁴.

В рассекреченном докладе Агентства военной разведки (DIA) 1974 года упоминались ракеты Scud, проектная «дальность которых существенно превышает оцениваемую в настоящее время дальность, и сообщаемые сейчас оценки дальности не согласуются друг с другом»⁴⁵. Одной из этих «усовершенствованных» версий ракет Scud была ракета Scud C. «Новая» северокорейская ракета Scud ER могла быть усовершенствованной версией того, что разрабатывалось как конкурирующая система для требования дальности в 1000 км, совмещающая улучшенную конструкцию Scud C и вновь разработанную технологию алюминиевых корпусов. Размеры ракеты Scud ER почти такие же, как у ракеты OTR-22, за исключением стабилизаторов. Вероятно, что ракета Scud ER укладывалась в контейнер странной формы старой советской системы Темп-С, и диаметр боеголовки Темп-С был почти таким же, как диаметр корпуса ракеты Scud ER.

Эволюция от ракеты Scud C до Scud D и далее до Scud ER представляется логичным поэтапным подходом, который применялся одним и тем же коллективом проектантов для увеличения дальности ракеты Scud B. По мере того, как дальность поэтапно увеличивалась, масса боеголовки уменьшалась. Проектная группа развивала успешные решения, а новые решения применялись по мере необходимости. Этот подход похож на то, что происходило во многих старых советских последовательностях ракет, включая линию Р-1, Р-2, и Р-5 (SS-1, SS-2, SS-3), линию Р-12, Р-14, и Р-16 (SS-4, SS-5, SS-7), или известную линию Р-7/Союз (SS-6, Восток, Молния, Восход, Союз). Эта гипотеза о советском происхождении ракеты Scud ER согласуется с гипотезой советского происхождения всех других северокорейских типов ракет 1990-х годов.

СВЯЗИ С СОВЕТСКОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ SS-N-6

Musudan

В начале 2000-х годов распространялись слухи о том, что Северная Корея разработала еще одну новую ракету на базе советской ракеты Р-27/SS-N-6 для подводных лодок, разработанной в 1960-х годах в конструкторском бюро Макеева. Эта ракета не имела северокорейского названия, а западные эксперты назвали ее Musudan. Эти слухи могли указывать на применение технологии, сильно отличающейся от технологии ракет Scud, предлагающей улучшенные характеристики из-за более эффективного топлива, модернизированной и довольно сложной конструкции двигателя, и усложненной облегченной конструкции. Однако, ракета Р-27 разрабатывалась для разворачивания на подводных лодках, и для ее технологии разворачивание на мобильных автотранспортерах будет плохим выбором из-за нескольких ограничений, включая хрупкий корпус и применение самовоспламеняющихся компонентов топлива, которые мгновенно взрываются при контакте между собой. Кроме того, один из двух компонентов (окислитель – четырехокись азота) замерзает при -11 °С и закипает при

+21 °С, что не способствует гибкости эксплуатации^{46,47}.

В 2010 году на военном параде в Северной Корее на улицах Пхеньяна были показаны макеты ракеты Musudan, но их качество было удивительно невысоким, что вызвало сомнения в реальности ракеты⁴⁸. Северная Корея подтвердила удачный запуск ракеты Musudan в июне 2016 года после пяти неудачных попыток (согласно неофициальным сообщениям). Ходят слухи о еще по крайней мере трех неудачных попытках запуска, но июньский запуск остается единственным известным успешным полетом ракеты Musudan до настоящего времени.

Учитывая все предположительные и подтвержденные запуски, доля успешных полетов ракеты Musudan составляет одну и девяти попыток, что удивительно мало по сравнению с северокорейской программой в целом. Тем не менее, эта доля успеха в точности соответствует тому, чего можно ожидать от производственной партии первого прототипа. Возможно, что эта программа является единственной оригинальной программой Северной Кореи.

МБР KN-08 и KN-14

Начиная с середины 2011 года, официальные представители США несколько раз указывали, что Северная Корея работает над подвижной грунтовой МБР⁴⁹. Если это верно, то оно будет означать серьезное продвижение вперед, намного дальше технологии ракеты-носителя Unha.

В апреле 2012 года, ракета KN-08 (в Северной Корее ее называют Hwasong-13) была показана на параде на улицах Пхеньяна. Новая ракетная система (показанная в Приложении F) выглядит как подвижная грунтовая МБР, что, по-видимому, подтверждает предшествующие слухи. Но при более близком рассмотрении оказывается, что макеты ракет на параде плохо сконструированы и разработаны; кажется, что они даже не представляют реальную конструкцию ракеты⁵⁰.

В октябре 2015 года появилась новая конструкция МБР, обычно называемая KN-14. Ракета KN-14 не напоминает старую ракету KN-08 и гораздо больше походит на настоящую ракету⁵¹. Однако, ни в одном из исследований не ставился вопрос о том, почему в Северной Корее так быстро переходят от одной конструкции МБР к другой. Возможно, это связано с тем, что северокорейские инженеры не имеют серьезного представления о том, как должна выглядеть функциональная МБР, и осознают свои ошибки только тогда, когда начинаются критические отклики, указывающие на плохие проектные решения. Не исключено также, что северокорейские инженеры хотели показать свои усилия своим лидерам, так же как в Ираке разрабатывали много модификаций ракеты Scud. Удивительно, что ракету KN-14 после парада на публичном мероприятии видели всего один раз в марте 2016 года. Когда президент Ким Чен Ын представлял конструкцию ядерной боеголовки для уже устаревшей ракеты KN-08, ракета KN-14 была показана мельком на заднем плане, что указывало на ее незначительную роль в программе МБР. На этом мероприятии Ким Чен Ын также осматривал основание ракеты KN-08 (смотрите Приложение F), в котором, по-видимому, видны две двигательных установки ракеты Musudan, разгоняющие первую ступень ракеты KN-08. Это представляется плохим проектным вариантом, поскольку этот двигатель никогда до этого не летал в Северной Корее (первый известный пуск ракеты Musudan произошел только через месяц!). Другой причиной было то, что компоненты топлива не приспособлены для запуска с мобильных грунтовых платформ (так же, как и у ракеты Musudan)⁵².

До 2019 года не было запусков ни МБР KN-08, ни МБР KN-14, не был известен источник проекта, и не было известно, проводились ли какие-либо испытания. Одно из возможных объяснений заключается в том, что неудачные испытания ракеты Musudan привели к прекращению программы МБР. Похоже, что сообщения в конце 2017 года подтверждали это⁵³. Альтернативное объяснение состоит в том, что эти конструкции МБР никогда не предназначались для полета, и были только предшественниками будущих конструкций.

БОЛЬШИЕ ТВЕРДОТОПЛИВНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

KN-11

По-видимому, в 2015 году в Северной Корее появилась совершенно новая линия ракетной технологии. В мае в Северной Корее начались испытания ракеты для подводных лодок, БРПЛ KN-11, которую в Северной Корее называют как Pukguk-song-1.

Некоторые аналитики заявляли, что ракета KN-11 первоначально проектировалась как ракета на жидком топливе на базе технологии ракеты P-27/SS-N-6, то есть той же технологии, которая применялась для ракет Musudan и KN-08, но затем в течение нескольких месяцев была переведена на твердотопливные двигатели⁵⁴. Преобразование ракеты на жидком топливе в ракету на твердом топливе невозможно, и только Северная Корея заявляла, что она может сделать это⁵⁵.

Фотографии и видеосъемки последних запусков и военных парадов (смотрите, например, рисунок 5) ясно показывают, что ракета KN-11 – это двухступенчатая ракета на твердом топливе с диаметром, приблизительно равным 1,4 м (подобно китайской линии ракет DF-2/JL-1, или пакистанской ракете Shaheen 2, которая весьма близка к китайской линии ракет)⁵⁶, что может означать, что Северная Корея снова освоила новую технологию без широкой и видимой программы исследований и разработок. Изготовление твердотопливного двигателя такого диаметра обычно требует многих лет исследований и экспериментов, включая предварительные программы работы над двигателями меньшего размера. Известно, что в Северной Корее имелись только значительно меньшие двигатели с максимальным диаметром до 0,65 м, и что их технология отличается от технологии двигателей ракеты KN-11⁵⁷.



Рисунок 5. Конструкция ракетного двигателя ракеты KN-11 (*Rodong Sinmun*, 25 August 2016).

Программа KN-11 стала известной после заявления об успешном испытательном запуске из-под воды в мае 2015 года, за которым наблюдал сам Ким Чен Ын. После оказалось, что фотографии и видеосъемки запуска были подправлены⁵⁸, и что запуск производился не из подводной лодки, а с баржи, и что в основном это было испытанием системы подводного выброса⁵⁹.

В следующем году сообщалось о нескольких неудачных испытаниях, кажется вероятным, что по крайней мере некоторые из них были просто дополнительными испытаниями выброса и они никогда не предназначались для полета по полной траектории. И опять последовательность испытаний дает повод усомниться в справедливости северокорейских заявлений о независимости и самостоятельности ракетной деятельности.

В конце концов Северная Корея объявила об удачном испытании в августе 2016 когда ракета KN-11 достигла высоты в 500 км. На декабрь 2018 года о новых испытаниях KN-11 больше не сообщалось.

Фотография с передней страницы северокорейской газеты *Rodong Sinmun* позволяет предположить, что в ракете KN-11 использовался тот же самый двигатель с одним соплом, который испытывался в марте 2016 года. Но фотография неудачного испытания в апреле 2016 года с широким факелом выброса указывает на конструкцию с четырьмя соплами. Это имеет смысл для ракеты для подводных лодок с ограничениями по длине, поскольку конструкция с четырьмя соплами короче конструкции с одиночным соплом.

Если учесть следующее, то сведения о ракете KN-11 могут быть частью дезинформационной кампании:

- В ракете KN-11 используется технология, полностью отличная от технологии ракеты KN-02/Toksa, единственной ракеты на твердом топливе, ранее доступной Северной Корее.
- Разработка KN-11 ограничивалась несколькими подводными запусками; наземных запусков не было.
- При разработке ракетного двигателя было проведено только одно статическое испытание.
- Ничего не известно об испытаниях двигателя верхней ступени.
- Северная Корея показывает, что на первой ступени было только одно сопло, хотя доступные фотографии и особенности проектирования БРПЛ предполагают конструкцию с четырьмя соплами.

Реальная причина дезинформационной кампании Северной Кореи в отношении KN-11 остается загадкой; тем не менее, возможным объяснением может быть попытка скрыть ее истинное происхождение. Некоторые свидетельства указывают на китайское происхождение, или, возможно, на пакистанское. Нельзя исключать и связи с советским конструкторским бюро. В любом случае, была необходима определенная помощь из-за больших размеров твердотопливного ракетного двигателя и отсутствия опыта использования этой технологии в Северной Корее.

KN-15

В феврале 2017 года Северная Корея представила новый проект ракеты Pukguksong-2, запустив ее из канистры, установленной на верху автотранспортера. Похоже, что эта ракета, известная также как KN-15, является наземной версией KN-11. Преобразование ракеты, запускаемой с подводной лодки, в ракету, запускаемую с земной поверхности – это не новость, китайское семейство ракет DF-21/CSS-5 также началось с разработки запускаемой с подводной лодки ракеты JL-1. Тем не менее, что было необычным, так это очень короткий период разработки. Первый запуск наземной версии произошел всего лишь за шесть месяцев до первого успешного полета версии ракеты, запускаемой с подводной лодки; не менее удивителен двойной успех в двух известных до сих пор запусках (что, конечно, недостаточно для того, чтобы объявить систему готовой к эксплуатации и выявить и исправить все потенциально катастрофические неизвестные источники аварий).

ВОЗВРАТ К СОВЕТСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Технология РД-250

В сентябре 2016 года Северная Корея объявила об успешном испытании нового «одиночного двигателя с тягой 80 тонн» (или 784,5 кН). Он был представлен как «двигатель ракеты-носителя для геостационарного спутника».

Это стало сюрпризом в нескольких отношениях. Во-первых, объявленная тяга в 80 тонн была почти в три раза больше, чем у двигателя ракеты Nodong, который на это время был самым большим из двигателей, известных в Северной Корее. Еще более удивительно то, что показанная конструкция не имела аналогов, доступных в Северной Корее. Он не был двигателем, построенным на базе технологии двигателей Scud, и очевидно не был двигателем, в котором использовалась технология ракеты SS-N-6⁶¹. Кроме того, объявленная тяга кажется слишком высокой для небольшого размера двигателя. Положение газогенератора также было необычным. Он был смонтирован не над двигателем, как это обычно делается, а сбоку от него; такая конфигурация редко наблюдается в двигателях в любой части земного шара.

Возможно, что немецкий аналитик Norbert Bruegge стал первым, кто указал, что такая необычная конфигурация выглядит как вариант старого советского двигателя РД-250 с одной камерой сгорания⁶². Это стало большим сюрпризом, поскольку доступные в то время в Северной Корее технология двигателя ракеты Scud и технология двигателя ракеты SS-N-6 были разработаны в конструкторском бюро ОКБ-2 А. Исаева (сейчас КБХМ). Двигатель РД-250 – это двигатель с двумя камерами и одним турбонасосом. Три таких системы использовались для разгона первой ступени МБР Янгеля Р-36/SS-9⁶³. Двигатель РД-250 принадлежал к целому семейству двигателей, разработанных в конце 1950-х – 1960-х годах, которые были разработаны в конструкторском бюро В. Глушко ОКБ-456 (теперь Энергомаш) и использованы в ракетах конструкторского бюро ОКБ-586 М. Янгеля (теперь Южное), среди которых Р-14/SS-5 и Р-16/SS-7.

Подозрение, что технология РД-250 могла быть использована в «новом» двигателе, усилилось шесть месяцами позже, Северная Корея провела и публично раскрыла статические испытания двигателя в марте 2017 года. И снова испытывался двигатель с такой же конфигурацией турбонасоса и таким же силуэтом сопла, но в этот раз было добавлено четыре небольших верньерных двигателя вокруг большого главного двигателя. Доступные фотографии позволяют лучше рассмотреть турбонасос, который выглядел весьма похожим на тот, который питал двигатель РД-250, включая выхлопную трубу газогенератора характерной формы (смотрите рисунок 6)⁶⁴.

Удивительно, но всего через несколько недель эта двигательная установка подняла большую ракету с пусковой площадки. И опять Северная Корея, по-видимому, удачно освоила старую советскую технологию. Более того, и в соответствии со всеми другими северокорейскими ракетными разработками, Северной Корее понадобилось очень малое количество испытаний (в сравнении с опытом других стран). В 1960-х годах в Советском Союзе двигатель РД-250 за шесть лет прошел 1860 статических испытаний⁶⁵. В Северной Корее известно только о двух испытаниях в сентябре 2016 года и в марте 2017 года (хотя ни одно из них не проводилось в

летной конфигурации ракеты Hwasong-15 с двойной камерой). Другие продолжающиеся международные усилия по разработке ракет продолжают опираться на большое количество статических испытаний. В начале 2018 американо-новозеландская компания «Rocket Lab» объявила о проведении 500-го статического испытания. Через 10 дней этот двигатель участвовал в первом успешном полете ракеты «Electron»⁶⁶. В 2013 году компания SpaceX провела серию из 28 квалификационных испытаний модифицированного двигателя Merlin1D (не считая испытаний при его разработке)⁶⁷.

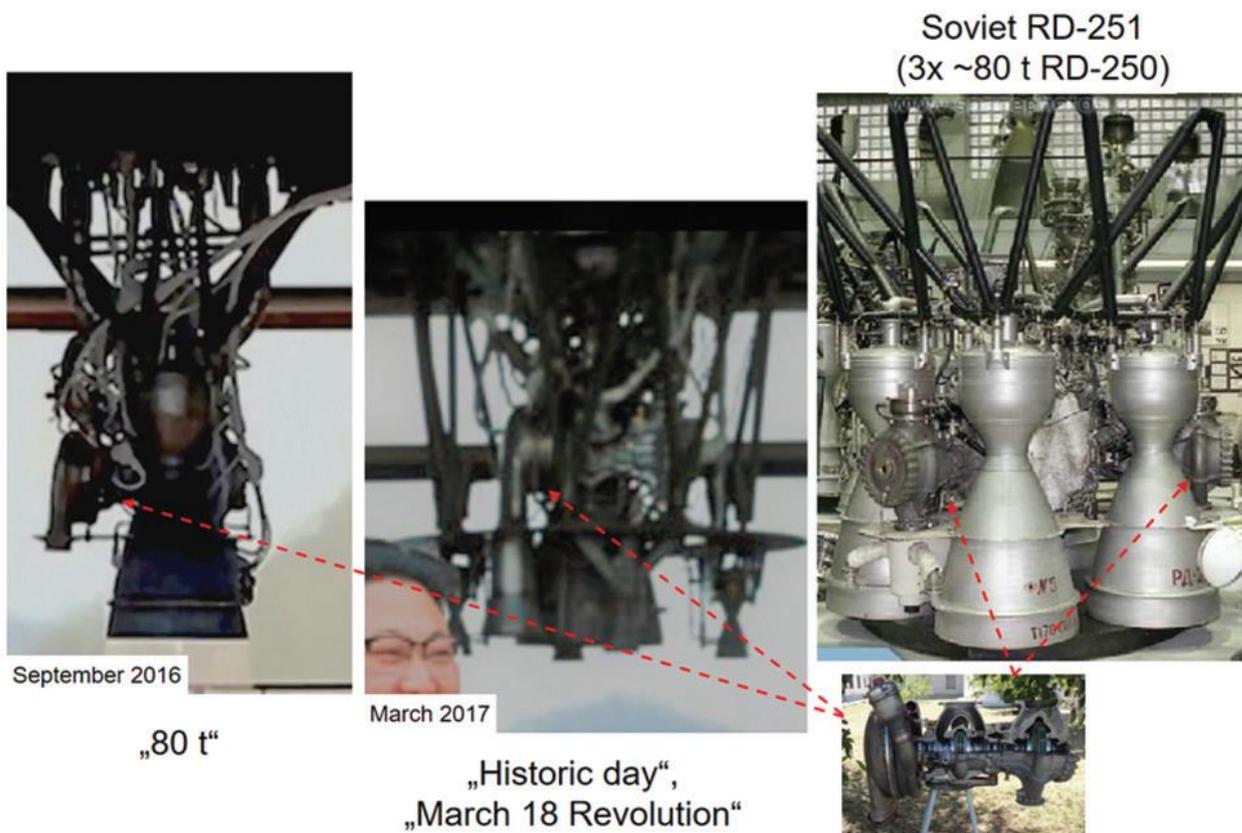


Рисунок 6. Новые ракетные двигатели на жидком топливе и советское семейство РД-250.

В отличие от летных испытаний ракет, сообщения о статических испытаниях двигателей обычно не получают широкой публичной огласки. Тем не менее, можно предположить, что последовательность испытаний двигателей такого размера должна была отразиться в новостях в 2016 и 2017 годах, когда разработка ракет в Северной Корее привлекала всеобщее внимание. Можно было бы провести несколько секретных испытаний в дополнение к двум известным, но весьма маловероятно, чтобы Северная Корея могла тайно осуществить программу из нескольких сотен статических огневых испытаний. В эпоху постоянного спутникового мониторинга подготовка испытаний и их следы вряд ли могут остаться незамеченными. Поэтому Северная Корея должна была получить двигатели, которые были разработаны и изготовлены в другом месте.

HS-14

4 июля 2017 года, через пять недель после испытания ракеты HS-12, Северная Корея успешно запустила еще большую ракету, позднее названную Hwasong-14 или KN-20. По сообщениям, траектория полета располагалась выше траектории ракеты HS-12. Ракета была запущена почти вертикально вверх, достигнув большей высоты, чем при полете по стандартной баллистической траектории; при этом дальность была меньше, как у камня, который бросили вертикально вверх, а не на максимальную дальность. Если бы ракета была запущена по номинальной траектории, то ее дальность составила бы 5500 км, что позволяет классифицировать такую ракету как МБР. Тем не менее, хотя до сих пор продолжаются дебаты об истинной дальности ракеты HS-14, этой ракете будет трудно долететь до континентальной части США с заслуживающей внимания полезной нагрузкой.

Хотя между ракетами HS-12 и HS-14 можно провести некоторые технологические параллели, включая

предположительное использование одной и той же двигательной установки, размещенной в коническом заднем отсеке, имеются также определенные странные различия. У топливных баков отсутствует единая перегородка, и главный диаметр ракеты больше, чем у HS-12, что потребует полностью обновленного комплекта технологических приспособлений. Было бы больше смысла в проектировании обеих ракет с одинаковым диаметром, чтобы сократить дополнительные работы. Одним из возможных объяснений может быть то, что ракеты HS-12 и HS-14 были полностью разработаны до того, как они были переданы в Северную Корею, и что HS-12 была более продвинутой ракетой, разработанной после HS-14. Для подтверждения этой гипотезы потребуется дополнительная информация.

Если судить по форме, то ракета Hwasong-14 похожа на ракету KN-08. Их размеры практически одинаковы, но если трехступенчатая конструкция KN-08 необычна, то HS-14 состоит из двух ступеней с рациональными соотношениями размеров ступеней⁷². Уровень тяги при запуске HS-14 также аналогичен уровню для ракеты KN-08 с конфигурацией с двумя двигательными установками от ракеты Musudan. В том же самом месяце была успешно запущена другая ракета HS-14. Обе ракеты были запущены с пускового стола, так же, как и ракета HS-12.

HS-15

Аналитик все еще спорил о том, может ли относительно небольшая ракета HS-14 быть МБР, когда Северная Корея всего через четыре месяца после двух запусков ракет HS-14 продемонстрировала свой шедевр. 29 ноября 2017 года на высоту почти 4500 км (в 10 раз выше орбиты Международной космической станции) была запущена ракета Hwasong-15 (или KN-22). Доступные фотографии и видеосъемки показывают большую ракету, которая очевидно обладает возможностью донести заслуживающую внимания полезную нагрузку до большинства районов континентальной части США, на дальности порядка 10000 км, или более.

Внешний вид ракеты HS-15 отличался от внешнего вида HS-12 и HS-14. Кажется, что общая перегородка баков первого ступени была возвращена на свое место, но в задней части ракеты не было отсека конической формы. Изменились также некоторые параметры, такие, как диаметр, длины баков, вес топлива, тяга при запуске, и ускорение при запуске. Почти очевидно, что ракета, представленная на фотографиях, не полностью соответствует конфигурации запущенной ракеты. Более важно, что была использована двигательная установка, отличающаяся от двигателей HS-12 и HS-14. Кажется, что были использованы те же самые турбонасос и главный двигатель, но верньерные двигатели были убраны (смотрите рисунок 7). Вместо этого, одиночный турбонасос теперь обслуживал конструкцию из двух камер, так же, как и в оригинальном двигателе РД-250. Итоговая тяга этой комбинации составляла 80 тонн, как и было официально заявлено после первого испытания двигателя в марте 2016 года.

Сзади ракеты Hwasong-15 была видна выхлопная труба газогенератора характерной овальной формы, такой же, какая использовалась в советском семействе двигателей РД-250. Хотя трубопроводы двигателей Hwasong-15 отличаются, это, возможно, может быть связано с тем, что камеры пришлось передвинуть, чтобы можно было управлять ракетой.

Концепция наведения также отличается, для управления ракетой используются две основные камеры вместо четырех маленьких двигателей. Для изменения направления тяги и наведения ракеты используется качание двух камер. В ракетах HS-12 и HS-14 для этой цели применены четыре маленьких дополнительных двигателя. В оригинальной конструкции РД-250 это невозможно, поскольку камеры и сопла оригинальных двигателей типа РД-250, а также трубопроводы, подающие компоненты топлива в камеру сгорания и сопло для его охлаждения, жестко закреплены. Тем не менее, изменение системы трубопроводов разрешает такую возможность.

Конструкция ракеты HS-15 проявляет некоторое сходство с конструкцией старой советской ракеты УР-100/СС-11. Она была ранним конкурентом УР-100 под названием Р-37, была разработана в конструкторском бюро Янгеля (ОКБ-586), которая должна была выглядеть очень похожей и в ней могла использоваться двигательная установка на базе РД-250⁷³.

Новая конструкция, новая конфигурация двигателя и новая схема наведения сработали безошибочно, и во время своего первого запуска в ноябре 2017 года ракета HS-15 была запущена посреди ночи в условиях, близких к полевым. Сразу же после запуска государственные средства массовой информации процитировали Ким Чен Ына: «Теперь мы наконец выполнили великую историческую задачу завершения создания ядерных сил государства, задачу построения ракетной мощи»⁷⁴. Показалось, что Ким достиг своей цели, продемонстрировав успешный запуск ракеты, способной ударить по Соединенным Штатам. До декабря 2018 года Северная Корея не запускала и не испытывала другую ракету.



Gas Generator Exhaust

RD-250



Hwasong-15

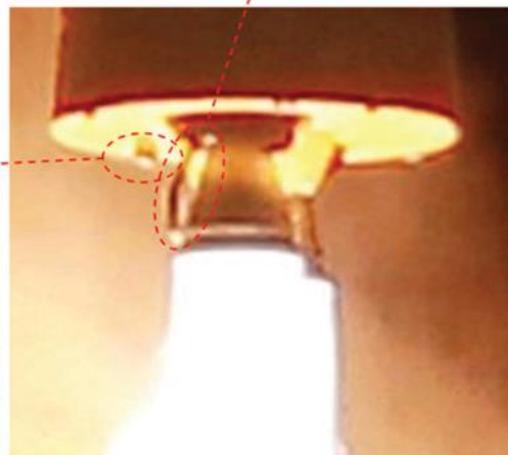


Рисунок 7. Двигатель ракеты Hwasong-15.

ОБНАРУЖЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЛИНИИ

В различных северокорейских ракетах использовались многие технологии. На первый взгляд кажется, что Северная Корея успешно делала один шаг за другим, перемещаясь от советской технологии 1950-х годов Scud к большим ракетам с более мощными двигателями и компонентами топлива, и в конце концов пришли к МБР Hwasong-15. На заднем плане к этому арсеналу добавились ракеты на твердом топливе.

Однако, при прослеживании и анализе технических подробностей, принятых конструкторских решений и сравнении технологических подходов, таких, как циклы подачи компонентов жидкого топлива в двигатель, или подходов к системам наведения и управления, возникает совсем другая картина. Кажется, что Северная Корея перескакивает с одной технологической линии на другую, и наоборот. Некоторые разумные проектные решения отбрасываются на поздних стадиях, некоторые потенциально многообещающие разработки не продвигаются, и совершенно другие технологии появляются как ниоткуда. На рисунке 8 показаны многочисленные технологические линии.

Более пристальный взгляд показывает, что эти технологии не относятся одна к другой и кажутся связанными с разными периодами. Поскольку ракета Scud ER, по-видимому, существовала в Северной Корее в районе 2000 года, и проект KN-08, по-видимому, был начат при Ким Чен Ире, не имеется никаких признаков разработок, связанных с ракетами Scud или SS-N-6, в период режима Ким Чен Ына. Он просто использовал имеющееся оборудование и обратил особое внимание на совершенно другие технологии из других источников.

РАЗЛИЧНЫЕ КАРТИНЫ В ТРЕХ ЭПОХАХ ТРЕХ ЛИДЕРОВ

После соединения кусочки головоломки образуют интересную картину. Похоже, что три северокорейских лидера Ким Ир Сен, Ким Чен Ир и Ким Чен Ын имели в виду различные цели и использовали различные подходы для продвижения ракетной программы Северной Кореи.

Ким Ир Сен начал северокорейскую ракетную программу, но, может быть, он применял подход, отличный от того, который обычно предполагается. Под его правлением Северная Корея приобрела несколько старых

(но функциональных) типов ракет у Советского Союза и России, даже в хаотичное время после коллапса Советского Союза в начале 1990-х годов. Его мотивы могли включать получение доступа к надежным ракетам и приобретение источника дохода от передачи ракет Ирану, Ливии, и другим странам. Очевидно, что ракеты Scud B, Scud C и Nodong были частью этих передач (все они были разработаны в российском конструкторском бюро Макеева), где также работали эксперты, собирающиеся поехать в Северную Корею в 1992 году. Есть хорошие шансы на то, что эта группа также активно участвовала в разработке ракеты Taepodong I, в котором можно проследить некоторые типичные советские проектные решения. Это может оказаться верным и для программы Unha, которая, вероятно, также стартовала в начале 1990-х годов, и могла стать первой отечественной северокорейской ракетной программой, которая поддерживалась советскими или российскими экспертами с активным использованием иностранных компонентов.

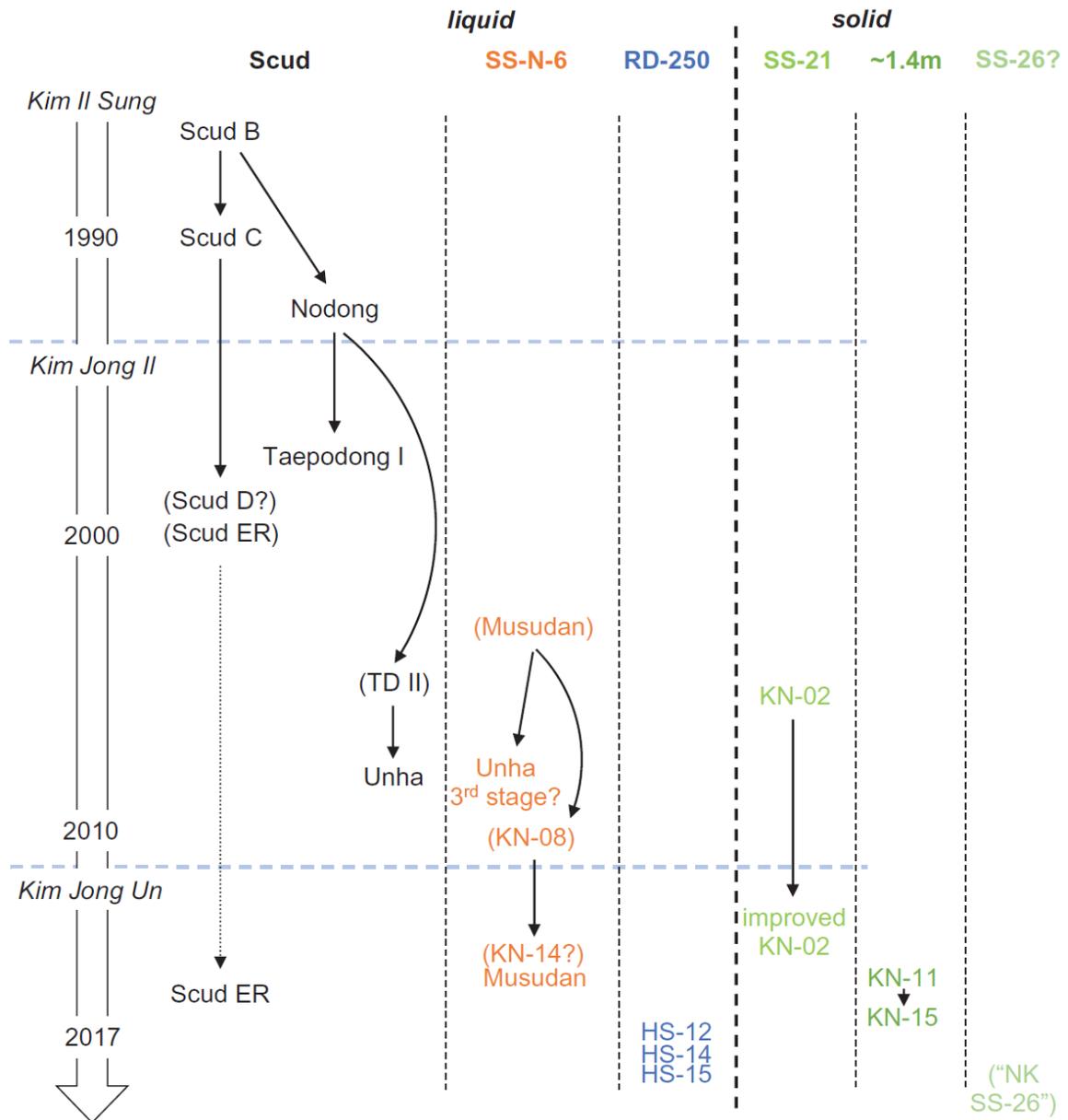


Рисунок 8. Отождествленные технологические линии в Северной Корее. Временные периоды располагаются по вертикали (эпоха Ким Ир Сена до 1994 года, эпоха Ким Чен Ира – с 1994 по 2011 годы и эпоха Ким Чен Уна – с 2011 года). Технологические линии размещаются по горизонтали – линии ракет на жидком топливе Scud, SS-N-6, РД-250, и на твердом топливе – SS-21, диаметр 1,4 м и SS-26.

Прочная опора на советскую и российскую поддержку в 1980-х годах и начале 1990-х годов просматривается в видимых усилиях, предпринимаемых в Северной Корее в это время. В стране была всего лишь одна пусковая площадка Musudan-ri на восточном побережье, и к единственному пусковому столу были проведены

только грунтовые дороги. Запуски проводились редко, но в любом случае они не требовались, поскольку ракеты просто покупались за границей.

Ким Ир Сен умер в июле 1994 года, и к власти пришел его сын Ким Чен Ир. В период его правления редкие запуски почти полностью прекратились. На протяжении 17 лет было проведено всего четыре запуска, причем все они были привязаны к политическим событиям (смотрите рисунок 9). Загадочная ракета Scud D появилась в конце 1990-х годов, но, по-видимому, для Ким Чен Ира она не играла важной роли. Он продвигал программу запуска спутников Unha и построил новый испытательный полигон на западном побережье, известный сейчас как центр запусков Sohae. Полигон Sohae намного больше старой площадки Musudan-ri, и он гораздо сложнее ее.

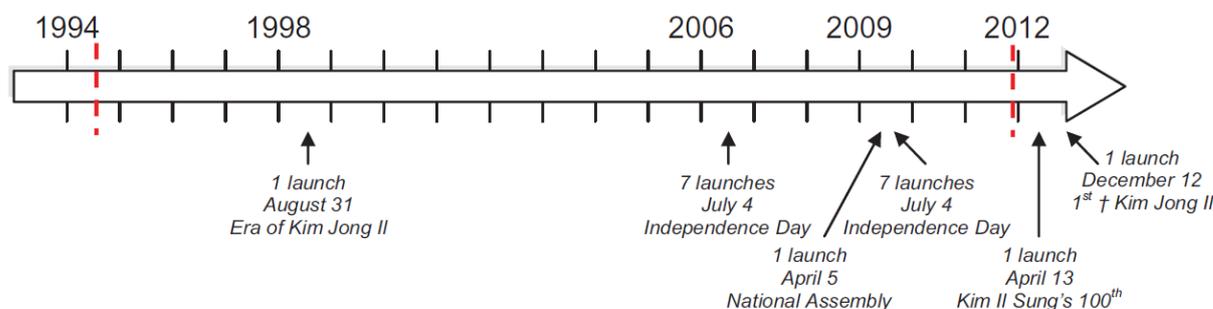


Рисунок 9. Запуски ракет в период правления Ким Чен Ира (включая 2012 год). Надписи на рисунке (слева направо): 1 – 1 запуск 31 августа, эра правления Ким Ир Сена; 2 – 7 запусков, 4 июля, день независимости; 3 – 1 запуск 5 апреля, Национальная ассамблея; 4 – 7 запусков, 4 июля, день независимости; 5 – 1 запуск, 13 апреля, 100 лет со дня рождения Ким Ир Сена; 6 – 1 запуск, 12 декабря, 1 год со дня смерти Ким Чен Ира.

Ким Чен Ир пришел к власти в июле 1994 года и умер в декабре 2011 года. Во время его правления и до февраля 2014 года запуски ракет размера Scud и более производились только в связи с политически значимыми событиями. Попытка запуска спутника в апреле 2012 года, вероятно, была запланирована еще при жизни Ким Чен Ира. Его сын, Ким Чен Ын, мог выбрать дату второго запуска в 2012 году, связав ее с первой годовщиной смерти своего отца.

Кроме того, Ким Чен Ир начал программу Musudan, вероятно, северокорейскую разработку МБР, которую сейчас называют KN-08. На видеозаписи без даты, опубликованной в 2015 году, на короткое время появляется Ким Чен Ир, проходящий вдоль большой ракеты, может быть Musudan, а может быть и KN-08; на заднем плане видна еще одна ракета, очень похожая на KN-08 (судя по видимой конфигурации двигателя, смотрите Приложение F).

Ким Чен Ир умер в декабре 2011 года, и после того, как к власти пришел Ким Чен Ын, северокорейский подход к ракетам полностью изменился. В 2012 году было произведено всего два запуска, снова приуроченных к политическим событиям, а в 2013 году запусков вообще не было⁷⁵.

Но, начиная с февраля 2014 года, политика запусков в Северной Корее коренным образом изменилась. За период, меньший 30 месяцев, в стране было запущено больше крупных ракет, чем за предыдущие 30 лет, и только за четыре года число запущенных ракет было более чем вдвое больше, чем за все предыдущие десятилетия (смотрите таблицу 1). Впервые в истории запуск ракет в Северной Корее стал частым явлением.

Таблица 1. Запуски в Северной Корее (включая ракеты Scud B и ракеты больших размеров).

	Апрель 1984 – январь 2014 (30 лет)	Февраль 2014 – 2018 (4 года)
Запуски ракет	30	64
Дни с запусками	10	41
<i>Примечание:</i> событие 1990 года («оставившее следы на пусковом столе») не учитывается.		
<i>Источник:</i> база данных о запусках компании ST Analytics.		

В период с 2014 по 2018 год Северная Корея регулярно запускала ракеты Scud и Nodong, каждые несколько месяцев представляла новые типы ракет, и впервые несколько попыток запуска новых типов – включая Musudan, KN-11, и HS-12 – оказались неудачными. Однако, количество новых типов было меньше, чем обычно предполагалось. Многие из запусков все еще опирались на известные ракеты, базирующиеся на технологии ракет

Scud (смотрите рисунок 10).

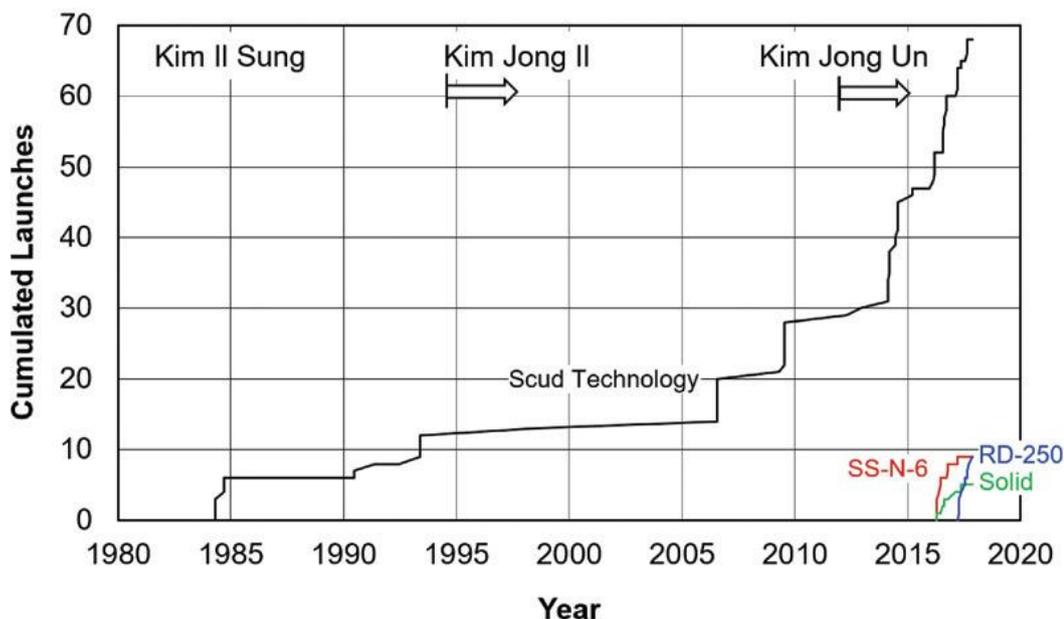


Рисунок 10. Северокорейские запуски, сортированные по технологическим линиям (ракеты Scud и ракеты большего размера: SS-N-6, РД-250 и ракеты на твердом топливе). На горизонтальной оси отмечены годы, на вертикальной оси – совокупное число запусков.

Даже в период правления Ким Чен Ына в большинстве северокорейских запусков использовалась технология Scud. Хотя в верхних ступенях космических ракет-носителей Taepodong I и Unha могли использоваться другие технологии, ракеты, полностью основанные на технологиях, отличающихся от технологии ракет Scud, стали запускаться только с 2016 года. Сообщалось, что запуски твердотопливных БРПЛ KN-11 начались еще с середины 2015 года, по представляется, что первые запуски были только испытаниями системы выброса, а реальные запуски начались только в 2016 году. Ракеты, использующие технологию РД-250, начали запускаться только в 2017 году.

Все выглядит так, как будто бы кто-то сказал Ким Чен Ыну, что к его ракетной программе не будут относиться серьезно без частых запусков и время от времени случающихся неудач. Кажется также, что очевидная цель заключалась в демонстрации того, что Северная Корея сможет разработать и запустить реальную МБР.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ совокупности доступной информации позволяет предположить, что многообразие, относительная скорость и очевидный успех северокорейской ракетной программы, начиная с первых испытаний трех баллистических ракет Scud В советского происхождения в апреле 1984 года, может быть обусловлен обширной и продолжительной опорой на советскую ракетную технологию и советский опыт. Хотя реверсивное проектирование и доступ к советским проектантам и инженерам из конструкторского бюро Макеева позволили Северной Корее приобрести определенный опыт в разработке и изготовлении более совершенных ракет, приобретение через подпольные сети закупок деталей ракет или функциональных ракет из Советского Союза может, в частности, правдоподобно объяснить, как Северная Корея смогла разработать БРПЛ KN-11 и ракеты большой дальности Hwasong-12, Hwasong-14 и Hwasong-15. Их сходство с советскими ракетными технологиями поднимает вопросы о пределах собственных возможностей проектирования, разработки и изготовления в текущей ракетной программе Северной Кореи.

Свидетельства позволяют предположить, что у трех северокорейских лидеров Ким Ир Сена (который правил с 1954 по 1994 год), Ким Чен Ира (1994 – 2011) и Ким Чен Ына (с 2011 года) могли быть различные цели и подходы к продвижению ракетной программы. При Ким Чен Ыне, начиная с 2014 года, и, в отличие от предыдущих северокорейских кампаний запусков, наблюдалось агрессивное давление в сторону более регулярных испытаний и тренировочных пусков старых ракет, так же как и испытаний для разработок и представления новых ракет. В течение четырехлетнего периода с 2014 по 2018 год в ракетных испытаниях наблюдалось намного больше неудач, что могло указывать на большую степень местной разработки ракетной технологии и

разработки компонентов, чем это происходило ранее. Однако, эти неудачи ограничивались несколькими типами ракет. Казалось, что некоторые ракеты работали, начиная с самого первого полета, и в последующих испытаниях. Если Северная Корея переходит к увеличению использования собственных возможностей, адаптируя советские конструкции для своих ранних ракет, то следует ожидать большего количества аварий при разработке ракет и в программах испытаний, по мере того, как Северная Корея будет стремиться достичь способность создания надежной способности создать межконтинентальные баллистические ракеты и продемонстрировать ее.

БЛАГОДАРНОСТИ

Появление этой статьи обязано Роберту Х. Шмукеру, который впервые предложил идею иностранной помощи программе баллистических ракет Северной Кореи. Он предложил также основные направления анализа, представленные в этой статье. Автор признателен его поощрению работать в области анализа ракетных программ, а также за его идеи и предложения.

ПРИМЕЧАНИЯ И ССЫЛКИ

1. Смотрите, например, David C. Wright, "North Korea's Longest Missile Test Yet," All Things Nuclear Blog, Union of Concerned Scientists, 28 November 2017, доступно по адресу <https://allthingsnuclear.org/dwright/nk-longest-missile-test-yet>.
2. Точные цифры могут изменяться в зависимости от источников и интерпретации, но Северной Кореи приписывают наличие более десятка уникальных типов управляемых баллистических ракет, развернутых, и (или) находящихся в производстве. Это можно сравнить с Китаем (12), Россией (около 10), Индией (около 9), Соединенными Штатами (3), и Францией (2). Если оценки верны, то ракетная программа Северной Кореи так же обширна, как у Китая, России и Индии.
3. Изложение фактов, представленное в статье в Wikipedia "North Korea and Weapons of Mass Destruction, Delivery Systems," октябрь 2018 года, доступно по адресу https://en.wikipedia.org/wiki/North_Korea_and_weapons_of_mass_destruction#Delivery_systems.
4. Robert H. Schmucker, "3rd World Missile Development – A New Assessment Based on UNSCOM Field Experience and Data Evaluation." 12th Multinational Conference on Theater Missile Defense: Responding to an Escalating Threat, Edinburgh, Scotland, 1–4 June 1999, доступно по адресу http://www.st-analytics.de/app/download/5802794709/Schmucker_3rd_World_Missile.pdf.
5. Robert H. Schmucker and Markus Schiller, *Raketenbedrohung 2.0* (Hamburg/Bonn: Mittler Verlag, 2015), ch. 3.4.
6. Через 10 дней после первого успешного запуска Rocket Lab зарегистрировала свое 500-е статическое испытание ракетного двигателя. Смотрите Rocket Lab Website, News update, 31 January 2018, доступно по адресу <http://rocketlabusa.com/news/updates/rocket-lab-reaches-500-rutherford-engine-test-fires/>.
7. Соединенные Штаты не производили двигатель РД-180 несмотря на годы поддержки российского производителя и разработчика. Индия могла добиться успеха в разработке и изготовлении модифицированной версии двигателя С-75 «Волга» для ракеты Prithvi после долгих лет бесплодных попыток обратного проектирования. Пакистан никогда не производил двигателей Ghauri/Nodong. Хотя эксперты не достигли консенсуса, Иран мог успешно производить двигатели Scud и Nodong с иностранной поддержкой.
8. Российская БРПЛ РСМ-56 «Булава» прошла 19 летних испытаний до своего принятия на вооружение в 2013 году, доступно по адресу https://en.wikipedia.org/wiki/RSM-56_Bulava#2010_tests.
9. В 2011 году известными управляемыми баллистическими ракетами Северной Кореи были Scud B, Scud, Scud D, Nodong, Musudan, и KN-02/Toksa. В этих шести программах были отмечены только три неудачных запуска Scud в 1984 году и, возможно, одна неудачная попытка запуска Nodong в 1990 году, что было необычно малым количеством аварий для ракетной программы. Запуск спутника Taepodong I в 1998 году был почти успешным. Существенные неудачи были отмечены только в программе ракеты-носителя Unha.
10. Подробности программ разработки ракет можно найти в Robert H. Schmucker and Markus Schiller, *Raketenbedrohung 2.0*, ch. 6.5 (ссылка 5).
11. Robert H. Schmucker and Markus Schiller, *Raketenbedrohung 2.0*, ch. 7 (ссылка 5).
12. У автора есть доступ к надежным данным по различным программам, в том числе по А1, А2, А3, А5, А4 (Германия), Р-1, Р-2, Р-5М, Р-7, Р-11, Р-11М, Р-12, Р-17, Р-27К, Темп-2С, Тополь, Искандер, Булава (Советский Союз/Россия), Atlas, Titan, Titan II, Trident C4, Trident 2 D5 (США), M112, M45, M51 (Франция), Al-Hussein, Al-Samoud 2 (Ирак), DF-2, DF-3, и DF-4 (Китай). Данные собирались в течение последних 50 лет Робертом Шмукером, и, независимо в течение последних 15 лет автором, с источниками, включающими

- оригинальные документы, частные сообщения, книги, бесчисленные статьи и публично доступные базы данных о запусках.
13. В период с 1984 по 2014 год, ракеты Scud B, Scud C, и Nodong запускались со средней частотой один раз в каждые три года.
 14. Robert H. Schmucker and Markus Schiller, *Raketenbedrohung 2.0* (ссылка 5).
 15. Joseph S. Bermudez Jr., «A History of Ballistic Missile Development in the DPRK», Occasional Paper No. 2, Center for Nonproliferation Studies, Monterey, November 1999, p. 9.
 16. Wikipedia «North Korea and Weapons of Mass Destruction, Delivery Systems,» октябрь 2018 года, доступное по адресу https://en.wikipedia.org/wiki/North_Korea_and_weapons_of_mass_destruction#Delivery_systems. (ссылка 3). Joseph S. Bermudez Jr., «A History of Ballistic Missile Development in the DPRK», p.9 (ссылка 15).
 17. Markus Schiller, «Characterizing the North Korean Nuclear Missile Threat,» Technical Report TR-1268, RAND Corporation, Santa Monica, September 2012, 101f, доступно по адресу http://www.rand.org/pubs/technical_reports/TR1268.html.
 18. Есть несколько других стран, в которых развертывание баллистических ракет происходило, по-видимому, без каких-либо проблем, например, Пакистан. Однако, можно показать, что все эти страны получали обширную поддержку своих программ, включая передачу полных ракетных систем.
 19. Joseph S. Bermudez Jr., «A History of Ballistic Missile Development in the DPRK», p. 12 (ссылка 15).
 20. Там же.
 21. Joseph S. Bermudez Jr. and W. Seth Carus, «The North Korean 'Scud-B' Programme,» *Jane's Soviet Intelligence Review*, 1 (1989): 177–181.
 22. Частное сообщение от бывших офицеров восточногерманской бригады ракет Scud, январь 2014 – апрель 2016 года.
 23. United Nations, «Report of the Panel of Experts Established Pursuant to Resolution 1874 (2009),» S/2013/337, 11 June 2013, 26–27, доступно по адресу http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol/S/2013/337.
 24. Анализ, проведенный компанией Schmucker Technologie, Munich; результаты можно найти в *Raketenbedrohung 2.0*. (ссылка 5).
 25. Изображения можно найти на сайте Wikimedia Commons, доступном по адресу https://commons.wikimedia.org/wiki/File:US_Navy_021209-O-0000X-011_Scud_missile_parts_and_equipment_found_in_the_cargo_hold_ aboard_the_North_Korean_vessel,_So_San,_discovered_after_being_boarded_by_Spanish_Special_Forces.jpg.
 26. Карпенко, А.В., «СКАД»: от вертолетов до «Рекорда» и «Аэрофона», [http:// bastion-karpenko.narod.ru/R-17_2.pdf](http://bastion-karpenko.narod.ru/R-17_2.pdf).
 27. Barton Wright, *World Weapon Database, Volume I – Soviet Missiles* (Brookline, MA: Institute for Defense and Disarmament Studies, 1986), p. 381.
 28. Guy Perrimond (ed.), «The Threat of Theatre Ballistic Missiles 1944–2001,» *TTU Special Issue* (2002): 8.
 29. Nuclear Threat Initiative, «North Korean Missile Chronology,» 2012 update, 252, доступно по адресу https://www.nti.org/media/pdfs/north_korea_missile_2.pdf?_ =1327534760?_ =1327534760.
 30. Christoph Bluth, *Korea* (Cambridge: Polity Press, 2008), 161.
 31. David E. Hoffman, *The Dead Hand: The Untold Story of the Cold War Arms Race and Its Dangerous Legacy* (New York: Doubleday, 2009), 407.
 32. «Missiles Are Pivotal to North Korea's Military Strategy Says Shorenstein APARC's Daniel Sneider,» *San Jose Mercury News*, 25 July 2006, доступно по адресу https://aparc.fsi.stanford.edu/news/missiles_are_pivotal_to_north_koreas_military_strategy_says_shorenstein_aparcs_daniel_sneider_20060725.
 33. Смотрите, например, David C. Wright and Timur Kadyshchev, «An Analysis of the North Korean Nodong Missile» *Science & Global Security* 4 (1994): 129–160.
 34. Иран вскоре начал работать над модернизированной версией, которую часто называют Ghadr-1. Подтвержденная дальность этой ракеты с меньшей боеголовкой превышает 1 300 км.
 35. Robert H. Schmucker and Markus Schiller, *Raketenbedrohung 2.0*. (ссылка 5).
 36. Markus Schiller, «Characterizing the North Korean Nuclear Missile Threat,» 29. (ссылка 17).
 37. Markus Schiller, «Characterizing the North Korean Nuclear Missile Threat,» 28. (ссылка 17).
 38. Robert H. Schmucker and Markus Schiller, *Raketenbedrohung 2.0*, ch. 7.2.1–7.2.2. (ссылка 5).
 39. Позднее Иран занялся этим недостатком. Поздние версии модифицированных ракет Shahab 3, известных как Ghadr, очевидно пригодны для заправки в горизонтальном положении.
 40. Robert H. Schmucker, «3rd World Missile Development». (ссылка 4).
 41. South Korean Ministry of Defense, «North Korean Long-Range Missile Debris Survey.» 18 January 2013. Перевод

- на английский язык David C. Wright, Union of Concerned Scientists, доступен по адресу <http://www.ucsusa.org/sites/default/files/legacy/assets/documents/nwgs/SK-report-on-NK-rocket-debris-analysis-translation-1-18-13.pdf>. United Nations, "Report of the Panel of Experts Established Pursuant to Resolution 1874 (2009)." (ссылка 23).
42. United Nations, "Report of the Panel of Experts Established Pursuant to Resolution 1874" (2009). (ссылка 23)
 43. Смотрите Markus Schiller and Robert H. Schmucker, "Flashback to the Past: North Korea's "New" Extended-Range Scud." 38 North, 8 November 2016, доступно по адресу http://38north.org/wp-content/uploads/2016/11/Scud-ER-110816_Schiller_Schmucker.pdf.
 44. В то время эта ракета обозначалась также как SS-12, но позже ее обозначение сменилось на SS-22. Советское название системы – это Темп-С.
 45. Defense Intelligence Agency, SCUD B Study, August 1974, The National Security Archive, доступно по адресу <http://nsarchive.gwu.edu/NSAEBB/NSAEBB39/document1.pdf>.
 46. Missile Threat and Proliferation, Musudan, Missile Defense Advocacy Alliance, 20 December 2018, доступно по адресу <http://missiledefenseadvocacy.org/missile-threat-and-proliferation/todays-missile-threat/north-korea/musudan/>; Markus Schiller, "Characterizing the North Korean Nuclear Missile Threat," 88. (ссылка 17).
 47. Некоторые аналитики предполагают, что несколько отличная смесь окислов азота позволит разрешить проблему, но это только сместит узкий интервал жидкого состояния в область меньших температур.
 48. Markus Schiller and Robert H. Schmucker, "Explaining the Musudan," May 2012, доступно по адресу http://lewis.armscontrolwonk.com/files/2012/05/Explaining_the_Musudan_Schiller_Schmucker_v1.2.pdf
 49. Смотрите, например, David C. Wright, "A North Korean Mobile ICBM?" 38 North, 12 February 2012, доступно по адресу <http://www.38north.org/2012/02/dwright021212/>.
 50. Смотрите Markus Schiller and Robert H. Schmucker, "A Dog and Pony Show," April 2012, доступно по адресу http://lewis.armscontrolwonk.com/files/2012/04/KN-08_Analysis_Schiller_Schmucker.pdf.
 51. Смотрите Markus Schiller and Robert H. Schmucker, "Getting Better," ST Analytics, October 2015, доступно по адресу http://www.st-analytics.de/app/download/5799168213/Getting_Better_Schiller_Schmucker.pdf.
 52. В двигателе SS-N-6 в качестве компонентов топлива используется несимметричный диметилгидразин и четырехокись азота (N₂O₄). N₂O₄ замерзает при температуре около –15 °С и закипает всего лишь около 20 °С. Поэтому ее неудобно применять зимой или летом без тепловой защиты. Тепловую защиту нельзя обеспечить на ракетах, перемещающихся на автомобильных транспортерах, находящихся в укрытиях до подачи команды на запуск. Кроме того, компоненты топлива самовоспламеняются при смешивании. Утечка из трубопровода, клапана или топливного бака представляет угрозу немедленного взрыва. Поэтому ни одна страна не разворачивала дорожно-мобильных ракет с такой комбинацией компонентов топлива.
 53. Yonhap News Agency, "日 언론 "北, 화성-13형 개발 중단 ... 연료 주입시간 출력 문제 ", 2 December 2017 (Daily Press, North, Hwasong-type 13 development stopped ... fuel injection time, output problem). Доступна по адресу <http://www.yonhapnews.co.kr/bulletin/2017/12/02/0200000000AKR20171202040300073.HTML?input%41195m>.
 54. Указано, например, в материале KN-11 (Pukkuksong-1), Missile Threat – CSIS Missile Defense Project, доступном по адресу <https://missilethreat.csis.org/missile/KN-11/>.
 55. Ракеты разрабатываются как для твердого, так и для жидкого топлива. Корпус каждой ракеты уникален, так же как отношения размеров ступеней, отношения длины и диаметра, топливные баки и двигатели. Переход от жидкого топлива к твердому, или наоборот, невозможен.
 56. Robert H. Schmucker and Markus Schiller, *Raketenbedrohung 2.0*. (ссылка 5).
 57. Полагают, что в 2000-х годах Северная Корея скопировала советскую твердотопливную ракету SS-21 «Точка». Результат, северокорейская ракета KN-02, выглядит как точная копия советского оригинала, который, помимо России, можно найти в нескольких странах, например в Сирии, Беларуси, Украине и Йемене. Диаметр твердотопливного двигателя ракеты «Точка» составляет 0,65 м. Топливо заливается в контейнер, вставляемый в корпус. Дополнительный вес ограничивает возможности ракеты и сокращает ее дальность. В современных ракетах с улучшенными характеристиками используется топливо, приклеиваемое к поверхности корпуса, формирующее стенку камеры сгорания. Это уменьшает вес, но производственный процесс становится более сложным.
 58. В соответствии с анализом Middlebury Institute of International Studies at Monterey. Jeffrey Lewis, частное сообщение, февраль 2017 года.
 59. Markus Schiller and Robert H. Schmucker, "Not Much Below the Surface?" Federation of American Scientists, Public Interest Report Summer/Fall 2015, доступно по адресу https://fas.org/wp-content/uploads/2015/10/SchillerSchmuckerKim_Notmuchbelowthesurface.pdf.

60. Смотрите оригинал газеты Rodong Sinmun от 20 сентября 2016 года на сайте KCNAwatch.org, или официальный перевод на английский язык на английском сайте газеты Rodong Sinmun, доступный по адресу <https://kcnawatch.org/periodical/rodong-sinmun-257/> или http://www.rodong.rep.kp/en/index.php?strPageID%2F01_02_01 &newsID%2F2016-09-20-0002.
61. В главном двигателе SS-N-6 используется поэтапный цикл сгорания, который повышает эффективность, но осложняет процесс разработки. В новом двигателе используется газогенераторный цикл, так же, как и в двигателе ракеты Scud, но при повышенном давлении и с более современной технологией.
62. Norbert Bruegge's веб-сайт по ракетам и космическим носителям доступен по адресу http://www.b14643.de/Spacerockets_1/index.htm.
63. Смотрите Pavel Podvig, *Russian Strategic Nuclear Forces* (Cambridge, MA: MIT Press, 2004).
64. KCNA and KCTV (ссылка 60); Space Launch Vehicles, N. Bruegge (ссылка 61); M. Schiller (ссылка 17).
65. На начальном этапе разработки в ОКБ-456 (Москва) с 1962 по 1964 год было проведено 145 статических испытаний. Параллельно в процессе производства в ОКБ-586 (Днепропетровск) было проведено 174 статических испытания. Восемнадцать летных испытаний ракеты Р-36 добавило 72 зажигания двигателя в полете, и общее количество запусков двигателя стало равным 391. Обнаруженные в 1964 году проблемы вибрации потребовали изменений проекта и обновлений. Сертификация и дополнительные изменения потребовали дополнительных испытаний. В 1967 году было проведено 392 испытания РД-250, включая 33 запуска в 11 полетах. В марте 1968 года после второго этапа сертификации объем испытаний РД-250 возрос до 1860 статических испытательных пусков и 310 летных пусков примерно в 80 испытательных полетах. Смотрите Anatoly Zak, "The RD-250 Engine at the Center of an International Storm," RussianSpaceWeb, 10 September 2017, доступно по адресу <http://www.russianspaceweb.com/rd250.html>.
66. Rocket Lab, "Rocket Lab Reaches 500 Rutherford Engine Test Fires," 1 January 2018, доступно по адресу <http://rocketlabusa.com/news/updates/rocket-lab-reaches-500-rutherford-engine-test-fires/>.
67. Смотрите, например, "Testing Times for SpaceX's New Falcon 9 v.1.1" at NasaSpaceflight.com, доступно по адресу <https://www.nasaspaceflight.com/2013/06/testing-times-spacexs-new-falcon-9-v-1-1/>.
68. Спутники достигли орбиты высотой около 500 км. В единственном успешном запуске ракеты Musudan в июне 2016 года, как сообщают, максимальная высота траектории составила примерно 1000 км.
69. Смотрите, например, Scott LaFoy, "TELS AND MELS AND TES! OH MY!," *ArmsControlWonk*, 1 June 2017, доступно по адресу <https://www.armscontrolwonk.com/archive/1203304/tels-and-mels-and-tes-oh-my/>.
70. NTI, "The CNS North Korea Missile Test Database," 4 May 2018. Подробности и дальнейшие ссылки можно найти в базе данных Excel, доступной по адресу https://www.nti.org/documents/2137/north_korea_missile_test_database.xlsx.
71. Ankit Panda, "Exclusive: North Korea Tested Its New Intermediate-Range Ballistic Missile 3 Times in April 2017," *The Diplomat*, 3 June 2017, доступно по адресу <https://thediplomat.com/2017/06/exclusive-north-korea-tested-its-new-intermediate-range-ballistic-missile-3-times-in-april-2017/>.
72. Markus Schiller and Robert H. Schmucker, "A Dog and Pony Show." (ссылка 49).
73. Смотрите Markus Schiller and Nick Hansen, "Retro Rocket—North Korean ICBM Shows External Influence." *Jane's Intelligence Review* 30, March 2018, доступно по адресу http://www.janes.com/images/assets/014/78014/2_North_Korean_ICBM_design_shows_external_influence.pdf.
74. KCNA, 29 November 2017. Смотрите по адресу <https://kcnawatch.co/newstream/1511929851-215959348/dprk-govt-st/>.
75. В обоих случаях запускалась только ракета-носитель Унха. Первый запуск в столетнюю годовщину рождения Ким Ир Сена, вероятно, был запланирован еще Ким Чен Иром. Второй запуск, вероятно, был осуществлен в честь Ким Чен Ира примерно через один год после его смерти.
76. Фотографии: KCNA and KCTV (ссылка 60); Space Launch Vehicles, N. Bruegge (ссылка 61); M. Schiller (ссылка 17).
77. Robert H. Schmucker and Markus Schiller, *Raketenbedrohung 2.0* (ссылка 5).
78. Launch vehicle flight test history and plans for U.S manned spaceflight programs, Declassified Briefing Slide From 1965, Wikimedia Commons, доступно по адресу [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:USAF_ICBM_and_NASA_Launch_Vehicle_Flight_Test_Successes_and_Failures_\(highlighted\).png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:USAF_ICBM_and_NASA_Launch_Vehicle_Flight_Test_Successes_and_Failures_(highlighted).png).
79. Там же.
80. Peter Hall, "Boden-Boden-Raketen Militaerische, historische und technische Aspekte," 2007, доступно по адресу <http://www.peterhall.de/srbm/nva/5rbr/5rbr48.html>.
81. Фотография из RAND TR1268-5.2, Markus Schiller, "Characterizing the North Korean Nuclear Missile Threat," 25. (ссылка 17)

82. Фотография из RAND TR1268-5.10, Markus Schiller, "Characterizing the North Korean Nuclear Missile Threat," 30. (ссылка 17).
83. Фотография из RAND TR1268-5.1, Markus Schiller, "Characterizing the North Korean Nuclear Missile Threat," 24. (ссылка 17).
84. Предоставлено German Customs Investigation (Zollfahndung).
85. Markus Schiller and Robert H. Schmucker, "Getting Better – The New KN-08 Design", Report, ST Analytics GmbH, Munich, 28 October 2015, доступно по адресу [http:// www.st-analytics.de/app/download/5799168213/Getting_Better_Schiller_Schmucker.pdf](http://www.st-analytics.de/app/download/5799168213/Getting_Better_Schiller_Schmucker.pdf).
86. KCNA and KCTV. (ссылка 60).
87. KCNA and KCTV. (ссылка 60).

Приложение А

ОБЗОР СЕВЕРОКОРЕЙСКИХ РАКЕТ И РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ НА ДЕКАБРЬ 2018 ГОДА

Этот обзор включает только управляемые баллистические ракеты и космические ракеты-носители. Не включены противокорабельные ракеты, ракеты противовоздушной обороны, крылатые ракеты, и неуправляемые ракеты (артиллерийские ракеты).

Курсивный текст с первыми датами в скобках означает, что первого полета не было, и ракета была только представлена на параде, или на публичных мероприятиях. Дата означает дату первого публичного представления (в таблицах А1 и В1).

Таблица А1. Перечень северокорейских ракетных программ.

Название	Другое название	Дальность (нагрузка)	Ступени	Топливо	Первый полет
Scud B	P-17, Hwasong-5	300 км (1 т)	1	ЖТ	1984
Scud C	Hwasong-6	500 км (0,75 т)	1	ЖТ	1990
Nodong	Hwasong-7	940 км (1 т)	1	ЖТ	1993
Таepodong 1	Paektusan-1	Орбитальный (неск. кг)	3	ЖТ/ЖТ/ТТ	1998
Scud D		700+ кг (0,5 т)	1	ЖТ	2000
Unha	Таepodong 2	Орбитальный (100 кг)	3	ЖТ/ЖТ/ЖТ	2006
KN-02	Токса, ОТР-21	70 км (0,48 т)	1	ТТ	2007
KN-02 (улучш.)	KN-10 ?	200 км (0,48 т)	1	ТТ	2014
KN-11	Pukguksong-1	1200 км (0,5 т)	2	ТТ/ТТ	2015*
Musudan	Hwasong-10	2500 км (0,6 т)	1	ЖТ	2016
Scud ER	Hwasong-9	1000 км (0,5 т)	1	ЖТ	2016
KN-15	Pukguksong-2	1200 км (0,5 т)	2	ТТ/ТТ	2017
Hwasong-12	KN-17	3500+ км (0,5 т)	1	ЖТ	2017
KN-18	Точный Scud	450 км (0,9 т)	1	ЖТ	2017
Hwasong-14	KN-20	6500+ км (0,5 т)	2	ЖТ/ЖТ	2017
KN-21	Точный Scud	250 км (1,2 т)	1	ЖТ	2017
Hwasong-15	KN-22	10000+ км (1 т)	2	ЖТ/ЖТ	2017
KN-08	Hwasong-13	5000 – 9000 км ?	3	ЖТ/ЖТ/ЖТ	(2012)
KN-14	Улучш. KN-08	8000 км ?	2	ЖТ/ЖТ	(2015)
МБР (ТТ)	Ракета в контейнере	?	?	ТТ	(2017)
МБР (ТТ)	Ракета в контейнере	?	?	ТТ	(2017)
Pukguksong-3		?	2	ТТ/ТТ	(2017)
БРПЛ (ТТ)	Копия NK-26	?	1	ТТ	(2018)

*Первый подтвержденный запуск в 2016 году. Возможно, в 2015 году проводились только испытания подводного старта.
ЖТ – на жидком топливе; ТТ- твердотопливная

Таблица А1. Перечень северокорейских ракетных программ (продолжение).

Название	Технология	Тип	Источник иностранной помощи	Масштаб иностранной помощи
Scud B	Scud	Ракета	Советский (проект Макеева)	Ракетная система
Scud C	Scud	Ракета	Советский (проект Макеева)	Ракетная система
Nodong	Scud	Ракета	Советский (проект Макеева)	Ракета
Taepodong 1	Scud/SS-21	Ракета-носитель	Советский (проект Макеева)	Двигатели, наведение, проект
Scud D	Scud	Ракета ?	Советский (проект Макеева)	Двигатель ? Ракета ?
Unha	Scud	Ракета-носитель	Советский/северокорейский ?	Двигатели, наведение, компоненты
KN-02	SS-21	Ракета	Советский (проект Колмны)	Ракетная система
KN-02 (улучш.)	SS-21	Нереалистичные параметры	Советский (проект Колмны)	Ракета ?
KN-11	КНР/ПАК?	БРПЛ	Китайский/пакистанский ? Советский ?	Твердотопливный двигатель, ракета ?
Musudan	SS-N-6	Ракета	Советский (проект Макеева)	Двигатель, проект, ракета ?
Scud ER	Scud	Ракета	Советский (проект Макеева)	Ракета
KN-15	КНР/ПАК?	Контейнер, ракета	Китайский/пакистанский ? Советский ?	Твердотопливный двигатель, ракета ?
Hwasong-12	РД-250	Ракета	Советский (проект Янгеля/Глушко)	Двигатели, проект, ракета ?
KN-18	Scud	Ракета Scud C с маневрирующей отделяемой боеголовкой ?	Советский (смотрите Scud C)	Ракета
Hwasong-14	РД-250	МБР	Советский (проект Янгеля/Глушко)	Двигатели, проект, ракета ?
KN-21	Scud	Ракета Scud B с наведением на конечном участке ?	Советский (смотрите Scud B)	Ракета
Hwasong-15	РД-250	МБР	Советский (проект Янгеля/Глушко)	Двигатели, проект, ракета ?
KN-08	SS-N-6 ?	Макет на параде	Не применимо	Не применимо
KN-14	SS-N-6 ?	Макет на параде	Не применимо	Не применимо
МБР (ТТ)	?	Контейнер на параде	Не применимо	Не применимо
МБР (ТТ)	?	Контейнер на параде	Не применимо	Не применимо
Pukguksong-3	КНР/ПАК?	Плакат на стене	Не применимо	Не применимо
БРПЛ (ТТ)	?	Макет на параде	Не применимо	Не применимо

Приложение В

ДАнные ЛЕТНЫХ ИСПЫТАНИЙ НА 2013 ГОД⁷⁷

Приведенные ниже данные, скомпилированные из многих источников, иллюстрируют типичное выполнение программ ракетных испытаний. Испытания необходимы для идентификации проблем при разработке ракет. Поэтому в испытаниях новой ракеты неудачные испытания неизбежны. На основании результатов испытаний в проект и (или) процесс изготовления могут быть внесены изменения.

Таблица В1. Операционные данные летных испытаний

Ракета	Страна	Период времени	Общее количество запусков	Количество запусков за год
P-13	СССР	1960 – 1972	311	26
P-21	СССР	1963 – 1989	228	9
P-12	СССР	1965 – 1987	608	28
P-27	СССР	1968 –1988	492	25
Minuteman III	США	1971 – 2010	200	5
P-27У	СССР	1974 – 1990	161	10
Trident II D5	США	1990 – 2013	148	6
Тополь	Россия	1990 – 2010	49	Около 2
P-17/Scud B	ГДР	1965 – 1990	80	3
Scud B	КНДР	1984 – 2013	9 ?	0,3
Scud C	КНДР	1990 – 2013	7 ?	0,3
Nodong	КНДР	1993 – 2013	6 ?	0,3
Musudan	КНДР	2003 – 2013	0	0

Запуски учитываются, когда ракеты официально объявлены как «развернутые» или «действующие». Запуски в процессе разработки не включены. 2013 год был выбран для того, чтобы выделить малое количество запусков в Северной Корее до того, как количество запусков увеличилось в 2014 году в период правления Ким Чен Ына.

Рисунок В1 иллюстрирует самостоятельную программу. Каждая точка соответствует испытательному запуску; розовый цвет отмечает неудачи. Пилотируемые запуски отмечены синим цветом⁷⁸. В таблице В2 перечислены запуски по программам Atlas (МБР и космические ракеты-носители), Titan II и Saturn.

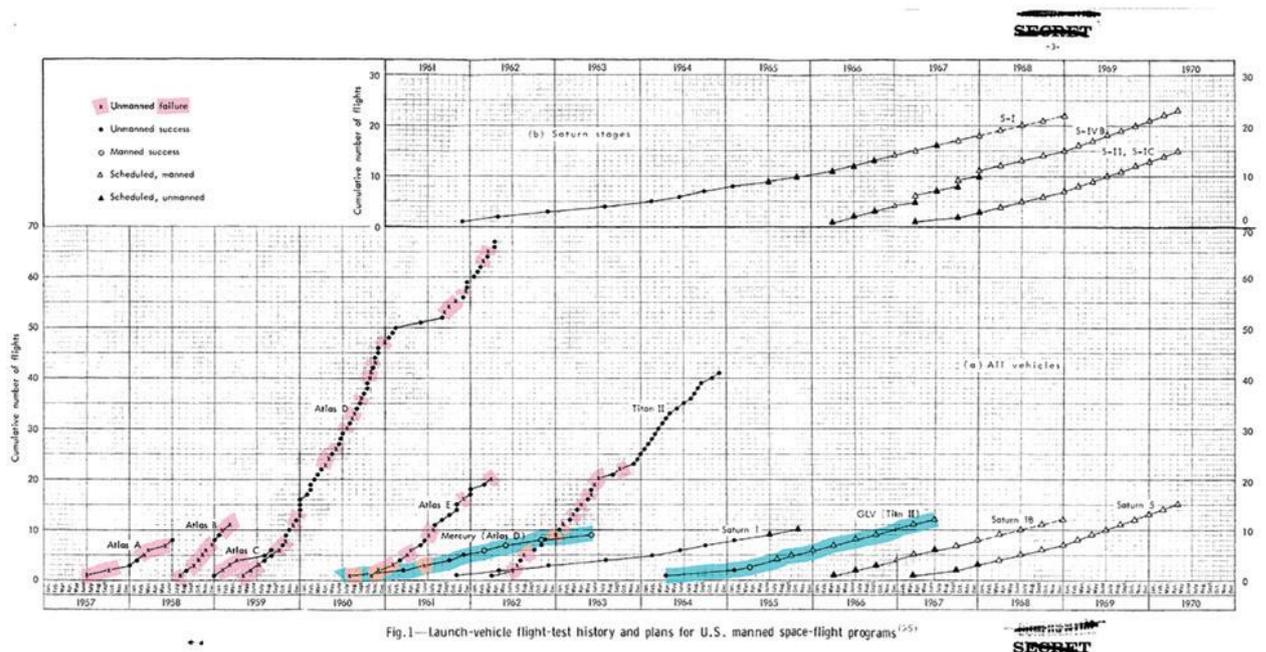


Рисунок В2. История летных испытаний и планы пилотируемых космических полетов США. По горизонтальной оси отложены годы, а по вертикальной – суммарное количество полетов.

Таблица В2. Ранние испытательные полеты ракет-носителей США⁷⁹.

Программа	Год	Запуски	Успешные/Неудачные
Atlas A	1957	3	1/2
	1958	5	2/3
Atlas B	1958	8	2/6
	1959	3	1/2
Atlas C	1959	6	3/3
Atlas D	1959	16	9/7
	1960	31	20/11
	1961	12	6/6
	1962	8	6/2
Atlas E	1960	2	0/2
	1961	16	10/6
	1962	2	1/1
Titan II	1962	9	5/4
	1963	16	9/7
	1964	16	16/0

Приложение С

СОВЕТСКИЕ КОНСТРУКТОРСКИЕ БЮРО И ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

Советский военно-промышленный комплекс был огромным. В таблице С1 представлена выборка относящихся к разработке ракет конструкторских бюро и заводов, связанных с производством ракет.

Таблица С1. Перечень некоторых советских конструкторских бюро и заводов.

Советское название	Руководитель	Местоположение	Современное название
Конструкторские бюро			
ОКБ-1	С.П. Королев	Королев, Москва, Россия	РКК Энергия
ОКБ-2	А.М. Исаев	Королев, Москва, Россия	КБ Химмаш (КБХМ)
ОКБ-52	В.Н. Челомей	Реутов, Москва, Россия	НПО машиностроения (ЦКБМ)
СКБ-101		Коломна, Москва, Россия	КБ машиностроения (КБМ)
СКБ-385	В.П. Макеев	Миасс, Россия	Конструкторское бюро Макеева
ОКБ-456	В.П. Глушко	Химки, Москва, Россия	НПО Энергомаш
ОКБ-586	М.К. Янгель	Днипро, Украина	Конструкторское бюро Южное
Промышленные предприятия			
Завод 235		Воткинск, Россия	Воткинский завод
Завод 139		Златоуст, Россия	Златмаш
Завод 586		Днипро, Украина	Южмаш
Завод 3		Миасс, Россия	Миасский машиностроительный завод (ММЗ)

Таблица С1. Перечень некоторых советских конструкторских бюро и заводов (продолжение).

Советское название	Тематика	Образцы продукции	Технологические линии	Год обнаружения технологии в КНДР
Конструкторские бюро				
ОКБ-1	Ракеты	Р-7, Р-11		-
ОКБ-2	Двигатели	Двигатели Scud, SS-N-6	Scud	1984
ОКБ-52	Ракеты	УР-100/SS-11mod1		-
СКБ-101	Ракеты	SS-21	SS-21	2007
СКБ-385	Ракеты	Scud B, P-27/SS-N-6	Scud, SS-N-6	1984, 2010
ОКБ-456	Двигатели	Двигатель РД-250	РД-250	2016
ОКБ-586	Ракеты	Р-16/SS-7, Р-36/SS-9	РД-250	2016
Промышленные предприятия				
Завод 235	Ракеты	Scud B, Scud C, SS-26 Искандер, SS-27 Тополь	Scud	1984
Завод 139	Ракеты	Scud B, SS-N-6	Scud	1984
Завод 586	Ракеты, двигатели	Двигатель РД-250, Р-16/SS-7, Р-36/SS-9	РД-250	2016
Завод 3	Ракеты	Компоненты		

Приложение D

Система оружия Scud B

Система оружия Scud B включает в себя намного больше, чем только ракету P-17/8K14 и ее транспортно-пусковую установку. Для того, чтобы эксплуатировать такую систему, потребуются все ее элементы (смотрите рисунок D1).

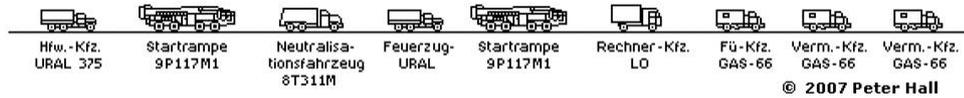


Рисунок D1. Вспомогательные транспортные средства системы Scud B.

Типичная пусковая батарея ракет Scud B включает в себя несколько специально оборудованных транспортных средств. На рисунке показана типичная пусковая ракетная батарея бывшей Восточной Германии на марше⁸⁰.

При запуске ракеты Scud B для загрузки, подготовки, запуска и очистки потребуются следующие транспортные машины:

1. Транспортно-пусковая установка (9P117, 9P117M, 9P117M1) (рисунок D1).
2. Разведывательная машина (GAZ-66T) с комплектом аппаратуры (1T12).
3. Связная машина (GAZ-66T) с защищенной радиосистемой (R-142).
4. Машина очистки и нейтрализации (8T311, 8T311M).
5. Машина с компрессором сжатого воздуха (UKS-400W).
6. Транспортер ракеты (2T3M).
7. Транспортер боеголовки (9F21, 9F223).
8. Мобильный автокран (9T31M, 9T31M1).
9. Заправщики для окислителя (8G17M, 9G30) и топлива, достаточные для заправки одной (окислителем) и двух ракет (топливом).
10. Машина с аппаратурой для проверки системы наведения и самоуничтожения (2W11).
11. Машина с аппаратурой для проверки бортовых систем, гироскопов и взрывателей (9W41).
12. Машина для обслуживания, ремонта и реконструкции (2Sht1).
13. Командная машина (9S436-1).

Северокорейская транспортно-пусковая установка идентична советской транспортно-пусковой установке на базе грузовика МАЗ-543. Был перемещен только блок вспомогательной силовой установки (смотрите рисунок D2). Китайская транспортно-пусковая установка для ракеты DF-11 выглядит совсем по-другому. Транспортер, изготовленный в Северной Корее, так же должен был бы выглядеть по-иному.

NK



APU vent position

Soviet



China



Рисунок D2. Транспортно-пусковые установки ракет класса Scud⁸¹. Сверху показаны северокорейские машины, в центре – советские, а внизу – китайские. На фотографиях северокорейского и советского транспортеров отмечены положения блока вспомогательной силовой установки.

Приложение Е

Клонирование и реверсивное проектирование ракеты Scud: Северная Корея и Ирак

На рисунке показаны те же самые характеристики, что и у оригинальной двигательной установки ракеты Р-17/Scud В.

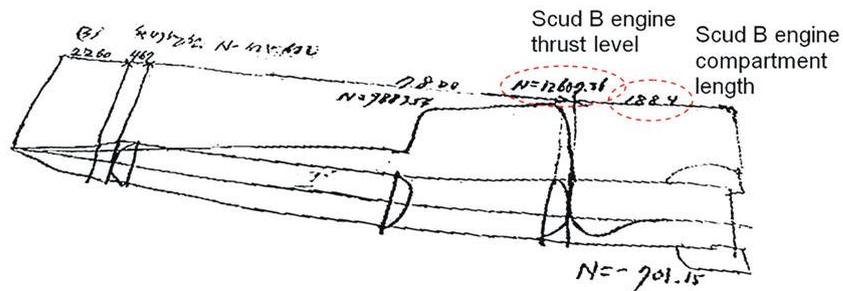


Рисунок Е1. Эскиз ракеты Scud В с северокорейского торгового судна Kuwolsan, Индия, 1999 год⁸².

Северокорейская ракета Scud идентична советской, включая надписи на кириллице и несущественные подробности.

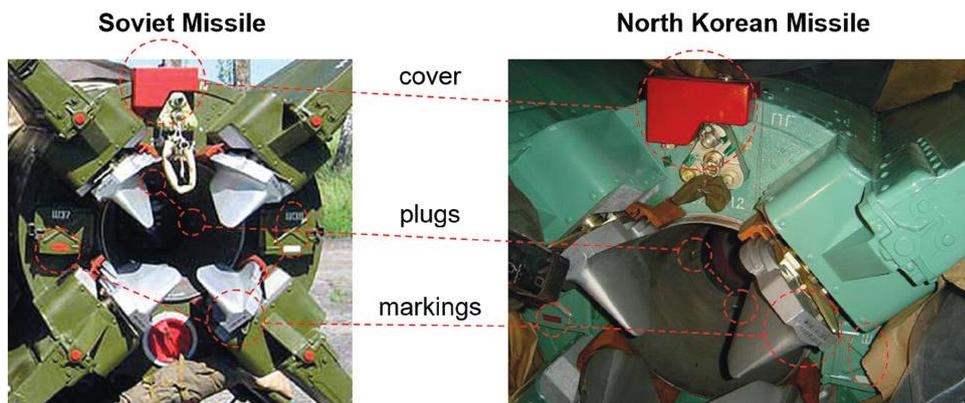


Рисунок Е2. Ракета Scud В с северокорейского торгового судна So San, Аденский залив, 2002 год⁸³. Слева показана советская ракета, справа – северокорейская. Крышки (сверху), заглушки (в центре) и надписи (внизу) идентичны.

Детали ракет Scud, изготовленные в ходе иракской программы реверсивного проектирования, выглядят непохожими на оригиналы.

Block 8W11703 for the R-17/Scud B



Soviet original

German replica (for Iraq)



contained aneroid barometers

Рисунок Е3. Оригинальные и реверсивно спроектированные детали ракеты Scud B⁸³. Слева показаны советские оригиналы, а справа – немецкие реплики (для Ирака). В верхней части показаны блоки 8W11703 ракеты Р-17/Scud В, содержащие aneroidные барометры.

Приложение F

Ракеты KN-08 и KN-14

На плакате на транспортно-пусковых установках на параде, обе ракеты KN-08 и KN-14 в Северной Корее обозначаются как Hwasong-3. Ни та, ни другая ракеты не запускались. Ракета KN-08 (на рисунке сверху) впервые была открыто показана в апреле 2012 года. В октябре 2015 года другая конструкция, KN-14 (на рисунке внизу), прошла на параде по улицам Пхеньяна, установленная на том же самом транспортере, что и KN-08 в 2012 году (рисунки F1 и F2).

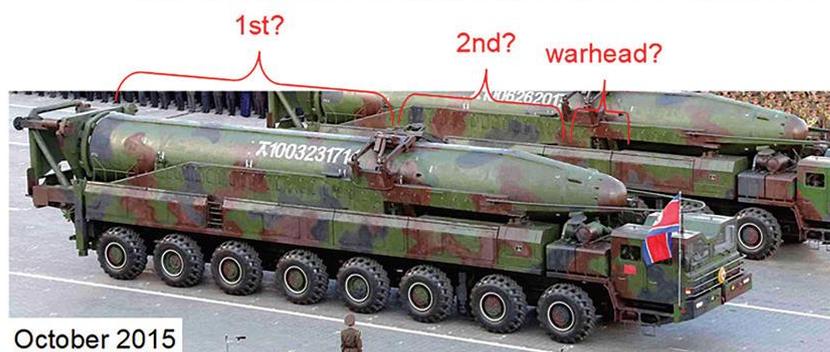
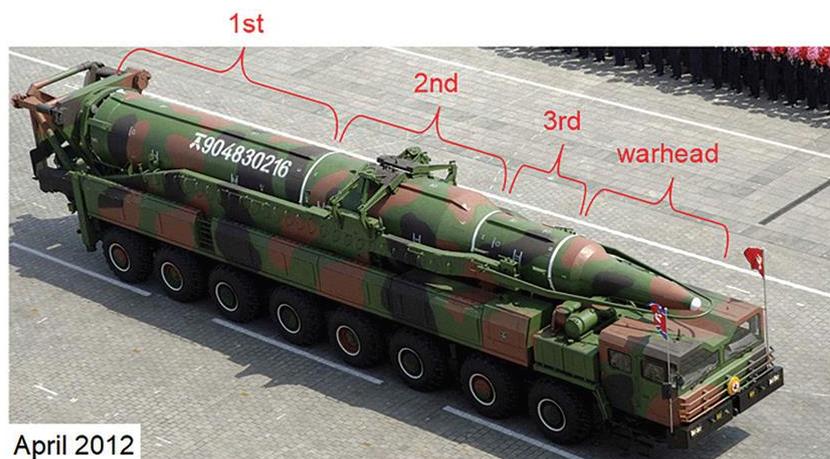


Рисунок F1. Макеты KN-08 и KN-14⁸⁵.

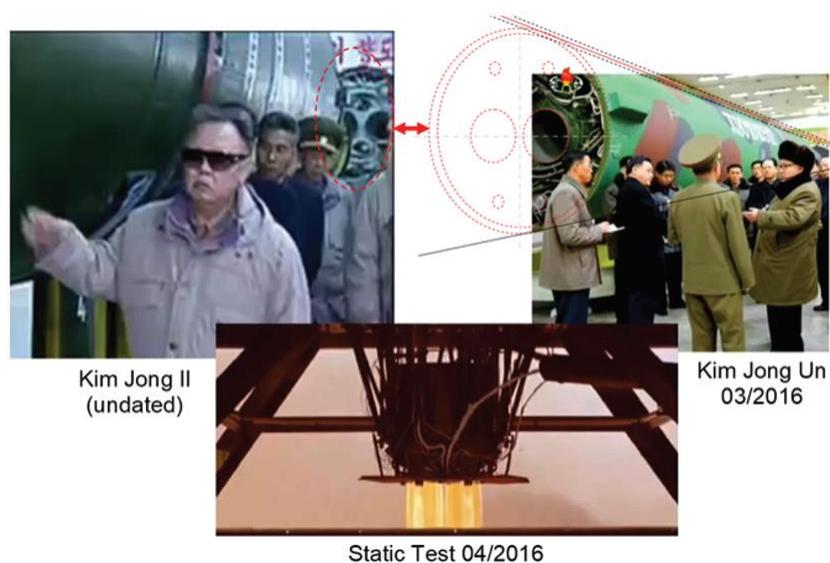


Рисунок F2. Двигательная установка ракеты KN-08⁸⁶. На левой фотографии показан Ким Чен Ир (дата неизвестна), на правой – Ким Чен Ын (20 марта 2016 года), внизу – статическое испытание в апреле 2016 года.

Программа KN-08 должна была быть начата в 2000-х годах, или раньше, поскольку изображение показывает Ким Чен Ира с тем, что на заднем плане выглядит как первая ступень KN-08. На ней уже видна двигательная установка Musudan с двумя камерами, которая позднее была показана в ходе статического стендового испытания.

Дата этого изображения не известна. Ракета за Ким Чен Иром не идентифицирована, но та, что находится на заднем плане, выглядит как KN-08 (рисунок F3).



Рисунок F3. Ким Чен Ир инспектирует большие ракеты⁸⁷.

Приложение G

Хронология запусков северокорейских ракет в 1980 – 2000-х годах

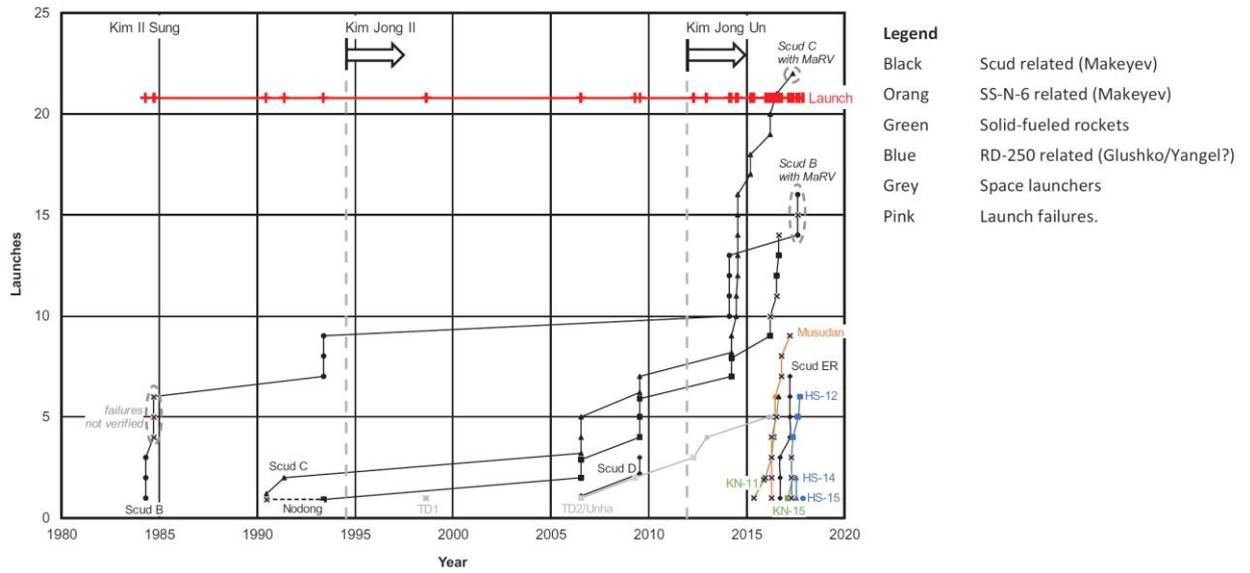


Рисунок G1. Хронология запусков северокорейских ракет в 1980 – 2000-х годах. По вертикальной оси отложено количество запусков, а по горизонтальной – годы. Технологические линии выделены следующими цветами: черным – Scud (Макеев); оранжевым – SS-N-6 (Макеев); зеленым – твердотопливные ракеты; голубым – РД-250 (Глушко/Янгель ?); серым – космические ракеты-носители. Розовым цветом выделены неудачные запуски.