

ИЗУЧЕНИЕ УТВЕРЖДЕНИЙ О ПОДГОТОВКЕ К ИНДИЙСКОМУ ЯДЕРНОМУ ИСПЫТАНИЮ В ПУСТЫНЕ РАДЖАСТАН

Осуществление верификации Договора о всеобщем запрещении ядерных испытаний с использованием коммерческих спутниковых фотографий

Випин Гупта и Фрэнк Пабиан

В этой статье говорится об использовании коммерческих спутниковых фотографий, сообщений средств массовой информации и опубликованных научных статей для изучения прозвучавших в декабре 1995 г. утверждений о подготовках к индийскому ядерному испытанию в пустыне Раджастан. Взяв обвинения против Индии в качестве примера будущих споров относительно выполнения Договора о всеобщем запрещении ядерных испытаний (ДВЗЯИ), мы провели исследования, чтобы проверить полезность коммерческих спутниковых фотографий для верификации ДВЗЯИ. Технические изыскания привели к ряду заключений по истории индийской ядерных испытаний и по утверждениям о недавнем ядерном испытании. Среди них точное положение просевшей воронки, образованной при ядерном испытании 18 мая 1974 г., обнаружение соседнего военного полигона рядом с деревней Хетолаи, а также наблюдение за недавней крупномасштабной необычной активностью на этом полигоне в непосредственной близости от места проведения испытания 1974 г. Полученные со снимков сведения использовались для отсеивания фактов от домыслов в противоречивых сообщениях средств массовой информации (СМИ). Затем они объединялись в достоверные свидетельства и анализировались для определения того, носила ли наблюдавшаяся деятельность на военном полигоне Хетолаи обычный характер, была ли связана с испытаниями ракет, была ли ядерной или же безобидной. Наш анализ привел к трем основным выводам. Во-первых, на полигоне Хетолаи есть следы деятельности по ядерным испытаниям. Он использовался для испытания 18 мая 1974 г., и имеются достоверные факты из четырех различных источников, указывающие на сооружение шахт в начале 80-х гг. для двух дополнительных ядерных испытаний в этом районе. Во-вторых, существует заслуживающий доверия факт, говорящий в пользу планируемого испытания ракет 'Притви' в районе военного полигона Хетолаи. По сообщениям индийских СМИ, четыре проверенных утверждения говорят о планируемой ракетной деятельности, а на американских картах с масштабом 1:5000000 видны пять расположенных поблизости военных оперативных участков, которые можно хорошо приспособить в качестве районов для падения ракет. В-третьих, значительная часть данных, вытекающих из фотографий, совместима с подготовкой к ядерному испытанию, с планируемыми испытаниями 'Притви' или с их комбинацией. Таким образом, подготовка к ядерному испытанию и планируемые испытания 'Притви' являются каждый сам по себе правдоподобными и совместимыми с объяснениями наблюдаемой новой деятельности на военном полигоне Хетолаи. Статья завершается оценкой значения изученного случая для более широкого вопроса верификации выполнения ДВЗЯИ. В заключении содержится обсуждение уроков, полученных от упражнений по верификации, с комментариями о значении существующих коммерческих спутниковых фотографий при обращении к будущим проблемам выполнения ДВЗЯИ.

Випин Гупта работает стажером в Центре по изучению глобальной безопасности Ливерморской национальной лаборатории имени Лоуренса (Ливермор, Калифорния, США). В настоящее время занимает должность специалиста по дистанционному зондированию и контролю над вооружениями в отделе системных исследований Центра разработок исследовательских систем при Сандийской национальной лаборатории (Ливермор, Калифорния). Фрэнк Пабиан - специалист по нераспространению Управления по нераспространению, контролю над вооружениями и международной безопасности Ливерморской национальной лаборатории имени Лоуренса (Ливермор, Калифорния, США). В настоящее время главный инспектор рабочей группы по Ираку при МАГАТЭ (Вена, Австрия). Работа проведена при содействии Министерства энергетики США по контракту W-7405-Eng-48 с Ливерморской национальной лабораторией. Приведенные здесь анализы, взгляды и варианты авторов отражают их личные точки зрения.

ВВЕДЕНИЕ

Газета New York Times сообщила 15 декабря 1995 г., что Индия готовится к проведению ядерного испытания в пустыне Раджастан¹. На следующий день Washington Post опубликовала статью, в которой также сообщалось об индийских приготовлениях к ядерному испытательному взрыву в северо-западной части Индии². Две эти статьи вызвали какофонию официальных реакций и мнений экспертов, простиравшихся от полных сильными выражениями заявлений, что утверждения о подготовке к испытанию являются определенно лживыми, до противоположных заявлений о том, что эти сообщения оказались совершенно точными. Спектр мнений приведен в табл. 1.

Недавние утверждения о подготовке к индийскому ядерному испытанию представляют собой определенный тип споров по проблеме соблюдения соглашений, с которым может столкнуться международная общественность, когда будет задействован режим ДВЗЯИ. Какая-то страна внезапно может оказаться обвиненной в нарушении или разрыве ДВЗЯИ без представления фактов в поддержку этого утверждения (или с небольшим числом фактов). Немедленно после такого развертывания событий эксперты и официальные лица из обвиняемой и обвиняющих стран могли бы прекратить обмен противоречивыми заявлениями о достоверности утверждений (примеры чего помещены в Табл. 1). Методики "после-взрывной" верификации ДВЗЯИ (гидроакустическая, инфразвуковая, радионуклидная и сейсмическая) окажут мало помощи для разрешения проблемы до проведения фактиче-

ского испытания. К инспекции на месте можно не обращаться, поскольку отсутствует информация о точном положении подозреваемого места и о всей истории подготовки к взрыву. Кроме того, в ДВЗЯИ нет условия, позволяющего проводить инспекцию до испытания.

Вне зависимости от того, справедливы утверждения о подготовке к ядерному испытанию или нет, страны-участницы ДВЗЯИ скорее всего проявят живой интерес к возможно быстрейшему и точнейшему анализу фактов. Может оказаться желательным получить эти факты на основе данных из открытых источников, чтобы информация могла быть собрана независимо многими странами и свободно предоставлена союзникам и соперникам. Такую децентрализованную информацию было бы гораздо труднее изменить - следовательно она могла бы оказаться более заслуживающей доверия в ненадежной региональной или международной обстановке.

Одним из открытых источников, который можно использовать для изучения сообщений о подготовках к ядерному испытанию, служат коммерческие спутниковые фотоснимки. Такие снимки уже применялись рядом исследователей для обнаружения подготовки и анализа поверхностных следов на известных ядерных полигонах³. Критически оценивалась полезность коммерческих спутниковых фотографий для верификации ДВЗЯИ⁴. Результаты этих исследований до сих пор демонстрируют значение существующих коммерческих спутников с фотоаппаратурой для контроля над текущими программами ядерных испытаний на заявленных полигонах. Впрочем, эти исследования не установили полезности подо-

бных снимков для обнаружения скрытой испытательной деятельности в любом месте внутри данной страны.

Таблица 1: мнения экспертов и официальные точки зрения относительно правдивости сообщений об индийских приготовлениях к ядерному испытанию в пустыне Раджастан.

Определенно ложные
"В этом нет правды", заявил Ариф Хан, пресс-секретарь МИД Индии. Он сказал, что службы разведки видимо засекли военную деятельность, не связанную с индийской ядерной программой. "Это обычные военные маневры в данном районе, потому что он близок к границе с Пакистаном", сказал Хан. (Tim Weiner, "India Suspected of Preparing for A-Bomb Test", New York Times, December 15, 1995, p.A6.) Шив Махерджи, пресс-секретарь посольства Индии в США, сказал сегодня, что деятельность на ядерном полигоне - это военные маневры, "которые были ложно интерпретированы до абсурда". (Tim Weiner, "US Suspects India Prepares to Conduct Nuclear Test", New York Times, Late Edition, December 15, 1995, p.A6.) "Ерунда", - сказал создатель первой индийской атомной бомбы Раджа Раманна. Он назвал сообщение "большой ложью". Человек, которому приписывают успешное проведение испытания в Покаране, Р. Дастидар сказал: "Лично я не верю сообщению в New York Times. Американские источники не заслуживают доверия". (Srinivas Laxman, "NYT Report of N-Test a Big Lie: Ramanna", The Times of India, December 17, 1995, p.9.) "Ответ - нет", заявил министр иностранных дел Индии Пранаб Мухерджи на пресс-конференции, когда его спросили, собирается ли Индия провести ядерное испытание. "Эти сообщения предположительны и безосновательны" - сказал Мухерджи. (Lisa Vaughan, "India Says Not Planning Nuclear Weapon Test", Reuters, December 19, 1995.) "Мы показали наши способности провести взрывной эксперимент в Покаране", - сказал П.К. Айенгар, бывший председатель индийской комиссии по атомной энергии. "С того времени мы не проводили никаких испытаний и у нас нет программ испытаний". Отвечая на вопросы, он добавил: "Я полагаю, что возникли ложные слухи о стремлении правительства Индии испытать новое оружие. Это неправда." (P.K.Iyengar, "India's Nuclear Program: Past and Future", presented at the Henry L.Stimson Center, Washington DC, May 23, 1996.)
Вероятно ложные
"Я не могу представить Индии проводящей ядерное испытание", сказал П.Р.Хари, военный аналитик индийского центра политических исследований. "Затраты столь велики, а выгоды столь тривиальны, что на это не пошли бы." Хари назвал американские утверждения сильно "предположительными". Как он сказал, "это все равно, что сложить 2 и 2 и получить в ответе 22". (Hema Shukla, "Indian Expert: Nuclear Test Unlikely" UPI, December 16, 1995.)
Частично ложные
Индия собирается испытать ракету 'Притви' с обычной боеголовкой при максимальной дальности 150 км в Покаране. Именно эту деятельность засекли спутники-шпионы США, а сотрудники разведки подозревают ее как подготовку к новому ядерному испытанию. (Pravin Sawhney, "Preparations at Pokharan Site Reportedly for Missile Test", The Asian Age, December 19, 1995, pp.1,4.)
Без комментариев
Председатель индийской комиссии по атомной энергии Р. Чидамбарам сказал: "Я не должен отвечать на каждое безответственное сообщение в американских СМИ". Бывший председатель КАЭ Хоми Сетна предпочел обойтись без комментариев. (Srinivas Laxman, "NYT Report of N-Test a Big Lie: Ramanna", The Times of India, December 17, 1995, p.9.)

Данное изучение сообщения о приготовлениях к ядерному испытанию в Индии было проведено, чтобы проверить полезность коммерческих спутниковых фотографий для решения вопросов о соблюдении ДВЗЯИ, которые могли бы возникнуть до того, как произошло ядерное испытание. Приняв обвинения в адрес Индии в качестве примера будущих спо-

ров о соблюдении ДВЗЯИ, мы использовали снимки с разных приборов, установленных на коммерческих спутниках, и сообщения СМИ для определения того, что за деятельность (если вообще она была) проявилась в пустыне Раджастан. Исследование данного случая предполагало получение ответов на несколько ключевых технических вопросов. Могут ли наилучшие коммерческие спутниковые фотоснимки подтвердить сообщения о приготовлениях к ядерному испытанию и отсеять те, которые оказались неточными? Если так, то можно ли опубликовать эту информацию своевременно, чтобы выставить намерения страны приступить к ядерному испытанию до того, как эта страна заявит о своем решении выйти из Договора или попытается провести ядерный испытательный взрыв скрытно? Напротив, можно ли использовать такую информацию для оправдания страны, ложно обвиненной из-за злых намерений или в связи с неверной интерпретацией имеющихся сведений?

Таблица 1: продолжение.

Двусмысленные
"Эти сообщения целиком предположительного типа", - сказал пресс-секретарь МИД Индии Ариф Хан. Когда его спросил репортер, является ли предположение ложным или истинным, он ответил: "Правдивых предположений не бывает. Предположения остаются предположениями". (John Burns, "India Denies Atom-Test Plan But Then Turns Ambiguous", The York Times, December 16, 1995, p.4.) Директор индийского атомного исследовательского центра Баба А.Н.Прасад назвал их "спекулятивными". Он добавил, что спутники продолжают регистрировать разные типы деятельности. (Srinivas Laxman, "NYT Report of N-Test a Big Lie: Ramanna", The Times of India, December 17, 1995, p.9.)
Возможно верные
У всего этого несколько объяснений, но возможность того, что готовится ядерное испытание, не может быть отброшена. (Prem Shankar Jha, "Monitoring India's Nuclear Option", The Hindu, December 30, 1995, p.12.)
Вероятно верные
"Я верю, что какие-то приготовления проводились. Мы не знаем, будет ли это 'Улыбающийся Будда-2'", сказал президент Пакистана Фарук Ахмад Хан Легари, сославшись на испытание 1974 г. под кодовым именем 'Улыбающийся Будда'. ("Pakistan Assures Appropriate Response to a New Nuclear Test by India", Deutsche Presse-Agentur, December 18, 1995.)
Определенно верные
"Отношения между Индией и Пакистаном продолжают оставаться неудовлетворительными и возможность конфликта велика", - сказал директор ЦРУ Джон Дойч, - "Индия ведет подготовку к ядерному испытанию и мы полагаем, что если одна страна проведет испытание, другая последует за ней." (John Deutch, "Worldwide Threat Assessment", Prepared statement before the US Senate Intelligence Committee, Washington DC, February 22, 1996.) Министр иностранных дел Индии Пранаб Мухерджи сделал 8 марта 1996 г. сенсационное разоблачение перед отобранной группой аналитиков и академиков в Нью Дели относительно индийского ядерного потенциала и той подготовки к ядерному испытанию, о которой сообщалось. Он сказал: "Мы были готовы выполнить вариант испытаний в прошлом году". Но "что-то произошло". Однако "мы можем провести его позже." (Praful Bidwai, "Battle for a Bona Fide CTBT", The Economic Times Mumbai, April 1, 1996, p.7.)

Следующий раздел этой статьи содержит полный обзор современных и старых сообщений СМИ об индийской деятельности в связи с ядерными испытаниями, начиная с 1974 г. и по наше время. Эта информация оказалась необходимой для определения конкретных географических районов Индии, требующих наблюдения из космоса. В статьях приводится много уникальной информации. Часть деталей в этих сообщениях совпадает, а другие оказываются противоречивыми. В конце раздела дан анализ сообщений СМИ в виде гипотетической полемики о соблюдении ДВЗЯИ.

В последующих разделах поясняется, как получаются, обрабатываются и анализируются спутниковые фотоснимки для просмотра географических районов, где, как сообща-

лось, имела место индийская деятельность по ядерному испытанию. Даются интерпретации снимков и описания того, что на них открыто. Эта новая информация была использована для оценки достоверности каждого сообщения СМИ и для отождествления деятельности, обнаруженной на спутниковых снимках. Статья завершается обобщением большого числа фактов, полученных на основе наших исследований, и комментарием по поводу значения существующих коммерческих спутниковых фотографий для того, чтобы заниматься вопросами соблюдения ДВЗЯИ, которые могут возникнуть до проведения ядерного испытания.

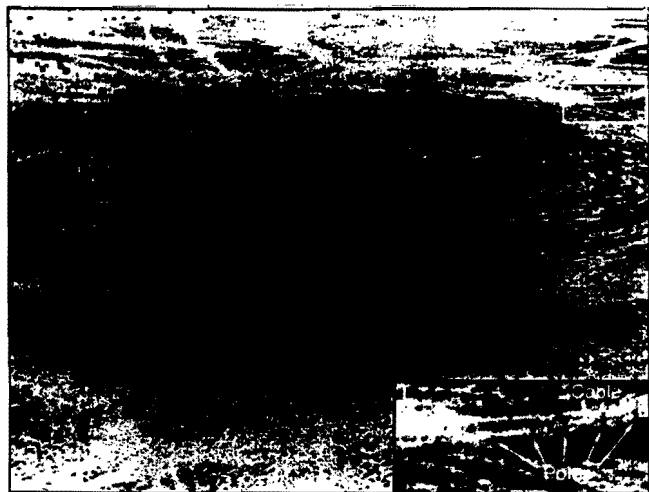
ОПУБЛИКОВАННЫЕ СООБЩЕНИЯ ОБ ИНДИЙСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Ядерное испытание 18 мая 1974 г.

Имеющаяся в распоряжении литература об индийской деятельности по проведению ядерных испытаний берет свое начало с 1974 г., когда Индия осуществила первый испытательный взрыв 18 мая. Это был подземный взрыв в пустыне Раджастан. Как сообщал атомный исследовательский центр Баба (БАИЦ), устройство из плутония было помещено на глубину 107 м и взорвано в 08:05 местного времени с достигнутой мощностью примерно 12 килотонн тротилового эквивалента⁶. Вскоре после взрыва образовалась просевшая воронка. Средний радиус видимой воронки составил 47 м, а глубина по отношению к "предвзрывному" уровню поверхности равнялась 10 м⁶.

На снимке 1 показан вид воронки и кабельных выводов, ведущих к центру взрыва. Снимок был сделан с вертолета примерно через час после подрыва ядерного устройства⁷. В нескольких публикациях были помещены снимки воронки: отчет БАИЦ, Illustrated Weekly of India, India Abroad и India Today⁸. Впрочем, масштаб этих фотографий и точные географические координаты воронки не были представлены⁹.

Снимок 1: Фотоснимок воронки, сделанный с вертолета 18 мая 1974 г. примерно через час после ядерного взрыва. На вставке приведено увеличенное изображение секции 1, где видны кабель и опоры, идущие к центру воронки. (Источник: Chidambaram and Ramanna, "Some Studies on India's Peaceful Nuclear Explosion Experiment," p.432).

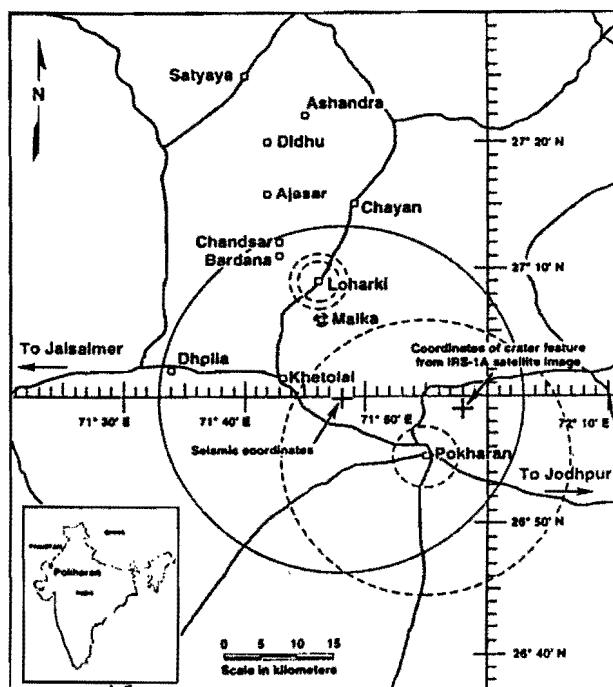


Сообщения СМИ об испытании 18 мая дали противоречивые намеки на координаты воронки. Статья в Science Today описывала, как ученые и официальные лица наблюдали взрыв с "башни, находившейся в 4.5 км от Покарана"¹⁰. Статья в Patriot утверждала, что точка взрыва находилась еще дальше - "примерно в 20 км от городка Покаран"¹¹. Статья в Times of India заявляла, что ближайшим населенным пунктом от точки взрыва был не Покаран, а скорее деревня Лохарки¹². Статья в Indian Expressне противоречила этому сообщению, когда сообщала, что расстояние от Лохарки до места взрыва 1974 г. составляло 3 км¹³. Статья в Business Standard утверждала, что расстояние было слегка больше - около 4 км¹⁴. Статья в Sunday

Magazine предоставила больше деталей, утверждавших, что испытание 1974 г. было проведено в высохшем колодце вблизи покинутой деревни Малка¹⁵. На рис.1 указаны разные районы, где, как сообщалось, произошло испытание 18 мая 1974 г.

На рис.1 помещены также сейсмические оценки положения места проведения испытания, представленные Международным сейсмологическим центром (МСЦ). Как сообщает МСЦ, испытание было зарегистрировано с магнитудой 4.9 по шкале Рихтера, а координаты точки взрыва равны $26.99^\circ \pm 0.028^\circ$ с.ш. и $71.80^\circ \pm 0.033^\circ$ в.д. - это рядом с Покараном¹⁶. Эта оценка положения эпицентра должна иметь систематическую ошибку около 15 км и статистическую ошибку до 10 км¹⁷. В результате одна только сейсмическая оценка положения эпицентра оказывается недостаточной для отфильтровывания сообщений СМИ по поводу места проведения испытания 18 мая 1974 г. (смотрите сплошной круг на рис.1).

Рисунок 1: Различные места, где могло бы произойти индийское ядерное испытание 18 мая 1974 г. Район внутри каждого штрихованного круга - условное положение места испытания по разным сообщениям СМИ. Район внутри сплошного круга соответствует сейсмическим оценкам: это то место, где наиболее вероятно произошло ядерное испытание. Радиус сплошной окружности равен сумме рассчитанной систематической ошибки (15 км) и статистической ошибки (10 км). Приведенная дорожная сеть взята из навигационного атласа Центра аэрокосмического картирования МО США (ноябрь 1987 г.; масштаб - одна миллионная). Деревни и поселки расположены в соответствии с картами NG-42-04 и NG-42-08, изготовленными картографической службой Армии США¹⁸.

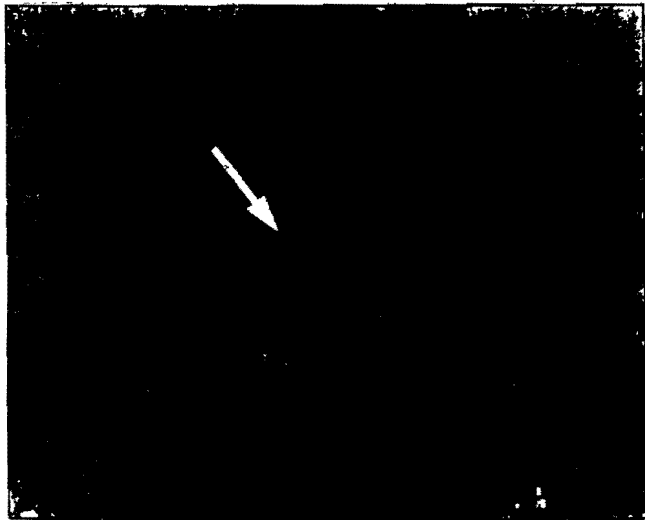


В 1992 г. один исследователь утверждал, что определил положение просевшей воронки, образованной от индийского ядерного испытания, на коммерческом спутниковом фотоснимке района Покарана¹⁹. Это изображение было получено 26 октября 1988 г. индийским спутником дистанционного зондирования IRS-1A. Пространственное разрешение снимка на уровне поверхности составило 36.25 м²⁰. Картинка из девяти пикселей была отождествлена с просевшей воронкой; ее координаты составили 26.982° с.ш. и 71.965° в.д. - это находится примерно в 7 км к северо-востоку от Покарана (смотрите рис.1 и снимок 2).

Впрочем, пространственное разрешение снимков IRS-1A было слишком грубым для совмещения особенности с воронкой, показанной на фотографии с вертолета (см. снимок

1); непосредственно не очевидно, что отождествленная особенность из девяти пикселей действительно является воронкой от взрыва 18 мая 1974 г. (см. снимок 2). Следовательно, точное положение воронки все еще не было известно с определенностью. Хотя было много претензий на определение географического положения места проведения испытания, верной могла оказаться не более, чем одна.

Снимок 2: Черно-белая репродукция части снимка IRS-1A, полученного 26 октября 1988 г., где видна особенность из девяти пикселей, которую отождествили с просевшей воронкой от взрыва 18 мая 1974 г. На репродукции сохранены пространственные и структурные детали, присутствующие в оригинале. (Источник: Jasani, "Civil Observation Satellites and Arms Control Verification", p.96).



Предполагавшаяся деятельность по индийскому ядерному испытанию в 1981 г.

В апреле 1981 г. американский сенатор Алан Крэнстон публично обвинил Индию в подготовке к проведению ядерного испытательного взрыва. Ссылаясь на сотрудников исполнительной власти, он утверждал о начале Индией приготовлений к ядерному испытанию с февраля 1981 г. на полигоне в пустыне Тар вблизи Покарана примерно в 150 км к юго-востоку от пакистанской границы, "рядом с местом испытания индийской бомбы в 1974 г."²¹. Он изображал деятельность как "земляные работы по захоронению ядерной боеголовки для подземного испытания"²².

Примерно неделю спустя газета Indian Express опубликовала статью о недавнем визите своего корреспондента в район Покарана. Статья сообщала, что население девяти деревень вблизи Покарана "может вскоре быть эвакуировано, чтобы освободить место для другого ядерного взрыва". В статье указывались названия этих деревень: Ашандра, Аджасар, Бардана, Шансар, Шаян, Дхолиа, Дидху, Лохарки и Сатяя (см. рис.1)²³. Корреспондент ссылается на слова заместителя старосты Лохарки Гокула Даса - одного из тех, кто был убежден в неминувности второго индийского ядерного испытания. Цитируется высказывание этого чиновника о том, что "три месяца тому назад (в январе или феврале 1981 г.) внезапно выросла ограда из колючей проволоки примерно в трех километрах южнее места старого взрыва..." Огороженная площадь составляла "примерно восемь километров в длину и три километра в ширину". Он добавил, что эта площадь использовалась как часть артиллерийского и танкового стрельбищ. Староста Лохарки Гулаб Сингх утверждал, что районные власти выпустили приказы в декабре 1980 г. и феврале 1981 г., запрещавшие местным жителям входить в новую охраняемую зону в течение года.

Примерно через один-два месяца после установления ограды Гокул Дас получил "официальное уведомление" о встрече с представителями восьми соседних деревень для обсуждения выселения жителей девяти деревень на четырехдневный срок. Староста деревни Аджасар Раттан Сингх также слышал о том, что население деревень будет отсе-

лено на четыре дня. Но в конце концов эта встреча, как сообщается, никогда не состоялась.

Статья в Indian Express завершалась информацией, полученной от представителя местных властей в Покаране г-на Менона, который выразил сомнения в каких бы то ни было индийских планах ядерного испытания. Он утверждал, что "не имел официальной информации относительно взятия под контроль какой-либо деревни в своем округе". Он заметил также, перед испытанием в мае 1974 г. автомашины с эмблемами Комиссии по атомной энергии свободно ездили по району, но "сейчас не было никаких свидетельств о таких машинах". Не было дальнейших сообщений о планах эвакуировать население всех девяти деревень, равно как нет свидетельств индийского ядерного испытания в 1981 г.

Предполагавшаяся деятельность по индийскому ядерному испытанию в 1982 г.

В начале мая 1982 г. еженедельник Sunday Magazine, выходящий в Калькутте, сообщил, что "в течение прошедшего года военные подразделения, размещенные вблизи Покарана, были вовлечены в деятельность, аналогичную той, которая велась перед взрывом 1974 г." Как сказали жители Лохарки, индийская армия "оградила площадь между местом предыдущего испытания в Малкеи Хетолаи (деревня на дороге между Покараном и Джайсалмером), и все выглядело так, как будто бы собираются произвести новый взрыв"²⁴. Жители Хетолаи подтвердили это сообщение и добавили, что "по ночам можно видеть огни из этого места. По ночам слышался монотонный шум машины, возможно. бура".

Жители Лохарки утверждали, что военные властвовали переговоры со старостой деревни Гулабом Сингхом о возможности выселения на несколько дней. Но сам Сингх противоречил этому утверждению: "Военные периодически посещали деревню, но не было никаких указаний со стороны армии о какой-либо возможности отселения для проведения ядерного взрыва".

Эти утверждения свидетелей не были подтверждены никакими последующими сообщениями прессы. Нет также свидетельств того, что когда-либо проводилось второе индийское ядерное испытание. Однако недавно появившаяся статья в Jane's Intelligence Review утверждает, что именно в этот период шли приготовления к индийскому ядерному испытанию. В 1995 г. крупные индийские ученые-ядерщики рассказали автору статьи в интервью, записанном на пленку, что "сообщения из открытых источников о подготовке Индии к ядерным испытаниям в начале 80-х гг. были верными"²⁵. Как сообщили ученые, в период между 1978 г. и 1980 г. было принято решение "подготовить место для двух новых испытаний..." В начале 80-х гг. индийская армия приняла участие в бурении двух скважин, которые "были завершены в трудных условиях..."

Предполагавшаяся деятельность по индийскому ядерному испытанию в конце 1995 г.

Газета New York Times сообщила 15 декабря 1995 г. что американские спутники-шпионы "зарегистрировали научную и техническую деятельность на полигоне Покаран в пустыне Раджастан"²⁶. В статье не сказано конкретно о предполагаемой деятельности и она неопределенно выразилась о ее целях. На следующий день после этой публикации газета Washington Post поместила похожую статью, где сказано о недавних индийских усилиях "по вычистке глубокой шахты для погружения под землю ядерного оружия"²⁷. Были детально описаны "возможные приготовления к установке измерительного оборудования", которое можно было бы использовать для сбора данных от ядерного взрыва. Статья утверждала, что эта деятельность проводилась на полигоне Покаран, который поддерживался Индией в рабочем состоянии "в течение последних двадцати лет".

Вскоре после того, как СМИ США сообщили о недавней индийской деятельности по ядерному испытанию в пустыне Раджастан, индийские СМИ подобрали и опубликовали информацию по сути вопроса, полученную из собственных независимых источников. Статья в Times of India от 18 декабря 1995 г. сообщила, что предположения о ядерном испытании оказались ложными, ссылаясь на сведения от "высокопоставленных военных лиц". Эти должностные лица сказали газете, что в Покаране имеются четыре полигона (A,B,C,D)²⁸. Они утверждали, что только полигон A был отве-

ден под ядерные эксперименты и что "там не было работ". Они подтвердили, что работы шли в этом районе, но только на полигонах В и С, "которые используются армией". Они добавили, что полигоны В-Д "служили местом для учений в течение многих лет и в этом нет ничего необычного". Газета Jansatta опубликовала 19 декабря 1995 г. статью с поддержкой публикации Times of India. В статье отмечается также, что Покаран был "местом, куда индийские силы направлялись для проведения практических учений"²⁹. Статья подтвердила существование площадки, "зарезервированной для ядерных взрывов", но утверждала, что "на ней не было никаких работ".

В тот же самый день, когда появилась статья в Jansatta, Asian Age опубликовала другую историю об индийской деятельности вблизи Покарана³⁰. Как и в статье Times of India, в ней отмечалось, что район Покарана разделен на четыре полигона: "полигону А для стрельб нужна максимально большая площадь размером до 40 км, полигон В традиционно используется для занятий с бронетехникой, полигон С предназначен для индийских ВВС, а полигон D, где был проведен мирный ядерный взрыв, огражден и является запретной зоной". Статья в Asian Age характеризует полигон D как обычно бездействующий. Впрочем, деятельность на полигоне D была "обнаружена", поскольку Индия планировала "испытывать ракету 'Притви' с обычной боеголовкой на максимальной дальности 150 км..."

Высокопоставленные индийские офицеры-артиллеристы информировали Asian Age в июне 1994 г., что индийское правительство одобрило "залповый пуск четырех ракет 'Притви' в Покаране", поскольку "для этой цели имеется в распоряжении подготовленный крупный полигон". В мае 1994 г. этот план был отложен "с учетом близости полигонов Покарана к пакистанской границе". Вместо этого ракета 'Притви' была испытана группой специалистов 4 и 6 июня 1994 г. на полигоне Орисса в восточной Индии³¹. В июле 1995 г. те же офицеры-артиллеристы сообщили Asian Age, что они разочарованы этими испытаниями 'Притви' в "столь контролируемых условиях", подразумевая, что требуется провести больше полевых испытаний "в реальных боевых условиях".

Как следовало из сообщений Asian Age, наблюдавшаяся активность вблизи места ядерного взрыва 1974 г. была связана с испытаниями "мобильности и подготовки ракеты в боевых условиях". В статье подчеркивалась потребность в проведении полевых испытаний, "так как 'Притви' использует жидкое топливо, которое высокотоксично и обладает коррозионным действием"³². Не появилось дальнейших сообщений СМИ по поводу результата этих предполагавшихся полевых испытаний.

В последующих индийских статьях представлены утверждения жителей из района Покарана. В статье Hindu от 30 декабря описан прошедший накануне визит индийского корреспондента в деревню вокруг Покарана³³. Как сообщили жители, новое ограждение из колючей проволоки выросло вокруг "заброшенной площадки для испытания 1974 г." Статья отмечала, что "существует также свидетельство об использовании оборудования для земляных работ". Жители утверждают, что поднялся совершенно новый холм из вырытого песка и грязи. Кроме того, корреспондент говорил о возможном наличии "водопровода к одной из деревень". Статья в Hindustan Times от 3 января 1996 г. приводила сходные утверждения и говорила о наличии кабельной сети: "Эта деятельность состоит из огораживания места проведения старого испытания, наваливания грунта для образования огромного песчаного холма, прокладки кабелей и т.п."³⁴.

Статья в Business Standard от 1 января 1996 г. содержала более детальную информацию от местных жителей³⁵. В ней, как и в статьях Hindu и Hindustan Times, сообщалось, что недавно был построен "новый прочный" забор вокруг места проведения испытания 1974 г. Фермер из Лохарки Панча Рамбил удивлен появлением нового забора, поскольку жители "использовали площадку вокруг места взрыва, чтобы пасти свой скот". Фермер вспомнил, что "вскоре после первого (1974 г.) взрыва трава и кусты на этой площадке сгорели, но после хороших дождей зелень снова дала побег". Как сказал крестьянин Бхайрон Сингх, жители отгаживались даже пасти скот вокруг воронки, образованной ядерным взрывом 1974 г.³⁶ Но когда корреспондент Business Standard попытался посетить это место, "появился охранник и объявил, что район закрыт для посещения". Охранник добавил, что "его начальник дал указание не пускать сюда никаких гражданских лиц".

Крестьяне из Лохарки и жители Покарана отметили также заметное увеличение численности войск в районе. Школьный учитель из Покарана наблюдал автоколонну длиной в 17 км на шоссе между Джодпуром и Покараном (см.рис.1), "загруженную вооружением и крупным оборудованием. не считая грузовиков с войсками". Местные жители отмечали, что в это время года проходят ежегодные военные учения, но "это было самым крупным, которое они когда-либо наблюдали". Они добавили, что "никто, похоже, не знает о причинах такого отклонения от установившегося порядка".

Корреспондент Business Standard отметил, что жители Лохарки не были убеждены, что текущая деятельность имеет отношение к ядерному испытанию. В отличие от сообщений Hindu и Hindustan Times, статья в Business Standard утверждала, что жители "не видели никаких крупных земляных или невоенных строительных работ". Староста Лохарки Ман Сингх утверждал: "Мы не знаем ни о каких планах по новому взрыву". Представители армии в Джодпуре предположили, что районы учений, связанные с зимними военными маневрами, могли по ошибке быть отнесены к подготовкам ядерного испытания, поскольку "во время такого мероприятия оказываются задействованными" обычные полигоны.

Анализ сообщений СМИ как проблема гипотетического соблюдения ДВЗЯИ

Если бы недавние предположения об Индии появились в условиях режима ДВЗЯИ (когда сама Индия подписала этот Договор), то многие правительства, ряд неправительственных организаций и некоторые региональные и международные учреждения имели обоснованный интерес к получению ответа на один главный вопрос: справедливы или ложны обвинения по поводу индийских приготовлений к ядерному испытанию? Чтобы получить такой ответ, аналитики со всего мира стали бы изучать суть дела. На ранних этапах исследований в распоряжении имелись бы прежде всего официальная реакция Индии на утверждения, история индийских ядерных испытаний и сообщения СМИ, представленные в предыдущих разделах.

Если основываться на имеющихся фактах, то появлялся как повод для подозрения, так и причины для скептицизма. Индия уже показала свою способность разработать и испытать ядерное взрывное устройство. Следовательно, сообщения СМИ об индийских приготовлениях к ядерному испытанию были бы восприняты как техническая возможность. Создание закрытого района в 1981 г. и сообщения деревенских старост о планах эвакуации могли бы иметь отношение к подготовкам следующих испытаний. Земляные работы и ночные операции с машинами, которые по звуку напоминали бур, о чем, соответственно, сообщалось в 1981 и 1982 гг., могли бы свидетельствовать о сооружении шахты; судя по сообщениям, это было санкционировано, чтобы создать задел для двух ядерных испытаний в будущем. Сообщение местных жителей о новых ограждениях, воздвигнутых в 1995 г., и новых ограничениях на доступ гражданских лиц в район вблизи места проведения испытания 1974 г. могли бы оказаться предшественниками все более скрываемой деятельности. То, что жители наблюдали новый холм из вырытого песка и грязи, могло бы стать свидетельством наличия продуктов бурения, материалов для укрепления скажины или того и другого³⁷. Новый холм мог бы оказаться результатом очистки шахты, о чем сообщала Washington Post, а прокладка кабелей могла быть связанной с подготовкой диагностического оборудования для экспериментов при ядерном испытании. Утвердительные замечания, двусмысленные ответы и отсутствие комментариев на утверждения со стороны некоторых индийских официальных лиц могли бы стать дополнительными указаниями на недавние приготовления Индии к ядерным испытаниям (см. табл.1).

Только лишь эта информация потенциально заставляла бы подозревать Индию в неизбежном нарушении ДВЗЯИ или в выходе из него. Впрочем, она не окажется адекватной для ответа на ряд вопросов, подвергающих утверждения сомнению. Если сообщения о планируемой эвакуации и о пробуривании скажины в начале 80-х гг. были верны, то почему вскоре после этого не произошло индийское ядерное испытание? Если последние утверждения жителей о новых ограждениях и ограничениях на доступ в район проведения испытания 1974 г. справедливы, то почему Times of India и Jansatta утверждали в своих статьях, что на полигоне, зарезервированном для ядерных экспериментов, не проводится никаких

деятельности? Возможно, новые меры безопасности были предприняты после того, как появились первые утверждения о ядерном испытании, чтобы помешать ретивым журналистам проникнуть в обычные военные районы? Если недавние наблюдения местными жителями нового холма вырытого песка и грязи верны, почему Business Standard сообщил, что местные крестьяне не наблюдали "никаких крупномасштабных земляных работ или невоенного строительства"? Не поднимали ли некоторые крестьяне просто ложную тревогу?

Если статьи в New York Times и Washington Post были верны, то почему в них не представлена более конкретная информация, нежели предположение об очистке шахты, для обоснования того, что наблюдавшаяся деятельность была подготовкой к ядерному испытанию? Если соответствовало действительности сообщение Asian Age о подготовке к испытанию ракеты 'Притви' вблизи места проведения испытания 1974 г., можно было бы неверно связать эту активность с приготовлениями к ядерному испытанию? Если в этом районе проходили зимние маневры, можно ли ошибочно истолковать обычную военную деятельность как приготовления к ядерному испытанию? Если это так, то в официальном индийском ответе можно было четко заявить, что в этом районе происходят обычные военные маневры (см. табл.1).

СБОР, ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ КОММЕРЧЕСКИХ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Если бы утверждения против Индии оказались предметом спора о соблюдении ДВЗЯИ, специалисты предприняли бы поиски к решению путем достижения трех основных целей:

- (i) Сбор новой информации из надежных независимых источников.
- (ii) Отделение правды от вымыслов в индийских официальных ответах, истории индийских ядерных испытаний и сообщениях СМИ.
- (iii) Определение того, обвиняла ли основная масса фактов Индию или оправдывала ее.

Данное упражнение на верификацию проверило полезность коммерческих спутниковых фотографий для достижения всех трех указанных целей. Изображения пустыни Раджастан были взяты из архивов и совсем недавно получены на коммерческих спутниках с бортовыми фотокамерами. В табл. 2 приведены все использованные спутниковые снимки и даны объяснения, почему было отобрано для детального анализа конкретное изображение. Изображения были обработаны с повышением контрастности и интерпретированы для выполнения трех последовательных задач.

Первой задачей было обнаружение просевшей воронки, образованной при испытании 18 мая 1974 г. Эта задача предпринималась не только для примирения противоречивых сообщений о месте проведения испытания, но и для точного определения места действия, где по утверждениям имела место деятельность по ядерному испытанию. Все сообщения индийских СМИ о приготовлениях к ядерному испытанию в 1981, 1982 и 1995 гг. сообщают о положении места активности относительно т.н. "ground zero" (проекция точки взрыва-18 мая 1974 г. на поверхность)³⁸. Образованная при этом испытании воронка найдена на спутниковых снимках, что сделало возможным попытаться решить вторую задачу - найти близлежащее место (если оно есть), зарезервированное для будущих индийских ядерных испытаний.

Во всех сообщениях СМИ относительно приготовлений к индийскому ядерному испытанию утверждалось, что деятельность проходила на полигоне, зарезервированном для ядерных испытаний. Даже две статьи в Times of India и Japansatta, резко отрицавшие индийскую активность по ядерным испытаниям, утверждали, что такой полигон существовал. Были проанализированы спутниковые фотографии в попытке либо подтвердить, либо опровергнуть эти утверждения об индийском полигоне для ядерных испытаний. Такая операция проводилась путем интерпретаций особенностей на снимках вблизи воронки 18 мая 1974 г. и сравнения полученной на этой основе информации с сообщениями СМИ. Проводился также цифровой поиск изменений, который выявил новую деятельность в этом районе. Третья задача состояла в том, чтобы определить, в какой мере эта новая деятельность могла бы быть отнесена к недавно проведенным военным уче-

ниям, приготовлениям к ядерному испытанию, полевым испытаниям ракеты 'Притви' или к чему-нибудь совершенно иному.

Определение положения просевшей воронки от взрыва 18 мая 1974 г.

Для поиска просевшей воронки от взрыва 18 мая 1974 г. были отобраны два спутниковых снимка из архива. Один снимок был сделан 25 марта 1995 г. панхроматической камерой HRV-1 с борта спутника SPOT-3 (Франция). Другой снимок был сделан 24 мая 1992 г. камерой KBP-1000 с борта одного из российских спутников серии "Космос". Изображение SPOT-3 покрывало участок размерами 60х60 кв.км с пространственным разрешением 10 м., а изображение KBP-1000 занимало площадь 40х40 кв.км с пространственным разрешением по поверхности около 4 м.³⁹

Таблица 2: список спутниковых фотографий, которые были приобретены, обработаны и проинтерпретированы для упражнений по верификации ДВЗЯИ.

Спутник, камера	Разрешение*	Центр°	Дата	Обоснование для выбора
CORONA, KH-3	≈ 10 м	27.17° 72.98°	12.12 1961	Самый старый из доступных снимков района Покарана, полученный за 13 лет до того, как Индия продемонстрировала свою ядерную способность
Космос, KBP-1000	3-4 м	27.17° 71.80°	24.5 1992 3:26	Изображение места ядерного испытания и окружающего района с высоким пространственным разрешением
SPOT-3, HRV-1 (панхром)	10 м	26.98° 71.69°	25.5 1995 05:57	Самое последнее безоблачное изображение района Покарана, полученное до появления утверждений об индийских приготовлениях к ядерному испытанию
SPOT-3, HRV-1 (панхром)	10 м	27.06° 71.76°	2.3 1996 6:02	Самое старое безоблачное изображение района Покарана, полученное после появления утверждений об индийских приготовлениях к ядерному испытанию
Radarsat, SAR	6.25 м	27.03° 71.80°	6.3 1996 13:22	Самое старое радиоизображение района Покарана, полученное после появления утверждений об индийских приготовлениях к ядерному испытанию
SPOT-3, HRV-1 (панхром)	10 м	27.11° 71.76°	18.3 1996 5:55	Стереопара к изображению SPOT-3 от 2.3. 1996 г.

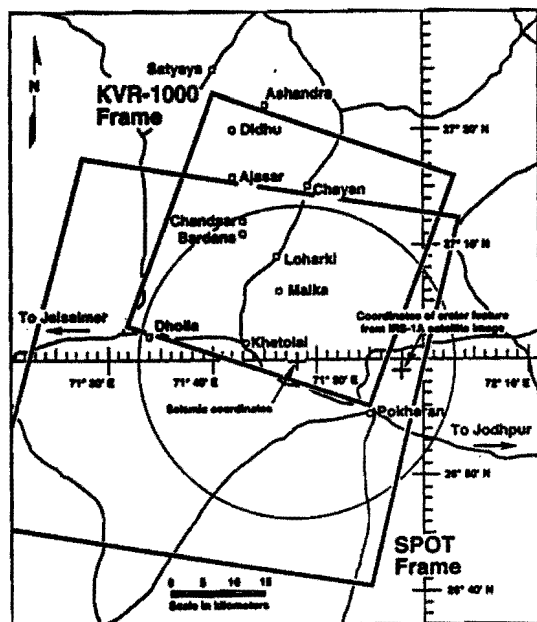
* Пространственная разрешающая способность (в метрах), приведенная к земной поверхности и определяемая размером пиксела.

° Географические координаты (северная широта и восточная долгота).

Панхроматический снимок SPOT был выбран для поиска воронки из-за относительно большой захватываемой площади при умеренно хорошем пространственном разрешении. Изображение от 25 марта 1995 г. было отобрано потому, что оно оказалось самым последним безоблачным снимком в архивах SPOT, содержащим практически весь круг ошибок сейсмических оценок определения положения места индийского ядерного испытания 1974 г. (см. рис. 2)⁴⁰. В снимок попали город Покаран и деревни Лохарки, Хетолаи и Малка - все эти места, судя по сообщениям, были вблизи места взрыва 18 мая 1974 г.⁴¹ Кроме того, в снимок попала особенность, найденная 26 октября 1988 г. на изображении со спутника IRS-1A, которая первоначально была отождествлена одним исследователем с воронкой, образованной при ядерном испытании (см. рис. 1).

Снимок KBR-1000 был выбран для поиска воронки, потому что эти спутниковые фотографии имели наилучшее разрешение среди тех изображений, какие можно купить на открытом рынке. Было отобрано изображение от 24 мая 1992 г., так как оно оказалось единственным имевшимся в продаже безоблачным снимком и содержало значительную часть круга ошибок, связанного с сейсмической оценкой определения положения места взрыва (см. рис. 2).⁴² Как и на снимке SPOT, на пленке KBR-1000 находятся деревни Лохарки, Хетолаи и Малка. Там же находятся пять из восьми деревень вокруг Лохарки, население которых, как сообщалось, готовились выселить в 1981 г. (см. рис. 2).

Рисунок 2: Географическое покрытие архивных снимков SPOT от 25 марта 1995 г. и KBR-1000 от 24 мая 1992 г.. На обоих изображениях перекрывается значительная часть круга ошибок, связанного с сейсмической оценкой положения места испытания 18 мая 1974 г.

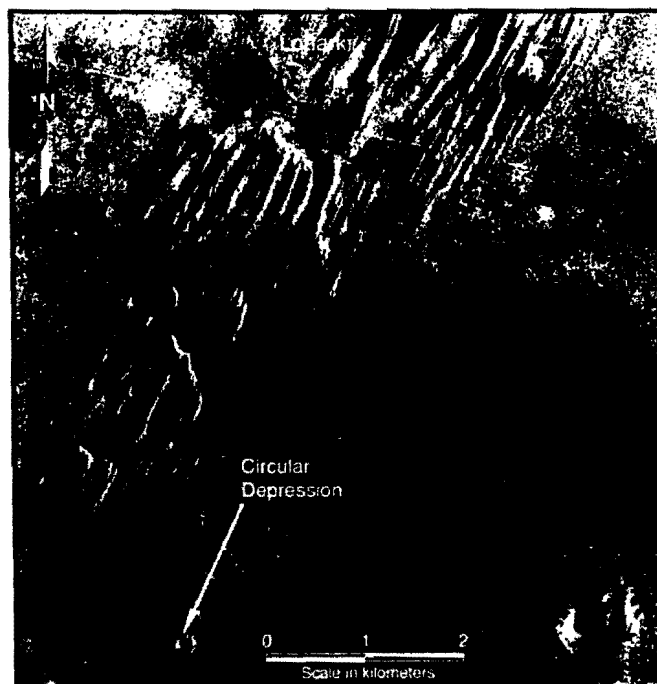


На полном снимке SPOT видна плоская местность с сельскохозяйственными полями, граничащими с пустынными участками. На снимке отождествлены 21 поселков и деревень. Видны также главная железнодорожная линия и основные дороги, но не найдены круговые особенности, которые можно было бы отождествить с воронкой от взрыва 18 мая 1974 г. Особенность, обнаруженная на снимке IRS-1A, было найдена и на снимке SPOT, но она все-таки кажется слишком крупной, чтобы убедительно совпасть с фотографией воронки, сделанной с вертолета (см. снимки 1 и 2).

На снимке KBR-1000 видна преимущественно плоская пустынная местность вперемежку с песчаными дюнами. При обзорном рассмотрении этого изображения обнаружилась

большая круговая впадина, лежащая в отдаленном месте, примерно в шести км к югу от Лохарки⁴³. На снимке 3 видна бросающаяся в глаза круговая особенность, окруженная песчаной пустынной территорией. Вид сверху на впадину кажется похожим на снятую с вертолета фотографию воронки, образовавшейся 18 мая 1974 г. Чтобы определить, является ли впадина действительно просевшей воронкой, изображение с KBR-1000 было преобразовано с целью восстановления наклонного угла наблюдения, характерного для воздушной съемки. Путем моделирования геометрии камеры, которая использовалось для получения снимка с вертолета, перспективный вид с KBR-камеры на впадину можно было бы использовать для сравнения с реальным вертолетным снимком. Однако, до того, как можно было бы получить перспективный вид, следовало определить ориентацию фотокамеры, установленной на вертолете.

Снимок 3: Изображение большой круговой впадины, расположенной в относительно однородной пустынной местности (снимок KBR-1000 от 24 мая 1992 г.). Вставка в правом нижнем углу - увеличенное изображение круговой впадины. Две светлые линии, протянувшиеся поперек снимка, вызваны царапинами на позитивной пленке.



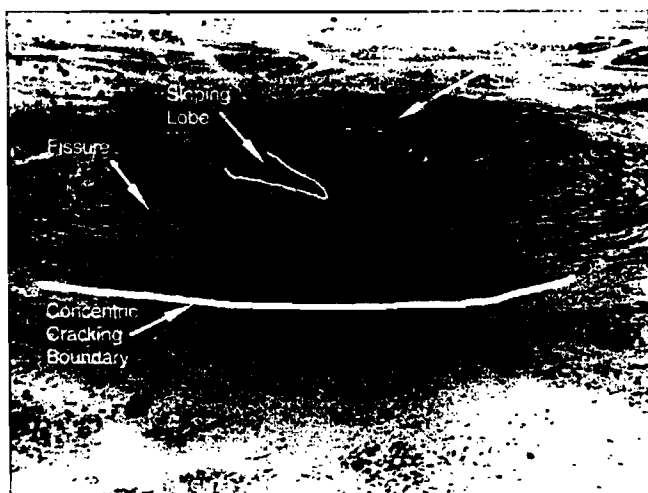
Фотография с вертолета, как сообщалось, была снята через час после взрыва. В соответствии с данными Международного сейсмологического центра взрыв произошел в 02:34:55.40 + 0.17 GMT (по Гринвичу), так что снимок должен был быть сделан примерно в 03:56 по Гринвичу 18 мая 1974 г.⁴⁴ В этот момент в вычисленном месте испытаний солнце находилось на востоке и тени указывали на запад (см. Приложение А). На переднем плане снимка с вертолета тени от кустов направлены на камеру, что говорит о расположении вертолета с западной стороны (см. снимок 4). С учетом этого индикатора направления фотокамера на вертолете должна была находиться к западу от воронки и быть направленной на восток в момент получения снимка.

Для точного воспроизведения этой ориентации камеры изображение с KBR-1000 рассматривалось в соответствующей перспективе. Угол наклона камеры был подобран визуально путем подгонки формы круговой впадины до формы овальной воронки, видной на вертолетном снимке. К счастью, высота солнца над горизонтом была также точно воспроизведена, поскольку изображение с KBR-1000 было получено почти в то же самое время года, что и снимок с вертолета (24 мая и 18 мая), и в то же самое местное время

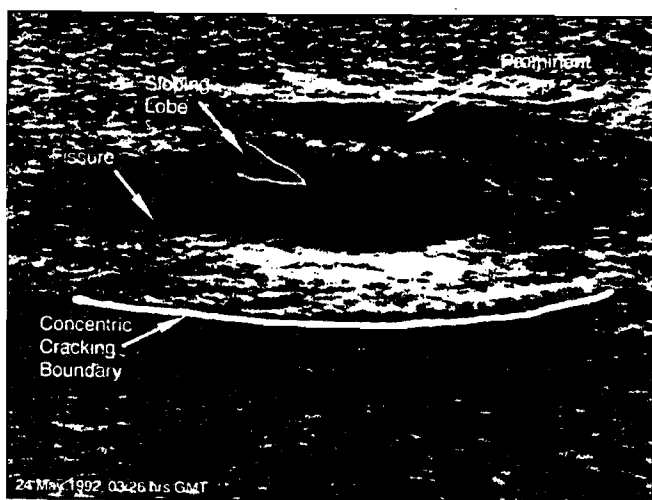
(03:26 GMT и 03:35 GMT). В результате, теневые условия на двух снимках оказались фактически идентичными.

Сравнение перспективного взгляда с камеры KBR-1000 и фотографии с вертолета обнаружило аналогичные топографические особенности. Они оказались решающими при сопоставлении двух изображений. Четыре геоморфологические структуры на круговой впадине были найдены также и на вертолетном снимке, что убедительно устанавливает соответствие впадины просевшей воронке, образованной на 18 лет раньше⁴⁵. На снимках 4 и 5 видны наклонное углубление, крутой откос, трещина и концентрическая граница области потрескиваний - это доказывает, что на обоих снимках изображена та же самая воронка.

Снимок 4: Упомянутая фотография воронки с вертолета. Четыре поверхностные особенности, указанные на снимке, были найдены на изображении воронки, полученном с KBR-1000 (см. снимок 5). Обратите внимание, что кусты на переднем плане отбрасывают тени по направлению к камере. Обозначения на иллюстрации: Prominent Scarp - заметный крутой откос, Sloping Lobe - наклонное углубление, Fissure - трещина, Concentric Cracking Boundary - концентрическая граница области потрескиваний.



Снимок 5: соответствующая перспектива большой круговой впадины с камеры KBR-1000. Моделируемая вертолетная камера находится к западу от воронки и направлена на восток. Четыре поверхностные особенности, указанные на снимке, доказали, что впадина оказалась просевшей воронкой, образованной 18 мая 1974 г. Расстояние от заметного крутого откоса до концентрической границы области потрескиваний, измеренное через центр воронки, составляет 165 ± 2 м.

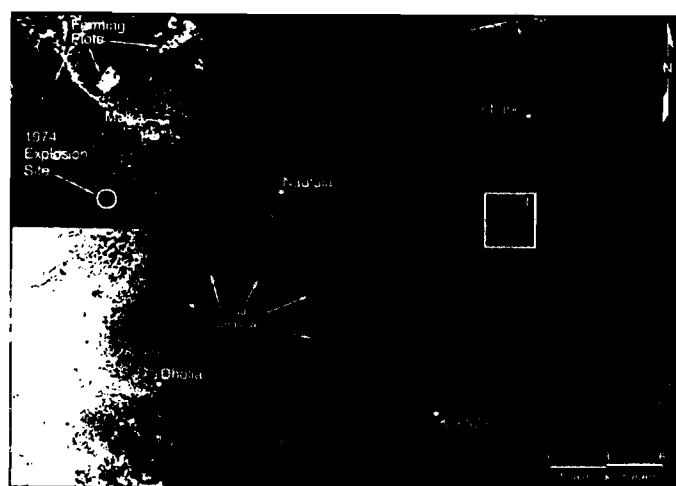


После положительного отождествления круговой впадины ее грубые очертания были установлены на изображении SPOT от 25 марта 1995 г. Изображение SPOT было переведено в оцифрованную форму и наложено на две карты данного района (с масштабом 1:250 000), после чего было измерено положение воронки: $27.095^\circ \pm 0.001^\circ$ с.ш. и $71.752^\circ \pm 0.001^\circ$ в.д.⁴⁶. При таких координатах воронка размещается в 1.5 км к юго-западу от деревни Малка, в 5.8 км на юго-запад от деревни Лохарки, в 9.0 км на север-северо-восток от деревни Хетолаи, в 24.8 км на северо-запад от Покарана, в 23.4 км на запад-северо-запад от особенности на снимке IRS-1A и в 12.5 км на север-северо-запад (азимут 339) от сейсмической оценки положения места проведения испытания 18 мая 1974 г.⁴⁷. Таким образом, из семи статей, сообщавших о положении места испытания 18 мая 1974 г., только в одной (еженедельник Sunday Magazine, 9-15 мая 1982 г.) это место указано верно.

Поиск индийского ядерного полигона

После того, как была обнаружена воронка от события 18 мая 1974 г., стало возможным определение того, справедливы ли утверждения о существующем индийском ядерном полигоне. Поскольку во всех сообщениях СМИ о подготовках к ядерному испытанию в 1981, 1982 и 1995 гг. заявленная деятельность проводилась вблизи места первого индийского ядерного испытания, был проанализирован район вокруг точки взрыва 18 мая 1974 г. с целью определить, какая деятельность обычного типа имела место в этой зоне и имеются ли необычные особенности, которые могли бы указывать на существование ядерного полигона. Для облегчения анализа был взят рассекреченный снимок с камеры КН-3 (см. снимок 6)⁴⁸. Полученное 12 декабря 1961 г., это изображение оказалось самым старым из имевшихся в распоряжении снимков района вокруг места испытания 1974 г. Так как оно было получено за 13 лет до того, как Индия продемонстрировала свою способность к проведению ядерного испытания, это изображение оказалось идеальным опорным снимком. Сравнение недавних спутниковых фотографий со старым снимком КН-3 обнаружило многочисленные перемены в ландшафте.

Снимок 6: Снимок КН-3 от 12 декабря 1961 г., покрывающий место ядерного испытания 1974 г. и окружающий район. Небольшие светлые пятнышки, рассеянные по всему снимку, - это крестьянские участки. Темные крупные пятна на снимке вызваны тенью от облаков. На вставке показано увеличенное изображение участка I, где видны деревня Малка и то место, которое позднее было использовано для ядерного испытания 18 мая 1974 г.



На снимке 6 показана небольшая часть фотоленты, покрывающая место ядерного испытания 1974 г. и окружающий район. Изображение имеет примерно такое же пространственное разрешение (10 м), что и снимки SPOT. На снимке 7 показана часть фотографии SPOT от 25 марта 1995 г., по-

крывающая тот же самый район. На обоих снимках видны идентичные возмущения в песчаных дюнах, но существенно иные картины землепользования. За прошедшие 34 года были вымощены дороги Лохарки-Бардана и Хетолаи-Дхолия, а также построена железнодорожная линия с востока на запад через Латхи (см. снимок 7). Кроме того, деревня Малка перестала существовать и практически вся земля между двумя вымощенными дорогами перестала использоваться для сельского хозяйства (см. снимки 3, 6 и 7)⁴⁸. Анализ изображений SPOT от 25 марта 1995 г. и KBR-1000 от 24 мая 1992 г. обнаружил, что значительная часть этого района перешла к военным. В пяти четко выделенных районах найдены особенности, которые, как кажется, имеют отношение к военной деятельности. Эти районы подверглись более внимательному рассмотрению (см. снимок 7):

Снимок 7: Изображение SPOT от 25 марта 1995 г., покрывающее примерно тот же самый район, который приведен на снимке 6. Обратите внимание на отсутствие многоугольных крестьянских участков на большей части земли между дорогами Хетолаи-Дхолия и Лохарки-Бардана. На участках 1-5 содержатся особенности, связанные, как представляется, с военной активностью. На участке 5 находятся все ориентиры, имеющие отношение к утверждавшейся в 1981, 1982 и 1995 гг. деятельности по ядерному испытанию. Прямоугольник QRST - это участок размером 8x3 кв. км, обнесенный оградой и расположенный в трех км южнее воронки от взрыва 18 мая 1974 г., как было сообщено в Indian Express 5 мая 1981 г. Внешняя граница, судя по сообщениям, была сооружена в начале 1981 г. вскоре после того, как старостам деревень Лохарки и Аджасар сообщили о встрече по плану выселения на четыре дня. Поскольку азимутальная ориентация ограждения не была конкретизирована, приведена дуга для указания всех возможных ориентаций внешней границы при фиксированном положении т. Q в трех км южнее воронки 1974 г. Соединяющая воронку 1974 г. и Хетолаи линия дает представление о положении площади, которая, судя по сообщениям, охранялась индийской армией и подготавливалась к ядерному испытанию, как написано в Sunday Magazine (9-15 мая 1982 г.). Точка на воронке 18 мая 1974 г. - это район, где согласно сообщениям, выросла ограда в 1995 г., как написано в статье Hindu, 30 декабря 1995 г., статье Business Standard, 1 января 1996 г. и в статье Hindustan Times, 3 января 1996 г.



На участке 1 вблизи Латхи расположена особенность, имеющая форму прямоугольного треугольника (см. снимок 8). На фоне соседних земель, занятых сельскохозяйственными культурами, треугольная особенность кажется темной из-за естественной мощной растительности внутри этой особенности. Наличие такой растительности заслуживало внимания, поскольку в сообщениях СМИ говорилось о большой численности домашнего скота, пасущегося в этом районе⁴⁹. Однако данная особенность не показывает признаков подобной деятельности, а это указывает на то, что она окружена оградой, не впускающей вовнутрь бродящих животных (и крестьян). Резкий тональный контраст вдоль границ треугольника можно отнести на счет скота, пасущегося снаружи и подходящего прямо к ограде.

Внутри огражденной площадки можно увидеть грубые очертания помещения. Оно находится вблизи основной до-

роги и железной дороги, которые проходят вдоль гипотенузы границы, имеющей форму прямоугольного треугольника (см. снимок 7). Помещение расположено также рядом с железнодорожной станцией к югу от деревни Латхи. Станцию можно определить по грубым очертаниям запасных путей и зданий вдоль железнодорожной линии, соединенных с Латхи хорошо накатанной грязной дорогой, которая смотрится в светлых тонах (см. снимок 8). С учетом того, что имеется связь с двумя основными транспортными магистралями, сделан вывод, что охраняемое здание является перегрузочной железнодорожной и шоссейной станцией. Военная сущность здания была вычислена не только из-за ограждения, но из факта наличия железнодорожной станции к югу от Латхи. Существование неохраняемых и охраняемых железнодорожных помещений в непосредственной близости друг к другу с большой вероятностью предполагает, что первые использовались в основном для гражданского движения, а последние - главным образом в целях военных перевозок.

Снимок 8: Панхроматическое изображение SPOT от 25 марта 1995 г., где виден участок 1 (см. снимок 7). Хотя пространственное разрешение относительно низкое, можно определить функциональность ряда структур на изображении путем отождествления четких особенностей и связывания их в единую картину на основе дедуктивных умозаключений. На снимке видны грубые очертания охраняемой железнодорожной разгрузочной станции вблизи гражданской станции. Как раз севернее дороги Хетолаи-Дхолия и железной дороги можно увидеть две линии темных точек с одной стороны дороги. Сделан вывод, что эти структуры являются частью военной базы.

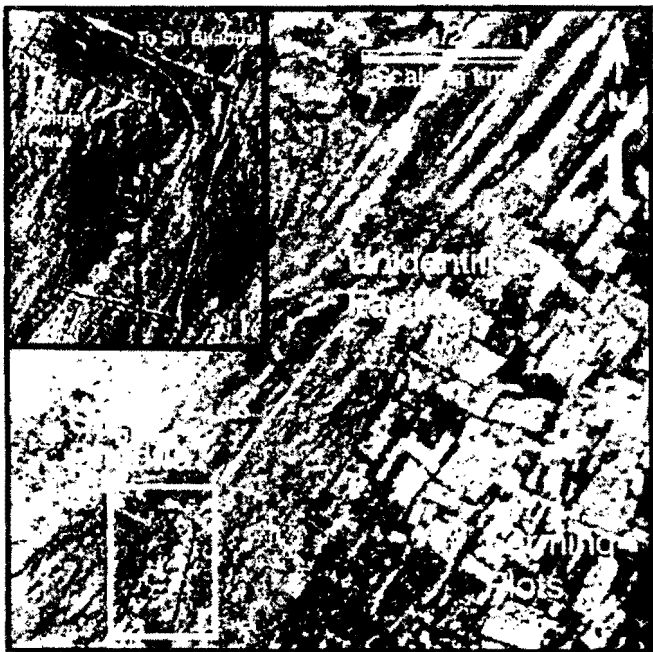


Как раз к северу от места военных перевозок находится участок, состоящий из двух линий темных точек с бесплодной почвой между ними. Эти точки можно интерпретировать как крупные строения, похожие по нечеткому внешнему виду на структуры, которые видны и в Латхи. Впрочем, в отличие от структур в деревне, строения на отдаленной площадке удалены на большие расстояния друг от друга и расположены упорядоченным образом. Кроме того, на площадку можно попасть только по единственной вымощенной дороге, которая завершается двумя крупными структурами. На основе этих характеристик площадки и ее близости к месту воен-

ных перевозок мы пришли к выводу, что данная особенность представляет собой военную базу.

Участок 2 - многоэтажное закрытое помещение, занимающее площадь примерно в 195 000 кв.м, был обнаружен вблизи Шри Бхадриа (см. снимок 9). Он расположен в 0,5 км к юго-востоку от деревни и в 1,5 км к западу от самой большой сельскохозяйственной зоны между дорогами Хетолаи-Дхолия и Лохарки-Бардана (см. снимки 7 и 9). Единственная подъездная дорога связывает здание в Шри Бхадриа с основной дорогой. Чтобы добраться до здания, надо ехать по дороге Хетолаи-Дхолия, повернуть на подъездную дорогу и двигаться 8,3 км к северу до огражденной территории⁵¹. Попастъ в Шри Бхадриа можно, если выехать на подъездную дорогу и проследовать до здания (см. снимок 9).

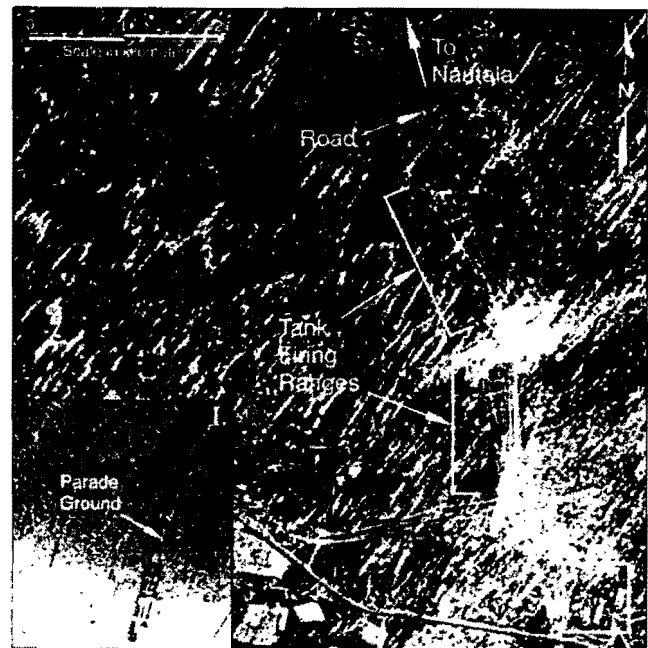
Снимок 9: панхроматическое изображение второго участка (SPOT, 25 марта 1995 г., см. также снимок 7). На изображении видно неотождествленное закрытое строение вблизи Шри Бхадриа. На вставке приведено изображение КВР-1000 (24 мая 1992 г.), где видно многоэтажное помещение с несколькими загонами для скота вблизи северо-западной границы.



Расположение и архитектура здания дают мало информации о функциональных задачах этого помещения. Двенадцать участков для выгула скота в северо-западном углу ограды оказались единственными отождествленными особенностями (см. вставку на снимке 9). Эти загоны (наряду с близостью помещения к крупному изолированному земельному участку) наводят на мысль, что помещение может оказаться связанным с сельскохозяйственной деятельностью. Однако, нет четкого объяснения того, что за тип деятельности имеет место на этом предприятии. В результате, комплекс так и остался неотождествленным. На третьем участке были обнаружены две крупные веерообразные группы следов непосредственно к северу от дороги Хетолаи-Дхолия (см. снимок 10). Масштаб, тональность и структура этих сходящихся следов идентичны по своему проявлению опубликованным фотографиям SPOT известных танковых стрельбищ в Восточной Германии⁵². Эта картина совпадает с принадлежащим ветерану интерпретаций фотографий описанию танковых стрельбищ во всем мире⁵³. На основе указанных ссылок сходящиеся следы, видимые на снимке 10, были отождествлены с танковыми стрельбищами⁵⁴. Танковый полигон соединен несколькими дорогами с крупным комплексом, расположенным прямо у дороги Хетолаи-Дхолия (см. вставку на снимке 10). В отличие от деревенского типа застройки комплекс состоит из многих зданий и плаца. С учетом конфигурации и близости к полигону делается заключение, что этот комплекс должен быть военной базой для индийских механизированных соединений.

На четвертом участке были обнаружены два песчаные зоны с многочисленными разбросанными пятнышками (см. снимок 11, где приведена фотография КВР-1000 от 24 марта 1992 г.). Обе зоны находятся в конце вымощенной дороги, которая идет от танкового полигона и военной базы на участке 3. Одна зона с воронками лежит в 0,8 км к востоку от Науталы, а другая - в 2,25 км к северо-востоку от этой деревни. Фактически все воронки имеют размер порядка 15 м в диаметре⁵⁵. Похоже, что сама деревня находится в полуразрушенном состоянии. В отличие от близлежащей деревни Лохарки вершины крыш в Наутале не образуют замкнутых многоугольников и это наводит на мысль, что крыши разрушены (см. снимок 12). Кроме того, в Наутале не видно стойбищ для скота. На изображении Radarsat от 6 марта 1996 г. видны различия между двумя этими деревнями. От деревни Лохарки наблюдается сильный радиолокационный отклик. Напротив, Наутала дает слабый отклик, а это наводит на мысль об отсутствии вертикальных структур, способных действовать как уголкового отражатели (см. снимок 12). Все эти факты привели к заключению, что деревня Наутала покинута жителями⁵⁶. Таким образом, две испещренные воронками зоны рядом с необитаемой деревней должны быть обычными полигонами для мишеней при артиллерийских стрельбах, бомбардировках с воздуха или при том и другом⁵⁷.

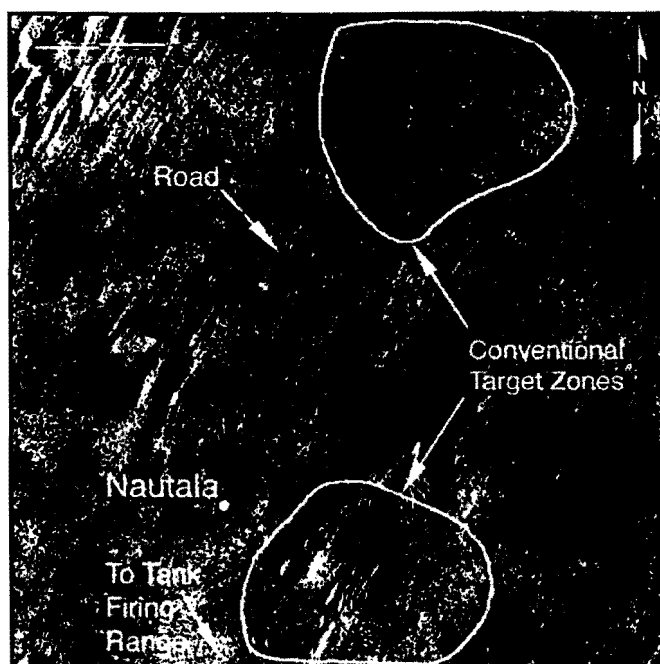
Снимок 10: Панхроматическое изображение SPOT участка 3, полученное 25 марта 1995 г. (см. снимок 7). На снимке видна картина следов машин, характерная для танковых стрельбищ. На вставке показано полученное камерой КВР-1000 24 мая 1992 г. изображение соседнего комплекса, соединенного несколькими дорогами с танковым полигоном. Сделан вывод, что комплекс должен быть военной базой для индийских механизированных соединений.



Местность на пятом участке была просмотрена в целях поиска следов деятельности, которую можно было бы связать с ядерным испытанием. Внутри участка 5 расположен географический район, где, как сообщалось, проводились приготовления к ядерному испытанию в 1981, 1982 и 1995 гг. (см. снимок 7). Визуальный анализ этой площади на снимках SPOT от 25 марта 1995 г. и КВР-1000 от 24 мая 1992 г. обнаружил большое ограждение треугольной формы, внутри которого находились немоющиеся дороги, здания и выступы (см. снимок 13). Длина основания и высоты равнобедренного треугольника составляли 5,7 км и 6,1 км. Две стороны треугольной границы четко выделены растительностью темного тона внутри и бесплодной песчаной местностью снаружи. Как и в случае с оградой вокруг военной железнодорожной и шоссейной перегрузочной станции на участке 1, резкий контраст тональности можно отнести за счет скота, который, судя по сообщениям, пасся в воронке от взрыва 18 мая 1974 г. и вокруг нее⁵⁸. Западная часть треугольной границы не очень

хорошо выделена перепадами растительности, но ее можно различить на снимке KBP-1000, имеющем более высокое разрешение. Как видно на снимке 13, центр треугольной ограды находится в 3,3 км к юго-западу от воронки 1974 г. Положение охраняемой зоны совпадает с сообщением Sunday Magazine (9-15 мая 1982 г.), где говорилось о загороженной площади между воронкой 1974 г. и Хетолаи, на которой, как утверждалось, велась подготовка к ядерному испытанию (см. снимки 7 и 13). Охраняемая зона включала в себя также ограждение размером 8х3 км, о котором статья в Indian Express от 5 мая 1981 г. писала, что оно было сооружено незадолго до того, как старосты двух деревень были информированы об официальной встрече по поводу плана отселения на четыре дня (см. снимки 7 и 13)⁵⁹.

Снимок 11: Панхроматическое изображение участка 4 камерой KBP-1000 24 мая 1992 г. (см. снимок 7). На изображении видны две четкие зоны вблизи конца мощеной дороги, идущей от танкового полигона и военной базы на участке 3. Эти зоны были отождествлены как обычные полигоны для мишеней при артиллерийских стрельбах, бомбардировках с воздуха или при том и другом.



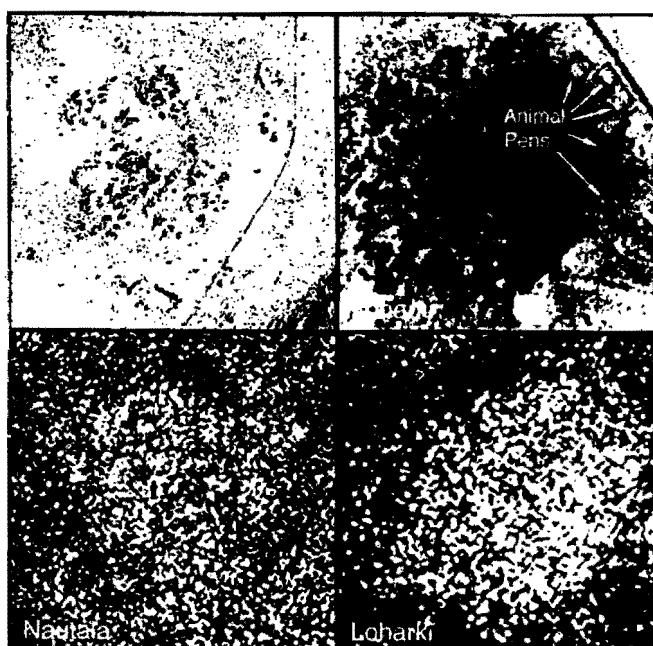
Дороги пересекают ограду в четырех разных местах, где замечено несколько проходных, которые находятся на северном, северо-восточном, восточном и южном участках границы. Похоже, что южная проходная является основной, поскольку она находится ближе всего к главной дороге. Чтобы добраться до нее с дороги Хетолаи-Дхиола, надо свернуть с главной дороги, ехать на север мимо военной базы на участке 3, а затем проследовать 4 км к северо-востоку до южной проходной⁶⁰. Попав сюда, можно объехать всю площадку по внутренней дороге вдоль южного и восточного участков ограждения (см. вставки в снимок 13).

Глубже внутри ограждения имеются два различаемых участка с немоощеными дорогами, выходящими к площадкам без растительности. На изображении KBP-1000 от 24 мая 1992 г. видна самая восточная часть, находящаяся вблизи выступа (см. вставку в снимок 13). Здесь нельзя различить никаких четких особенностей. Вблизи центра треугольной площадки есть четыре больших участка, окруженных выступами или огороженных, а также несколько маленьких участков, окруженных выступами. Внутри каждого участка находится несколько зданий, а напротив единственной подъездной дороги расположен ограждающий выступ (см. снимок 14).

Участок 5 обладает всеми видимыми признаками военного полигона. Он находится в удаленной области с открытым пространством внутри и вне огражденной границы. Он имеет инфраструктуру, сеть дорог, несколько выступов и

ограниченное количество проходных в охраняемую зону. Кроме того, он связан дорогой с военной базой бронетехники и двумя обычными полигонами. Все эти признаки делают участок 5 подходящим местом для различных военных учений и испытаний оружия. Поскольку этот район был использован для ядерного испытания 18 мая 1974 г. и оказался геометрически самым притягательным местом при последующих утверждениях о подготовке к ядерному испытанию, одной из задач для участка 5 могли бы стать будущие ядерные испытания. Имея в виду такую возможность, мы назвали участок 5 военным полигоном Хетолаи и временно рассматривали его как потенциальный индийский ядерный полигон до тех пор, когда можно будет проанализировать более современные изображения и установить его назначение более определенно.

Снимок 12: Панхроматические и радарные изображения Навталы и Лохарки. Две верхние картинки - части снимка KBP-1000 24 мая 1992 г. Два нижних снимка - части снимка Radarsat 6 марта 1996 г. На обеих частях снимка KBP-1000 контрастность увеличена при помощи одного и того же линейного алгоритма. Для картинок Radarsat был использован другой линейный алгоритм.

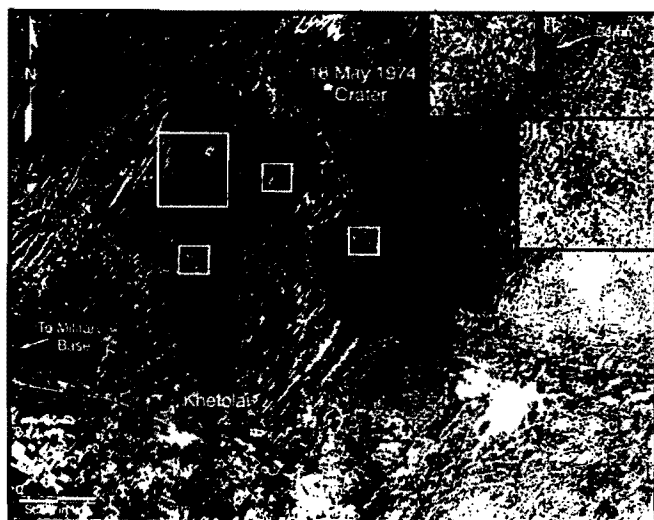


Обнаружение перемен на военных площадках вблизи деревни Хетолаи

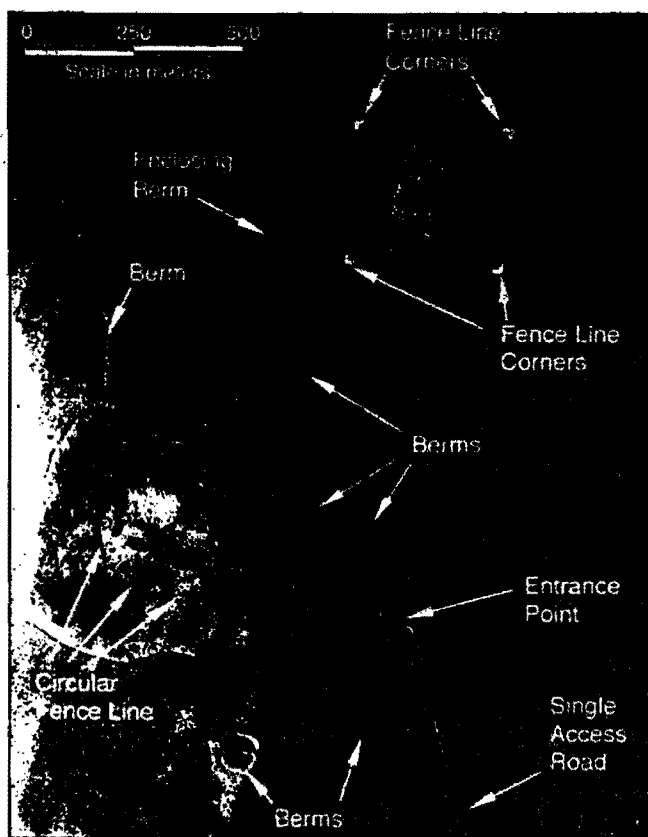
Французский спутник SPOT-3 получил 2 марта 1996 г. безоблачное панхроматическое изображение района Покарана. Снимок был получен почти через три месяца после начальных утверждений о подготовках к индийскому ядерному испытанию. Через четыре дня канадский спутник Radarsat в период инженерных испытаний получил режим узкого пучка радиолокационное изображение того же района с пространственным разрешением 6,25 м. А 18 марта 1996 французский спутник SPOT-3 получил при безоблачном небе стереопару к панхроматическому снимку от 2 марта 1996 г. Все три изображения были проанализированы в поисках недавней активности на военных площадках вблизи Хетолаи.

Сначала проводилась стереосинтерпретация снимков SPOT после усиления контрастности и выравнивания краев⁶¹. Кроме неподвижных песчаных дюн, разбросанных по всему изображению, не было найдено никаких других насыпей песка или грунта. Это предполагает, что или сообщения Hindu и Hindustan Times о новом холме в этой районе оказались неверными, или холм был удален до получения снимков SPOT в 1996 г., но различие в высоте было слишком мало для обнаружения на стереопаре⁶².

Снимок 13: участок 5 на изображении SPOT от 25 марта 1995 г. Видно большое ограждение треугольной формы с дорожной сетью внутри. На вставках приведены части изображения KBP-1000 от 24 мая 1992 г., где видны здания и структуры внутри ограждения, расположенные на участках, которые освобождены от растительности.



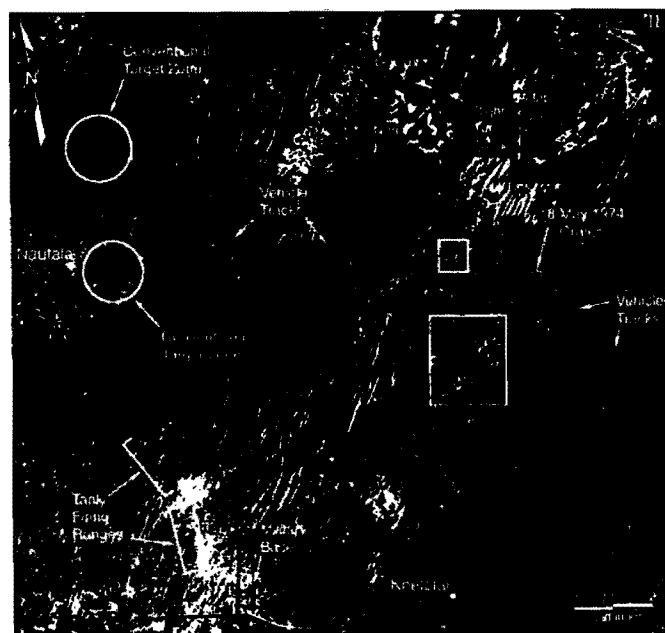
Снимок 14: Фотография секции IV (KBP-1000, 24 мая 1992 г.) со снимка 13, сшитая со снимком SPOT (25 марта 1995 г.). Сшивка производилась наложением изображений (геометрическая регистрация) и складыванием яркостей (цифровое суммирование). Осветленные места, видимые на снимке SPOT, перекрывают четыре больших участка со зданиями, к которым можно проехать по единственной подъездной дороге (single access road). Напротив этой дороги имеется ограждающий выступ (enclosing berm) и все участки окружены оградой или выступами (berms). Пересекающие снимок светлые горизонтальные линии возникли от царапин на позитивной пленке.



Вслед за стереоанализом снимки SPOT 1996 г. были сравнены со снимком 1995 г. с использованием повторной выборки соседних участков на основе полиномов второго порядка. Старое и новые изображения были переведены затем в ускоренную повторяющуюся последовательность, показывающую изменения ландшафта порядка размера одного пиксела (10x10 кв.м). На всех трех военных участках около Хетолаи эта ускоренная последовательность обнаружила значительные перемены между 25 марта 1995 г. и 2 марта 1996 г., но небольшие изменения в период между 2 и 18 марта 1996 г.⁶³

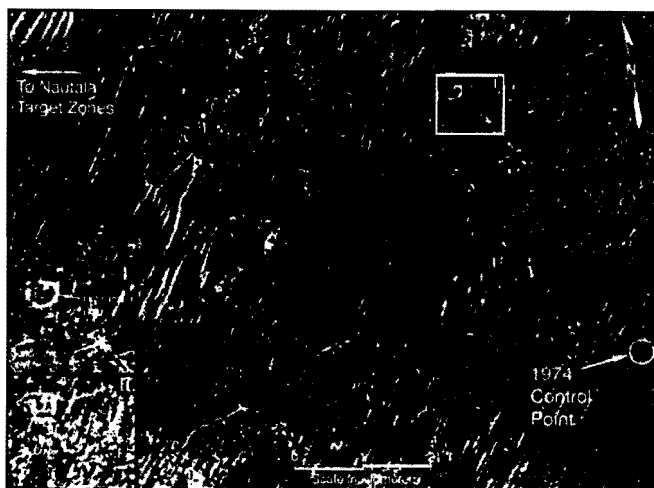
Снимок 15 - это часть изображения SPOT от 18 марта 1996 г., демонстрирующая крупномасштабные изменения, произошедшие за годичный период. Наиболее подозрительным изменением оказывается большая площадь, лишенная растительности внутри охраняемой границы на военном полигоне Хетолаи (см. вставку в снимок 15). Участок со светлым тоном покрывает площадь размером около 1.6 кв.км и его видно на обоих снимках SPOT 1996 г. Его форма похожа на два соединенных пера и он простирается за выступы, завершаясь на немощенной дороге. Эта лишенная растительности зона выглядит как сгоревший кустарник⁶⁴. В какой-то неизвестный день и в неизвестное время после получения снимка SPOT 25 марта 1995 г. в двух точках должны были начаться пожары, которые затем стали распространяться по ветру, перескочили через выступ и остановились на немощенной дороге, послужившей преградой огню. Светлый тон сгоревшей площади на снимке можно отнести за счет отражения солнечного света от песчаной почвы, которая перед этим была покрыта растительностью.

Снимок 15: Изображение SPOT от 18 марта 1996 г., где видны танковые стрельбища, площадки для мишеней у Науталы и военный полигон Хетолаи. Отождествленные на этом снимке следы машин отсутствовали на снимке SPOT от 25 марта 1995 г., а это означает, что отметки на местности сделаны менее года тому назад. На секции I видны поворачивающие направо и налево следы вблизи северной проходной военного полигона Хетолаи. Эти повороты говорят о движении между площадкой для мишеней у Науталы и зонами внутри охраняемого ограждения, а также о сообщении между воронкой 1974 г. и внутренними площадками. Секция II показывает урон, вызванный двумя пожарами кустарника, которые произошли внутри огражденной границы. Причина и точный срок каждого пожара не могут быть определены из снимка.



На снимке 16 показаны новые последовательности следов, сходящихся в районе вблизи воронки 1974 г. и идущих далее к юго-востоку. Видно также кольцо вокруг просевшей воронки, которого не было на снимке SPOT от 25 марта 1995 г. (см. вставки к снимку 16). Эти изменения вокруг места старого ядерного испытания внушили необходимость повторного изучения опубликованных наземных и воздушных фотографий, полученных во время проведения первого индийского ядерного испытания⁶⁵. Старые снимки анализировались, чтобы отыскать топографические сведения, способные помочь объяснить, почему возобновилась деятельность вокруг старого места ядерного испытания. Анализ хранившейся в архивах информации не дал уверенного ответа. Впрочем, было обнаружено положение пункта управления испытанием 18 мая 1974 г. (см. Приложение Б и снимок 16).

Снимок 16: снимок военного полигона Хетолаи (SPOT, 2 марта 1996 г.). Видны новые следы автомашин вокруг просевшей воронки 1974 г., идущие затем на юго-восток. На снимке указано положение пункта управления в 1974 г. (см. Приложение Б). На секции I видно, как область вокруг воронки 1974 г. выглядела 2 марта 1996 г., а на секции II - как она выглядела годом раньше, 25 марта 1995 г. Сравнение двух этих вставок обнаружило новое кольцо светлого тона вокруг воронки и скопление следов автомашин поблизости.



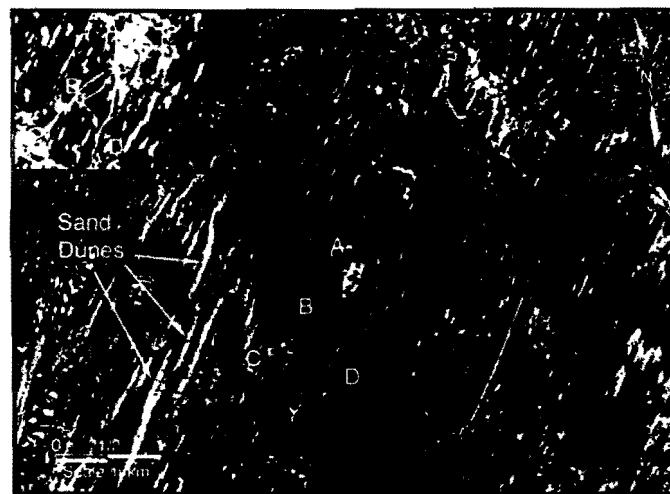
Внутри ограждения военного полигона Хетолаи наблюдалась и другая новая деятельность. На снимках 17 и 18 видно, как изменилась охраняемая площадь между 25 марта 1995 г. и 2 марта 1996 г. - датами проведения съемок SPOT-3. При сопоставлении этих изображений обнаружились два новых концентрических ряда изогнутых следов, окружавших все площадки в центре военного полигона. Был виден также новый линейный след, пересекавший оба ряда изогнутых особенностей. След направлен перпендикулярно направлению преобладающих ветров с юго-запада на северо-восток, на которое указывает ориентация близлежащих песчаных дюн (см. снимок 17)⁶⁶.

Расстояние между точками Е и G составляет 2.1 км (см. снимок 18). С одной стороны линия EG проходит через существующую дорогу в т. G. С другой стороны она разветвляется в четырех разных направлениях, причем эти ответвления проходят, по крайней мере, через один установленный выступ (или ограду) и заканчиваются на площадках A-D в центре военного полигона (см. снимки 18 и 19). По сравнению с окружающими участками местности площадки A-D со временем стали чуть больше и ярче. Эти изменения поверхности можно отнести к возросшей за годичный срок деятельности⁶⁷.

Все новые особенности, найденные на снимках SPOT 1996 г., были проверены на изображении Radarsat 6 марта 1996 г. Радиолокационное изображение было проанализировано для сбора информации о структуре поверхности грунта и содержании металла в новых искусственных особенностях. В пустынных районах две эти характеристики служат основными факторами, определяющими величину радиолокационного отклика⁶⁸. Если облучаемые объекты действуют

как уголковые отражатели или электрические проводники, отражательная способность микроволн будет выше, чем у окружающего фона. Напротив, особенности с плоскими поверхностями или с малой проводимостью будут казаться темнее окружающей местности или окажутся неотличимыми от нее. Спутник Radarsat снял три военных полигона вокруг Хетолаи при угле падения луча 43-46° относительно надира (направления вниз), находясь на западе-юго-западе от цели. Радиолокатор с синтезированной апертурой (РСА) работал в С-диапазоне на длине волны 5.6 см. В отличие от панхроматических видимых изображений картинка РСА имеет пятнистый вид из-за случайной интерференции когерентных волн (см. снимок 20)⁶⁹. Несмотря на пятнистый вид, РСА-изображение демонстрирует относительно сильный радиолокационный отклик от зданий, выступов и линий ограждения, отождествленных на снимке KBP-1000, а также еле различимый отклик от ограждения, подчеркнутого на снимках SPOT различием в растительности по разные стороны. Те части отождествленных особенностей, которые расположены перпендикулярно падающему микроволновому лучу, дают наиболее сильный отклик. На РСА-снимке видны также одинаково ориентированные участки изогнутых следов, замеченных на снимках SPOT 1996 г., включая слабую круглую дугу внутри нового кольца светлого тона, обнаруженного вокруг просевшей воронки 1974 г. (см. снимок 20)⁷⁰. Ни один из новых прямых следов или следов автомашин не был обнаружен на картинке Radarsat, что подразумевает отсутствие структур или проводящих материалов.

Снимок 17: Изображение охраняемой площади внутри военного полигона Хетолаи (SPOT, 25 марта 1995 г.). Песчаные дюны направлены с юго-запада на северо-восток - это направление преобладающих ветров. На вставке приведено увеличенное изображение (с усилением контраста) участков A-D, покрывающее ту же самую площадь, которая приведена на вставке в снимок 18.



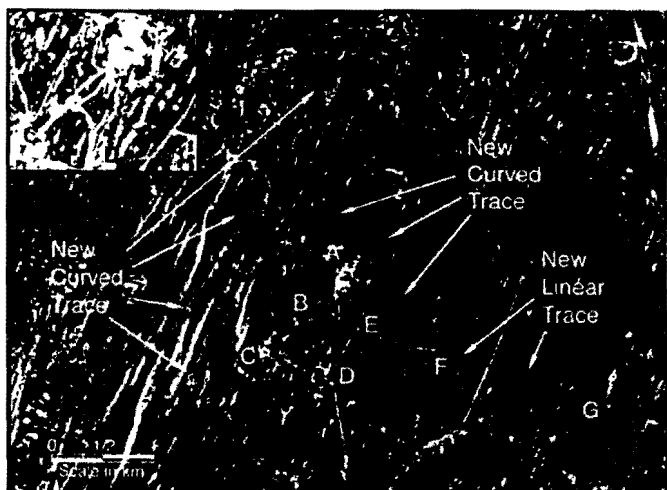
Участки изогнутых следов, наблюдавшиеся на РСА-снимке, обладали микроволновыми свойствами, сходными с теми, что есть у известных выступов и ограждений в этом районе. И поскольку эти особенности полностью окружают конкретные площадки, стал бы разумным вывод о том, что изогнутые следы - это новые ограждения. В период между 25 марта 1995 г. и 2 марта 1996 г. эти ограждения были построены вокруг площадок, расположенных в центральной части военного полигона Хетолаи. Еще одно ограждение было сооружено вокруг просевшей воронки 1974 г. и оно должно совпадать с новым забором, о котором писалось в статьях Business Standard, Hindu и Hindustan Times.

Интерпретация деятельности на военном полигоне Хетолаи

Полученная с космических снимков информация убедительно установила три факта. Во-первых, между мартом 1995 г. и мартом 1996 г. на военном полигоне Хетолаи велась значительная деятельность непосредственно вблизи

места ядерного испытания 1974 г. Если сравнивать с изменениями на соседнем танковом стрельбище и на площадках для мишеней в Наутале, то деятельность на военном полигоне Хетолаи оставила самые многочисленные и крупные следы на местности. Во-вторых, деятельность была связана с военными. Это очевидно, так как обнаруженные перемены произошли на территории установленных военных полигонов и они заключались в усилении охранных ограждений, передвижении автомашин по всей местности и усиленной очистке территории. В-третьих, наблюдавшаяся деятельность отличалась по размаху и по внешнему виду от того, что имело место в недавнем прошлом. Снимки КБР-1000 (24 мая 1992 г.) и SPOT (25 марта 1995 г.) не отметили крупномасштабных изменений на военном полигоне Хетолаи в течение трех лет. Более того, ни на одном из этих снимков не видны картины следов транспорта от зимних военных учений 1991 и 1994 гг., напоминавших картину следов на снимках SPOT 1996 г., которые были получены через три месяца после зимних учений 1995 г.

Снимок 18: изображение охраняемой площади внутри военного полигона Хетолаи (SPOT, 2 марта 1996 г.), покрывающее ту же самую площадь, что и на снимке 17. Видны новые изогнутые и линейные следы, появившиеся за годичный период. Линия E-G перпендикулярна песчаным дюнам, которые указывают на преобладающего западные ветры. Точки A и G соответствуют концам новых линейных признаков. На вставке приведено увеличенное изображение (с усилением контраста) участков A-D, указывающее на четыре линейных следа, ответвляющихся от линии EG. Этих следов не было на снимке SPOT, полученном годом раньше (см. вставку на снимке 17).

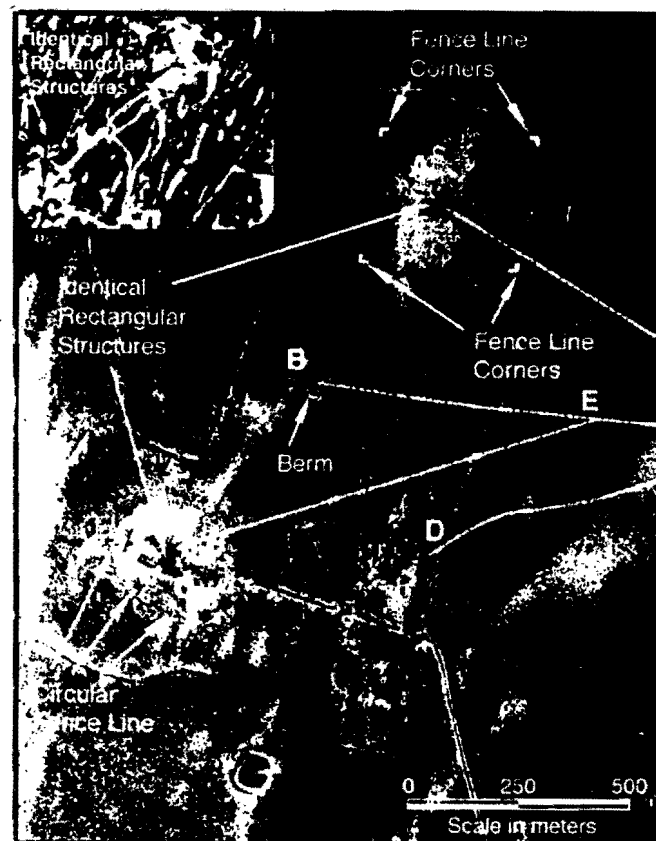


С учетом трех этих фактов полученная со снимков информация была сведена в набор доказательств. Собранные утверждения и факты были тщательно просмотрены и разбиты по группам для определения того, можно ли отнести наблюдавшуюся крупномасштабную деятельность к обычным маневрам, подготовке к ядерному испытанию, полевым испытаниям ракеты 'Притви' или к чему-нибудь совершенно иному. Все это проводилось в три этапа.

Первым этапом стала оценка достоверности каждого сообщения СМИ путем сравнения с информацией, полученной со спутниковых снимков. Если конкретное фактическое утверждение в статье подтверждалось фотоинформацией или совпадало с ней, оно получало оценку (+). Если утверждение не совпадало со снимком, оно получало оценку (-). Если же основанное на фактах заявление проверялось фотографиями из космоса и результат оказывался неубедительным, давалась оценка (*). Соответствующие оценки присваивались также другим статьям, которые можно было связать с этими заявлениями. Полное число трех таких оценок у каждой статьи обеспечило полуколичественный способ получения представления о правдоподобии других основанных на фактах и содержащихся в данной статье утверждений, которые нельзя было по чисто техническим причинам проверить

при помощи имевшихся в распоряжении коммерческих спутниковых фотографий. Если в статье содержалось несколько проверенных фактов, другие изложенные факты считались правдоподобными. Если же статья содержала многочисленные ложные или неподтвержденные заявления, оставшиеся утверждения не рассматривались как заслуживавшие доверия.

Снимок 19: Изображение площадок A-E (SPOT, 18 марта 1996 г.), совмещенное со снимком КБР-1000 (24 мая 1992 г.). Совмещение производилось наложением одного снимка на другой (геометрическая регистрация) и сложением яркостей (оцифрованное суммирование). Линейные следы, видимые на вставке к снимку SPOT (2 марта 1996 г.), были нанесены на изображение. На площадках A-C следы заканчиваются в центре ограды. На площадках A и C линейные следы пересекают в одном и том же месте идентичные прямоугольные структуры (Identical Rectangular Structures), видимые на снимке КБР-1000. Грубые очертания этих структур видны на вставке в снимок SPOT от 2 марта 1996 г. и на снимке 20. Fence Line Corners - углы ограды.



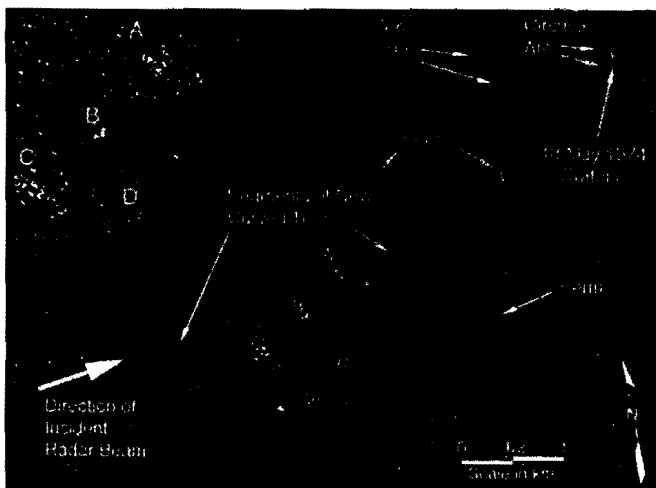
В Приложении В показано, как проводились эти оценки правдоподобия и приведены помещенные в таблицу результаты для каждого сообщения СМИ, в котором говорилось о деятельности (или бездеятельности) в районе Покарана. Сообщения СМИ с, по крайней мере, одним утверждением, которое совпадало со спутниковой информацией, классифицировались как минимально правдоподобные и использовались в качестве свидетельств для отождествления активности на военном полигоне Хетолаи. Статьи, которые нельзя было связать ни с какими солидными фактами, исключались из анализа. Откладывались в сторону и статьи с фактическими утверждениями, которые нельзя было географически привязать к военному полигону Хетолаи.

Второй этап заключался в изучении каждого оставшегося доказательства, чтобы определить, можно ли его отнести к обычной, ракетной, ядерной или безобидной деятельности на военном полигоне Хетолаи. Это производилось путем изучения критериев и оставляемых следов четырех указанных видов деятельности и последующим сравнением их с фактами. Была составлена таблица предположений для определения того, можно ли каждый набор свидетельств отнести логически к, по крайней мере, одному из четырех

видов деятельности (см. Приложение Г)⁷¹. В этой таблице даны представления о разных возможных объяснениях фактов.

На третьем этапе свидетельства помещались на диаграмму Венна. Эта диаграмма является логическим инструментом, состоящим из пересекающихся кругов, которые представляют из себя различные логические наборы и взаимоотношения между ними⁷². В данном случае каждый круг - это различное объяснение деятельности на военном полигоне Хетолаи (см. рис.3). Если каждое свидетельство может быть лучше всего объяснено только одним из четырех видов деятельности, оно помещается внутри соответствующего круга, но вне остальных. Если его можно было с вероятностью отнести к более, чем одному, виду деятельности, оно помещалось внутри области, ограниченной пересечениями соответствующих кругов.

Снимок 20: Изображение охраняемой площади внутри военного полигона Хетолаи (Radarsat, 6 марта 1996 г.), покрывающее тот же самый район, что и на снимках 17 и 18. Хотя РСА-изображение выглядит пятнистым, на нем видны смутные очертания известных зданий, выступов (Berms) и заборов ограждения (Fence Line). Видны также участки изогнутых следов (Segments of New Curved Traces) вокруг площадок A-D и просевшей воронки 1974 г., которые ориентированы перпендикулярно падающему лучу радиолокатора (Incident Radar Beam). Эти изогнутые следы были отождествлены с новыми оградками. На вставке показано увеличенное изображение центральных площадок, где заметны сильные радиолокационные отклики от зданий и структур на площадках A-C, а также слабое микроволновое отражение от заборов ограждения вокруг площадок A и C.



Анализ диаграммы Венна для военного полигона Хетолаи

На рис.3 представлена диаграмма Венна, образованная на основе фактов и предположений, списки которых помещены в Приложениях В и Г. Отдельные пространственно связанные доказательства соединены сплошными линиями, а те доказательства, для которых пространственная связь возможна, - штрихованными. Кроме того, поскольку диаграмма была смонтирована для того, чтобы иметь дело конкретно с обвинениями 1995 г. против Индии, полученные ранее свидетельства заштрихованы, чтобы отличить их от новых.

Анализ диаграммы Венна привел к трем основным выводам. Во-первых, из диаграммы видно, что военный полигон Хетолаи исторически связан с деятельностью по ядерному испытанию. Он был использован для ядерного испытания 18 мая 1974 г.; существует заслуживающее доверия и подтвержденное четырьмя разными источниками доказательство сооружения шахт в начале 80-х гг. для проведения в них двух подземных ядерных испытаний. Как показано на диаграмме, это свидетельство поддерживает обвинения 1995 г. Во-вторых, диаграмма указывает на правдоподобное свидетельство, которое поддерживает утверждение о планируемом полевом испытании ракет 'Притви' на военном по-

лигоне Хетолаи. Это статья Asian Age от 19 декабря 1995 г., утверждавшая, что такая деятельность правдоподобна; в той же статье приведены четыре другие утверждения, которые были проверены на спутниковых фотографиях, и она является единственным сообщением прессы, где правильно говорится об обычных военных полигонах в этом районе, а также о внезапном возрастании активности на военном полигоне Хетолаи (см. рис. 3 и Приложение В). Более того, поблизости имеются пять зон для военных операций, которые можно было бы хорошо приспособить для падения ракет при полевых испытаниях 'Притви' (см. вставку в рис. 5). В-третьих, как видно из диаграммы, никакое из основанных на спутниковых снимках свидетельств нельзя отнести только к одному из четырех возможных типов деятельности: один блок спутниковой информации попадает во все четыре круга, а другой - одновременно в круг ядерных испытаний и в круг 'Притви'. Последний блок оказывается наиболее интригующим, поскольку его можно было бы связать пространственно с другими свидетельствами, попадающими в круг ядерных испытаний и в ракетный круг. Это указывает, что деятельность недавнего периода оказалась совместимой с подготовкой к ядерному испытанию, планированием полевых испытаний 'Притви' или с сочетанием того и другого. На рис. 4 и 5 показано, как можно интерпретировать деятельность тем или иным образом.

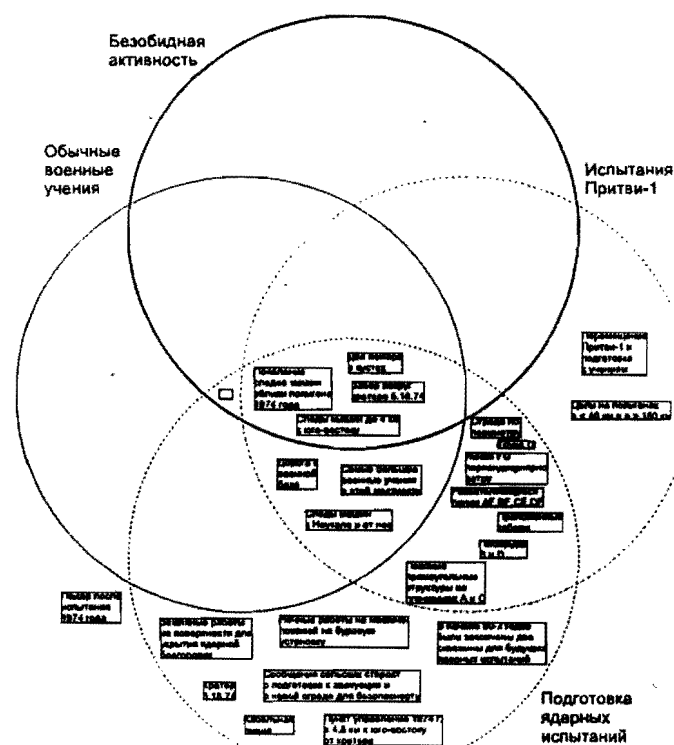
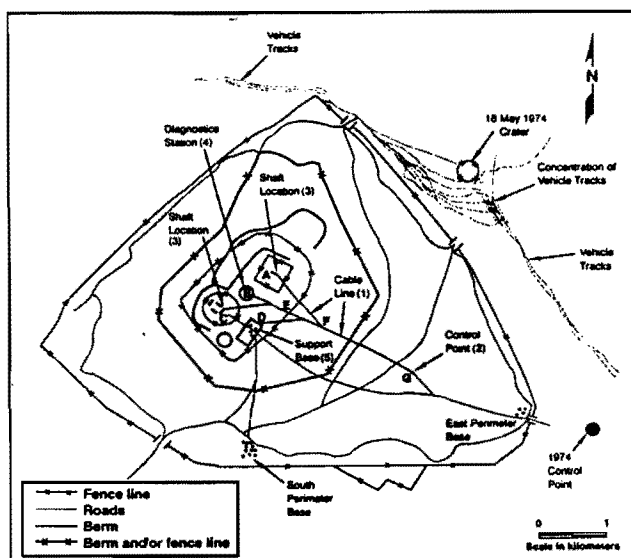


Рисунок 3: диаграмма Венна для военного полигона Хетолаи. Круги - это четыре различные объяснения наблюдавшейся деятельности: безобидная активность (Innocuous Activity), обычные военные занятия (Conventional Military Exercises), подготовка к ядерному испытанию (Nuclear Test Activity) и полевые испытания ракет (Prithvi-1 Field Testing). Каждое достоверное свидетельство помещалось на диаграмму в соответствии с таблицей предположений (см. Приложения В и Г).

Линейные следы на рис.4 можно интерпретировать как кабельные линии (о чем упоминалось в статье Hindustan Times от 3 января 1996 г.), ориентированные перпендикулярно направлению преобладающих ветров. Такая схема продолжения кабелей напоминала бы аналогичную схему 1974 г., ориентированную аналогично для отведения от пункта управления случайных выбросов радиоактивных осадков. Если бы Индия последовала установленному ею в 1974 г. прецеденту, т. е. была бы пунктом управления, располагаясь к юго-востоку от площадок взрыва (см. рис. 4). Затем было бы логичным предположить, что на другом конце линейных следов располагались бы шахты. На концах четырех ответвлений следов площадки A и C, разнесенные на 1 км,

подходят по виду для места размещения шахт: обе окружены несколькими слоями ограждения и на обеих имеются идентичные прямоугольные структуры, с которыми в одном и том же месте пересекаются предполагаемые кабельные линии прямо в центре огражденного пространства (см. рис.4). Эта конфигурация очень напоминает схему, которая была использована при испытаниях в вертикальных шахтах на американском полигоне в Неваде⁷³

Рисунок 4: карта военного полигона Хетолан. Показано, как различные особенности можно интерпретировать в качестве приготовлений к ядерному испытанию. Буквы соответствуют особенностям, помеченным на снимке 18. Числа соответствуют последовательности умозаключений, сделанных для отождествления пространственно связанных особенностей: 1) кабельная линия, 2) пункт управления, 3) место положения шахты, 4) диагностическая станция, 5) вспомогательная база. Приведены следующие обозначения: ограда (Fence line), дороги (Roads), выступ (Berm), выступы и/или ограда (Berm and/or fence line). На карте указано также много автомобильных следов (Vehicle Tracks) рядом с полигоном.

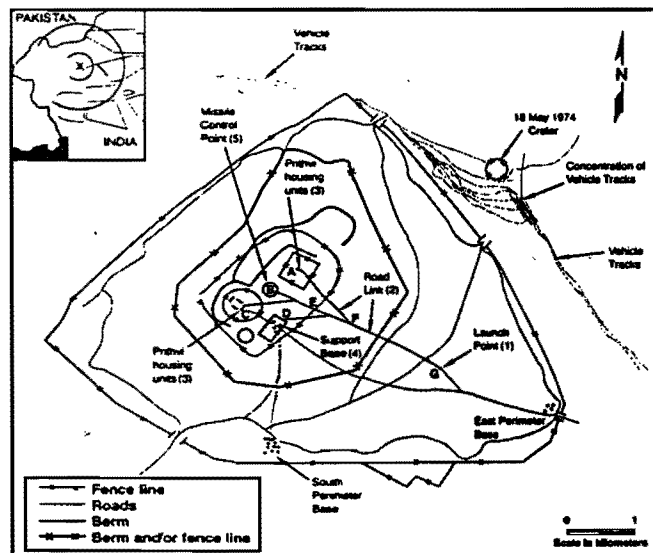


Площадка В равноудалена от обеих подразумеваемых положений шахт. Она находится в 500 м от каждой площадки, что делает ее удобной для того, чтобы послужить диагностической станцией при двух испытаниях. Такая станция принимала бы и записывала данные о ядерном испытании с места на поверхности, расположенного как раз над точкой взрыва (ground zero), по кабелям до тех пор, пока взрыв не разрушит жесткие контакты. При такой выгодной близкой позиции будет облегчена ситуация с нарушением временных характеристик кабеля путем уменьшения его длины и согласования тем самым с требованиями быстрого нарастания импульса для измерений ядерных явлений на фоне почти одновременных взрывных явлений. Обычно диагностические и записывающие приборы располагаются вблизи "ground zero" именно по этой причине⁷⁴. Пункт управления мог бы следить за оборудованием на площадке В по отдельной кабельной линии вдоль линии BG (см. рис.4). Площадка D находится вблизи входа в центральную зону. Ее можно интерпретировать как вспомогательную базу для приготовлений к ядерному испытанию, имеющую связь с предполагаемым пунктом управления по немощенной дороге.

Можно предположить, что т.Г на рис.5 - это точка старта ракет. Хотя там нет поворотного круга для машин и не удалена растительность, площадка расположена в конце линейного следа в удаленном месте⁷⁵. Линейные следы можно интерпретировать как немощенные дороги, связывающие место старта с площадками для хранения самих ракет 'Притви' и топлива. Идентичные прямоугольные структуры на площадках А и С можно интерпретировать как помещения для временного хранения ракет, подвижных стартовых устройств (ПСУ) и летучего топлива (см. рис. 5). Эти здания можно было бы использовать для таких функций при условии,

что они хорошо охраняются, изолированы и соединены с предполагаемым местом запуска. Соединяющая дорога имеет около трех км в длину, так что пробные запуски можно осуществлять на безопасном расстоянии от основных площадок, но они все-таки в пределах досягаемости противопожарных установок, которые можно поместить на вспомогательной базе (площадка D). Связная дорога ориентирована перпендикулярно направлению преобладающих ветров, которые отвели бы токсичные выхлопные газы от основных площадок. Площадка В равноудалена от двух предполагаемых помещений для 'Притви' и соединена с предполагаемой точкой старта (см. рис. 5). Ее можно интерпретировать как пункт управления, который можно было бы использовать для координации развертывания ПСУ при подходе к точке старта, для слежения за ракетой после запуска и связи с зоной падения. Кабели, описанные в статье *Hindustan Times* от 3 января 1996 г., могли бы быть кабелями зажигания при стрельбе ракетами 'Притви' по целям, расположенным в пяти разных военных зонах (см. вставку к рис.5)⁷⁶. По расположению относительно предполагаемой точки запуска эти операционные зоны могли бы соответствовать минимальной дальности полета 'Притви-1' в 40 км, а также ее максимальной дальности в 150 км⁷⁷.

Рисунок 5: карта военного полигона Хетолан. Показано, как различные особенности можно интерпретировать в качестве планируемого испытания ракеты 'Притви'. Буквы соответствуют особенностям, помеченным на снимке 18. Числа соответствуют последовательности умозаключений, сделанных для отождествления пространственно связанных особенностей: 1) точка запуска (Launch Point), 2) соединительная дорога (Road Link), 3) помещения для 'Притви' (Prithvi housing units), 4) вспомогательная база (Support Base), 5) пункт управления ракетами (Missile Control Point). Остальные обозначения идентичны указанным на рис. 4. На вставке представлен участок индо-пакистанской границы в пустыне Раджастан. Военный полигон Хетолан обозначен буквой Х, а соседние с ним полигоны - это военные операционные базы. Размеры этих баз оценены на основе карты для тактического пилотажа (выпущена в марте 1991 г., масштаб 1:500 000), выпущенной аэрокосмическим центром Военно-картографического агентства США.



Более того, полевые испытания можно проводить в пределах операционного пространства 'Притви' и в реальных боевых условиях, уменьшив шансы вызвать нежелательную тревогу со стороны Пакистана. Как показано на вставке к рис. 5, траектории от предполагаемой точки запуска до военных операционных баз не направят ракету в сторону границы с Пакистаном. Траектории будут идти либо параллельно

границе, либо в сторону от границы вглубь индийской территории. Хотя 'Притви-1' могла бы достигнуть небольшой части территории Пакистана от предполагаемой точки старта, она не попала бы ни на одну крупную гражданскую или военную цель⁷⁸. Поскольку существуют отдельные доказательства, указывающие как на приготовления к ядерному испытанию, так и на планируемые полевые испытания 'Притви', в пределах возможного лежит предположение, что военный полигон Хетолаи выполняет обе задачи. Это значит, что когда нет активной программы ядерных испытаний, помещения и инфраструктура на полигоне могла бы использоваться для проведения различных упражнений с 'Притви', чтобы тренировать обслуживающий персонал. Логическим следствием подобной деятельности на планируемом ракетном театре действий стало бы завершение серий испытаний ОКР 'Притви' вдоль восточного побережья Индии⁷⁹. Если бы в дальнейшем появилась необходимость в ядерных испытаниях, помещения и инфраструктуру на полигоне можно было бы вернуть к их первоначальному назначению в качестве ядерного полигона. Путем придания военному полигону Хетолаи двойного назначения можно было бы использовать персонал, оборудование и инфраструктуру стандартным образом, поддерживая в то же время индийский резервный потенциал ядерных испытаний.

ВЫВОДЫ И ЗНАЧЕНИЕ

Наши исследования заявлений о подготовке Индией ядерного испытания обнаружили ряд небольших сведений, которые привели в совокупности к более широкому важному результату. Первым открытием стало точное положение места проведения ядерного испытания 18 мая 1974 г. Эти данные позволили искать свидетельства деятельности по ядерному испытанию, о которой говорилось в 1981, 1982 и 1995 гг. и по поводу которой утверждалось, что она имела место в непосредственной близости от места проведения испытания 1974 г. Поиски обнаружили целую кучу военных районов, включая военный полигон с охраняемой площадкой в пустынной местности вблизи деревни Хетолаи. Этот военный полигон Хетолаи использовался для ядерного испытания 18 мая 1974 г. и стал географическим центром последовавших утверждений о приготовлениях к ядерному испытанию (см. снимки 7 и 13). Анализ найденных перемен обнаружил свидетельство крупномасштабной необычной деятельности на военном полигоне Хетолаи. Он трансформировался от относительно неизменного за период между маем 1992 г. и мартом 1995 г. к активному в течение года: между мартом 1995 г. и мартом 1996 г. были созданы новые охраняемые ограды, заметно возросло движение транспорта по всей местности, появилось несколько длинных линейных следов.

После того, как были найдены эти особенности, произошла проверка противоречивых сообщений СМИ о деятельности (или бездеятельности) в районе Покарана для того, чтобы определить, какие фактические утверждения совпадали с данными, полученными со спутниковых фотографий. Статьи с проверенными фактическими утверждениями считались правдоподобными, а несопадавшие со спутниковыми данными статьи были исключены из анализа (см. Приложение В). Достоверные статьи наряду со спутниковой информацией были использованы для выяснения того, была ли недавно проведенная деятельность на военном полигоне Хетолаи обычной, ракетной, ядерной или безобидной. Характерные особенности этих различных видов деятельности были отождествлены и сравнивались с каждым свидетельством в таблице предположений и на диаграмме Венна (см. Приложение Г и рис. 3).

Анализ диаграммы Венна привел к трем основным выводам. Во-первых, военный полигон Хетолаи исторически связан с работами по проведению ядерного испытания. Он был использован при испытании 18 мая 1974 г. и существует заслуживающее доверия доказательство (подтвержденное четырьмя различными источниками) сооружения шахт в начале 80-х гг. для проведения в них дополнительных ядерных испытаний. Во-вторых, есть правдоподобное свидетельство, которое подтверждает утверждение о планируемом полевом испытании ракеты 'Притви' на военном полигоне Хетолаи. Индийские СМИ на основе четырех подтвержденных фактами утверждений рассказали о планируемой ракетной активности, а на военной американской карте приведены пять соседних действующих военных площадок, которые могли бы хорошо подойти в качестве мест падения ракет (см. вставку

к рис.5)⁸⁰. В-третьих, значительная часть доказательств, полученных на основе спутниковой фотоинформации, совместима с приготовлениями к ядерному испытанию, или планируемыми испытаниями ракеты 'Притви', или с комбинацией той и другой активности. Это доказательство можно было бы совместить пространственно с другими свидетельствами, которые можно отнести как к подготовке ядерного испытания, так и к планируемому полевому испытанию 'Притви' (см. рис. 3).

Если взглянуть на всю совокупность собранных фактов, становится ясным, что военный полигон Хетолаи по своей структуре предназначен для необычных целей. В нем имеются все крупномасштабные компоненты для ядерных испытаний (см. рис.4) и ряд крупномасштабных компонентов для полевого испытания ракет (см. рис.5). Таким образом, и приготовления к ядерному испытанию, и планируемые полевые испытания ракеты 'Притви' являются сами по себе правдоподобными и взаимно не исключаящими объяснениями недавно проведенной деятельности на военном полигоне Хетолаи (см. рис. 3).

Значения для верификации ДВЗЯИ и его выполнения

Кроме получения новой информации об Индии, наше исследование утверждений о ядерном испытании привело к нескольким выводам, имеющим отношение к будущей верификации и соблюдению ДВЗЯИ. Эти выводы имеют смысл для двух типов организаций: наблюдающих за другими при помощи коммерческих спутников, которые имеют возможность получать изображения, и наблюдаемых другими при помощи этой технологии.

Рассмотренный случай иллюстрирует необходимость в эффективной дискриминации подготовки к ядерному испытанию от других видов военной деятельности. Подобно тому, как сейсмологи нуждаются в том, чтобы отличать ядерные взрывы от обычных, скажем, при горных работах, специалисты по анализу фотографий должны уметь отличать обычные военные занятия от маневров, используемых для прикрытия деятельности по ядерному испытанию. Способность найти это различие особенно важна для стран, где военные могут иметь основную роль в государственных программах ядерных испытаний.

При нашем анализе Индии проблема дискриминации была острой. Она усложнялась не только возможностью наличия более, чем одного, типа необычной деятельности по испытанию в том же самом районе, но и техническими ограничениями доступных коммерческих спутниковых фотографий. Есть два основных ограничивающих фактора: временное и пространственное разрешение. Поскольку ни один из коммерческих снимков не был сделан непосредственно до или вскоре после утверждения о ядерном испытании, оказалось невозможным четко определить, когда произошли отдельные изменения. В результате, нельзя добиться более глубокого проникновения в истину путем последовательного рассмотрения многочисленных произошедших изменений. Кроме того, поскольку все старые и новые снимки были получены с умеренным пространственным разрешением, нельзя было изучать мелкомасштабные особенности. Если бы оказались в распоряжении фотографии с более высоким пространственным разрешением, поиск конкретных объектов, например, бурового оборудования, породы от бурения, трейлеров с оборудованием, подвижных стартовых установок и станций слежения за ракетами, мог бы дать больше информации для анализа на диаграмме Венна. Более того, данные о численности, размерах и характере передвижения транспорта могли бы предоставить полезные сведения относительно уровня и типа происходящей деятельности.

Ограничения на временное и пространственное разрешение современных коммерческих фотоспутников указывают на потребность в более реагирующих системах с большей разрешающей способностью. К счастью, в настоящее время сооружаются лучшие спутники, которые предполагается запустить в течение 6-18 месяцев. Эти спутники будут получать панхроматические изображения с разрешением 1-3 м по поверхности Земли и многоспектральные изображения с разрешением 4 м⁸¹. Компании, которые будут продавать такие снимки, планируют пускать в продажу оцифрованную продукцию через 72 часа после получения снимка. Если эти спутники будут работать, как намечается, режим верификации ДВЗЯИ будет значительно усилен.

Даже если появятся запланированные технические усовершенствования, останется значительная потребность в дополнительной информации. Как показано в данном исследовании, сообщения СМИ и научные статьи оказались ценными, а иногда и критичными источниками информации при анализе фотографий. Показания свидетелей из деревень, а также официальные и неофициальные заявления индийского правительства оказались особенно важными для определения того, где искать утверждавшуюся деятельность. В странах с управляемой прессой и удерживаемой в узде академией может оказаться более трудным собирать дополнительную информацию такого высокого качества и в таких количествах, чтобы это оказалось полезным. При столь неблагоприятных условиях придется использовать альтернативные источники информации, включая сообщения диссидентов и эмигрантов, иностранные СМИ, организации по борьбе за права человека и гуманитарные агентства.⁸²

По мере того, как спутниковые фотографии с высоким разрешением становятся все более привычными, страны с ядерным потенциалом (особенно страны с ядерным оружием) будут скорее всего подвергаться в беспрецедентном объеме наблюдению из космоса различными правительствами, неправительственными организациями и международными агентствами. С учетом такой возросшей прозрачности наблюдаемые страны будут вынуждены избегать ядерной деятельности, которую легко можно было бы неверно истолковать как подготовку к ядерному испытанию, особенно активности в "чувствительных" районах, например, на бывших ядерных полигонах. Отказ от такого поведения мог бы неумышленно возбудить необоснованные требования к проведению инспекции на месте, что постепенно привело бы к эрозии доверия к ДВЗЯИ. Таким образом, помимо соблюдения статей ДВЗЯИ странам-участницам придется де-факто взять обязательства проводить свою неядерную чувствительную деятельность недвусмысленным образом с возможностью наблюдений.

Полезность коммерческих спутниковых фотографий для верификации ДВЗЯИ

Изучение недавних утверждений по поводу индийских приготовлений к ядерному испытанию было проведено с конкретной целью проверить полезность современных коммерческих фотоспутников для верификации ДВЗЯИ. В отличие от предыдущих, проведенных на основе дистанционного зондирования изучений известных ядерных полигонов это исследование показало на реалистичном сценарии ДВЗЯИ, как самые современные коммерческие фотоспутники могли бы предоставить бесценные данные для верификации запрета на испытания еще до того, как ядерное испытание произошло.

Упражнение с верификацией ДВЗЯИ показало эмпирически, как коммерческие спутниковые фотографии заполнили критическую нишу во всем режиме верификации. Наряду с журналистами, которые де-факто действовали как инспекторы гипотетического ДВЗЯИ, спутниковые снимки были эффективно использованы для проверок противоречивых фактических утверждений СМИ, а также для обнаружения новых фактов, отсутствовавших в сообщениях СМИ. В сочетании с правдоподобными статьями полученная на основе фотографий информация дала более ясную картину природы и размаха наблюдавшейся деятельности. Хотя она не предоставила достоверного доказательства, приведшего к единственному и недвусмысленному объяснению, информация со снимков дала возможность провести технический анализ и получить осмысленную оценку на основе собранных доказательств.

Исследование дало представление о будущей роли коммерческих спутниковых фотографий как инструмента верификации ДВЗЯИ. Будучи единственной технологией "доиспытательного" мониторинга, свободно доступной в будущем на коммерческом рынке, они, как представляется, будут широко использоваться многими странами для проверки выполнения Договора. Страны могли бы воспользоваться снимками, чтобы дать Организации ДВЗЯИ повод для проведения инспекции на месте. Кроме того, фотографии можно использовать для инициирования усиленного мониторинга подозрительного места с помощью "послеиспытательной" технологии, в частности, сейсмической аппаратуры и датчиков радионуклидов.⁸³

Децентрализованное применение этого нового технологического источника увеличит способности режима верификации ДВЗЯИ. С учетом продолжающихся улучшений пространственного и временного разрешения коммерческие фотоспутники скорее всего будут использоваться для выполнения задач верификации, гораздо более сложных, нежели те, которые выполнялись в данном исследовании. Вопрос на будущее не в том, станут ли коммерческие спутниковые фотографии применяться, чтобы проверять ДВЗЯИ, а скорее в том, сколь продолжительное воздействие окажут они на реализацию Договора.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторам хотелось бы поблагодарить Кэтрин Бэйли, Родни Грайсона, Т.Р. Кончера и Дуга Манатта за руководство во время этого исследовательского проекта. Авторы хотели бы также выразить признательность Джеки Олдридж, Гленну Босвеллу, Урсуле Голдстейн, Ллойд Гаймону, Джорджу Харрису, Роду Кремеру, Крису Моше, Сюзанне Скайер и Джереми Салливану, а также трем неизвестным рецензентам за содействие и замечания по предыдущим вариантам статьи. Компьютерная поддержка и помощь при обработке фотографий были предоставлены Кэролайн Бэйли, Сандрой Айри, Кирком Хэдли, Доном Харрисоном, Дуайтом Дженнингсом, Биллом Маурером, Биллом Пикксом, Скоттом Роком, Ричардом Сервасом, Бриттом Уэйном, Джерри Вудом и Кеном Уаймэном.

ПРИЛОЖЕНИЕ А РАСЧЕТ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕНИ НА ВЕРТОЛЕТНОЙ ФОТОГРАФИИ ПРОСЕВШЕЙ ВОРОНКИ 18 МАЯ 1974 Г.

В материалах МАГАТЭ по мирным ядерным взрывам (январь 1975 г.) помещена техническая статья Чидамбарам и Раманни, где приведено описание индийского ядерного испытания 1974 г. В статье имеется фотография просевшей воронки, образовавшейся вскоре после ядерного взрыва (см. снимки 1 и 4). Подпись под снимком утверждает, что он "был произведен с вертолета 18 мая 1974 г. вскоре после эксперимента".⁸⁴ В конце статьи авторы говорят, что наблюдение воронки с вертолета проходило "через час после того, как был проведен эксперимент".⁸⁵ Итак, фотографию с воздуха должны были снять в это время.

На основе опубликованных данных по вертолетному снимку, а также сейсмической информации об индийском ядерном испытании было вычислено направление сфотографированных теней. Оно было нужно для установления ориентации фотокамеры на борту вертолета в момент проведения снимка. Эта информация была затем использована для того, чтобы рассмотреть снимок со спутниковой фотокамеры КВР-1000 от 24 мая 1992 г. в таком ракурсе, который повторяет геометрию воздушной фотокамеры (см. снимки 4 и 5). В 0 часов эфемеридного времени в день проведения индийского ядерного испытания Солнце имело следующие экваториальные координаты:⁸⁶

$$\delta = 19.42^\circ \quad \alpha = 54.38^\circ \quad (A-1,2)$$

где δ - склонение (широта Солнца) и α - прямое восхождение (долгота Солнца).

Склонение измеряется по отношению к экваториальной плоскости Земли. Прямое восхождение измеряется по отношению к первой точке Овна (точке весеннего равнодействия) - это угол в экваториальной плоскости между точкой весеннего равнодействия и точкой пересечения орбитальной плоскости Земли с плоскостью экватора.

Как следует из сейсмических данных, представленных Международным сейсмологическим центром, ядерный взрыв произошел в точке с координатами $26.99^\circ \pm 0.028^\circ$ с.ш. и $71.80^\circ \pm 0.033^\circ$ в.д. Время взрыва - $02:34:55.40 \pm 0.17$ GMT (по Гринвичу) 18 мая 1974 г.. Наблюдение с вертолета проводилось через час после ядерного испытания, так что вертолетный снимок должен быть снят примерно в 03:35 GMT. Чтобы связать это время с положением Солнца на небе, было произведено преобразование к местному сидерическому (звездному) времени (LST), которое измеряется по периодическому движению относительно удаленных звезд на небе. Это преобразование от GMT в LST можно провести в два шага.⁸⁷

$$t_{GST} = 1.002743 t_{GMT} + 0.065709 D + t_0 - 24 \quad (A-3)$$

$$t_{LST} = t_{GST} + \lambda/15 + 24 \quad (\text{при } t_{GST} < 0)$$

$$t_{LST} = t_{GST} + \lambda/15 \quad (\text{при } t_{GST} \geq 0) \quad (A-4)$$

где t_{LST} - местное сидерическое время (в часах с десятичными долями); t_{GST} - Гринвичское сидерическое время (в часах); t_{GMT} - Гринвичское среднее время (в часах); D - число календарных дней после полуночи 31 декабря предыдущего года; t_0 - сидерическое время в 0 часов по Гринвичу 31 декабря предыдущего года (в часах); λ - долгота представляющей интерес точки (в градусах).

В табл. А.1 приведено значение каждого исходного параметра в уравнениях (А-3) и (А-4), которые нужны для преобразования времени фотографирования с вертолета в десятичные LST-часы:

$$t_{LST} = 24.07 \text{ часа} \quad (A-5)$$

Таблица А.1: Значения входных параметров в уравнениях (А-3) и (А-4), относящихся к времени вертолетной съемки и положению просевшей воронки. Значения получены из статьи Чидамбарам и Раманны в ISC Seismological Bulletin (май 1974 г.) и Ephemeris Almanac (1974).

t_{GMT}	D	t_0	λ
3.58 часа	138 календ. суток	6.62 часа	71.80°

Чтобы связать это LST-значение в расчетной точке испытания 1974 г. с положением Солнца, был вычислен часовой угол H , который равен угловому расстоянию в данной точке на поверхности Земли между меридианом и прямым восхождением⁹⁸

$$H = 15 t_{LST} - \alpha \quad (A-6)$$

где H - часовой угол (в градусах), t_{LST} - местное сидерическое время (в часах), α - прямое восхождение (в градусах). Используя численные значения из предыдущих уравнений⁹⁹, получим:

$$H = 306.63^\circ \quad (A-7)$$

Эта величина представляет собой часовой угол между определенной на основе сейсмических данных долготой снятой воронки и долготой Солнца на время получения фотоснимка. Отсюда рассчитаны высота Солнца над горизонтом и его азимут⁹⁰:

$$E = \arcsin[\sin \delta \sin \phi + \cos \delta \cos \phi \cos H] \quad (A-8)$$

$$A = \begin{cases} \arccos\left(\frac{\sin \delta - \sin \phi \sin E}{\cos \phi \cos E}\right) & \text{if } \sin H < 0 \\ 360 - \arccos\left(\frac{\sin \delta - \sin \phi \sin E}{\cos \phi \cos E}\right) & \text{if } \sin H \geq 0 \end{cases} \quad (A-9)$$

где A - азимутальный угол, отсчитываемый от севера по часовой стрелке (в градусах), E - наклонение (в градусах), δ - склонение (в градусах), ϕ - долгота интересующей точки (в градусах), H - часовой угол (в градусах).

В табл. А.2 приведены значения каждого входного параметра из уравнений (А-8) и (А-9), нужных для расчета высоты и азимута Солнца в момент получения снимка просевшей воронки с вертолета:

$$E = 40.56^\circ \quad A = 86.83^\circ \quad (A-9, 10)$$

Таблица А.2: Значения входных параметров в уравнениях, относящихся к времени вертолетной съемки и положению просевшей воронки. Значения получены из статьи Чидамбарам и Раманны в ISC Seismological Bulletin (май 1974 г.) и Ephemeris Almanac (1974).

δ	ϕ	H
19.42°	26.99°	306.46°

Измеренный по часовой стрелке от севера азимутальный угол $A=86.83^\circ$ означает, что Солнце находилось почти точно на востоке относительно просевшей воронки в момент съемки, а видимые на переднем плане тени от кустарника направлены на запад к фотокамере. Таким образом, вертолетная камера должна была находиться западнее места проведения испытания 1974 г. и направлена на восток, чтобы получить снимок воронки вскоре после ядерного взрыва.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПУНКТА УПРАВЛЕНИЯ ЯДЕРНЫМ ИСПЫТАНИЕМ 18 МАЯ 1974 Г.

Положение пункта управления ядерным испытанием 18 мая 1974 г. было произведено после повторного рассмотрения технической статьи Чидамбарам и Раманны (1975 г.)⁹¹. Эта статья подверглась пересмотру, потому что на фотоснимках SPOT в 1996 г. были обнаружены новые автомобильные следы вокруг места испытания 1974 г. Две старые фотографии из статьи были проанализированы для обнаружения топографических признаков, могущих помочь объяснить, почему около места старого ядерного испытания возобновилась деятельность. Были определены положение фотокамеры и ее ориентация при наземной съемке и фотографировании с вертолета, а затем эти снимки сравнили с фотографиями SPOT 1996 г. Сравнение не дало убедительного объяснения новой деятельности. Впрочем, сочетание ориентированного наземного фотоснимка с вспомогательными описаниями в тексте статьи привело к обнаружению положения пункта управления в 1974 г.

На снимке Б.1 представлена наземная фотография, полученная в тот момент, когда подземный взрыв подбросил поверхностные слои почвы. Подпись к рисунку говорит: "фотография вздутия земли в момент, близкий к максимальному подъему, сделанная из пункта управления"⁹². На снимке можно увидеть кабельную линию и дорогу по соседству, ведущую к находившемуся вдали месту взрыва. На переднем фоне снимка видны также одинокое дерево в пустынной местности и следы от колес, поворачивавшие с грязной основной дороги и направленные к месту расположения камеры на пункте управления. Присутствие кабельной линии и фотокамеры наводит на мысль, что пункт управления использовался для поджига ядерного устройства и наблюдения взрыва. Пункт управления использовался также для контроля за радиоактивными осадками - здесь находилась одна из двух лабораторий по защите от излучения⁹³. Кроме того, по всей территории были разбросаны лотки для сбора осадков и группы наблюдателей-дозиметристов. На рис.Б.1 представлена диаграмма из статьи Чидамбарам и Раманны, где указаны места нахождения лотков и наблюдателей относительно места взрыва 1974 г.

В статье не было дано точное положение пункта управления. Впрочем, если предположить, что в лаборатории по защите от излучения на пункте управления находились лотки для сбора осадков или там же располагалась группа наблюдателей-дозиметристов, то вполне разумно под пунктом управления можно было бы подразумевать одну из девяти контрольных станций, отложенных на схеме рис.Б.1. Девять кандидатов на пункт управления можно было понизить до одного путем фотограмметрического процесса. Каждый потенциальный пункт управления можно было сравнить по ориентации камеры и теней с наземной фотографией, снятой с реального пункта управления (см. снимок Б.1). Если одна из станций слежения за радиоактивностью действительно является пунктом управления, она должна удовлетворять оптической геометрии наземного фотоснимка⁹⁴.

У наземного снимка есть две фотограмметрические характеристики, определяющие его ориентацию: направление на точку взрыва и направление теней. Первое представлено на рис.Б.1 для всех девяти потенциальных пунктов управления. Последнее можно увидеть по дереву на переднем фоне снимка (см. снимок Б.1), а также рассчитать по времени съемки и географическому положению места взрыва 1974 г.

Время фотосъемки примерно соответствует моменту взрыва, так как на снимке виден почти мгновенный подъем поверхности от взрыва: это 02:34:55.40 + 0.17 по Гринвичу 18 мая 1974 г.⁹⁵. Географические координаты наземной проекции точки взрыва (ground zero) были получены при помощи снимков KBP-1000 от 24 мая 1992 г. и SPOT от 25 марта 1995 г.: это $27.095^\circ \pm 0.001^\circ$ с.ш. и $71.752^\circ \pm 0.001^\circ$ в.д. (см. сн-

мок 5). С учетом этих входных параметров было рассчитано направление тени от дерева путем последовательного применения уравнений из Приложения А. В табл.Б.1 представлены значения каждого входного параметра для этих уравнений в соответствующих единицах. Расчет дал следующие значения для высоты Солнца над горизонтом и его азимута в тот момент, когда было получено изображение взрыва:

$$E = 27.33^\circ \quad A = 81.03^\circ$$

где E - азимут и A - высота (в градусах).

Снимок Б.1: изображение подземного ядерного взрыва, поднявшего вверх почву. Снимок сделан с пункта управления. На нем видны подъем почвы вдали, кабельная линия (Cable Line) и дорога (Road), ведущая к месту взрыва. На переднем плане видны также одинокое дерево в пустынной местности (Desert Tree) и следы от колес, направленные к пункту управления (См. Chidambaram and Ramanna, "Some Studies on India's Peaceful Nuclear Explosion Experiment", p.430).

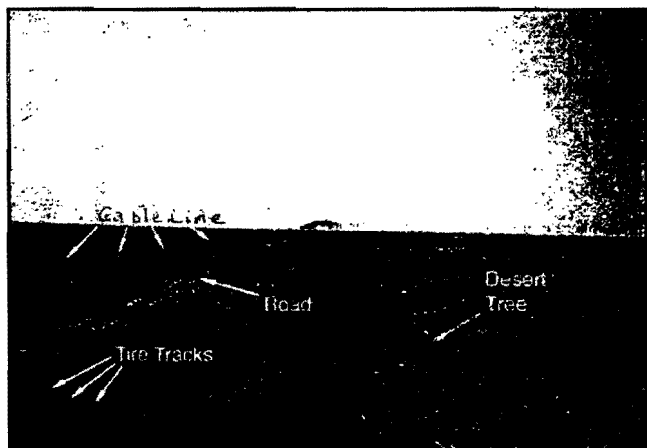
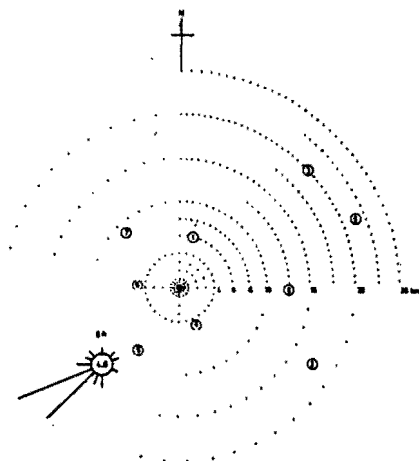


Рисунок Б.1: положение лотков для сбора осадков и групп наблюдателей-дозиметристов относительно места взрыва 1974 г. Роза ветров приведена в левом нижнем углу рисунка - она отражает состояние ветра на момент, слегка предшествовавший времени проведения испытания (См. Chidambaram and Ramanna, "Some Studies on India's Peaceful Nuclear Explosion Experiment", p.426).



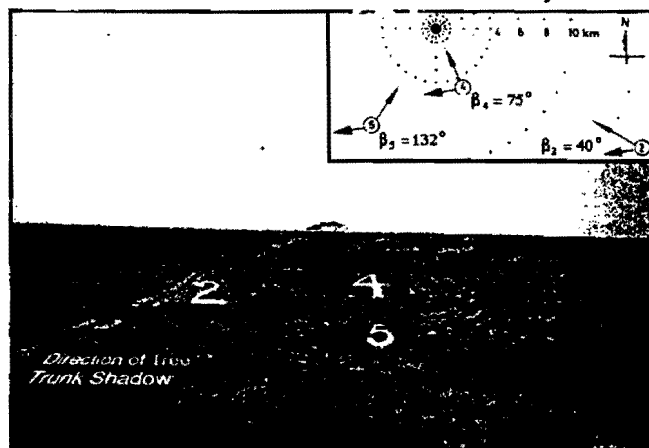
Измеренный по часовой стрелке от севера азимутальный угол 81.03° указывает, что Солнце находилось на востоке-северо-востоке от пункта управления в момент получения наземного снимка, а тень от ствола дерева, смотревшая в левую часть снимка, была отброшена на запад-северо-запад. С учетом этого индикатора направления камера на пункте управления должна была находиться к югу от места проведения испытания 1974 г. Этот вывод устраняет шесть из девяти кандидатов на пункт управления, указанных на рис.Б.1 - только станции 2, 4 и 5 были расположены к югу от места взрыва. Набор возможных пунктов управления был

еще более сокращен после определения угла и (отсчитанного по часовой стрелке угла между направлением тени направлением линии зрения на место взрыва) на наземном фотоснимке (см. вставку к снимку Б.2). Снимок Б.2 показывает, что только расчетное значение и для станции 4 совпадает с реальным значением и, полученным с наземного снимка. Итак, станция 4 оказалась пунктом управления ядерным испытанием 1974 г.: она находилась примерно в 4.8 км юго-восточнее точки подрыва на азимуте 0156° (см. рис.Б.1 и снимок 16).

Таблица Б.1: значения входных параметров для уравнений из Приложения А, соответствующие моменту получения наземного снимка (снимок Б.1) и фотограмметрическому положению испытания 18 мая 1974 г. Значения были взяты из статьи Чидамбарам и Раманна в ISC Seismological Bulletin (май 1974 г.), Ephemeris Almanac (1974) и анализа спутниковых фотографий.

Входной параметр	Значение
Склонение (или широта Солнца), δ	19.42°
Прямое восхождение (или долгота Солнца), α	53.38°
Момент получения снимка (по Гринвичу), t_{GMT}	2.58 часа
Количество суток с полуночи 31.12.73, D	138
Сидерическое время полуночи 31.12.73, t_0	6.62 часа
Долгота кратера, ϕ	27.095°
Широта кратера, λ	71.752°
Часовой угол, H	291.50°

Снимок Б.2: Наземная фотография подъема почвы с указанием направления тени от дерева и векторов линии зрения для станций 2, 4 и 5. На вставке указаны значения и (измеренного по часовой стрелке угла между направлением тени и направлением линии зрения) для станций 2, 4 и 5. Если спроецировать на изображение поверхности векторы линии зрения каждой станции относительно направления тени от вертикального ствола дерева, то только вектор линии зрения от станции 4 направлен к месту взрыва. Это убедительно отождествляет станцию 4 с пунктом управления 1974 г. Надпись на снимке: Направление тени от ствола дерева (Direction of Tree Trunk Shadow).



ПРИЛОЖЕНИЕ В ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ СООБЩЕНИЙ СМИ В СВЯЗИ С УТВЕРЖДЕНИЯМИ ОБ ИНДИЙСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ЯДЕРНОМУ ИСПЫТАНИЮ

Вслед за анализом фотоизображений была проверена достоверность каждого сообщения СМИ в связи с утверждениями об индийской деятельности по ядерному испытанию путем сравнения фактических утверждений с фотоинформацией. Если конкретное утверждение СМИ подтверждалось или совпадало со спутниковой фотоинформацией, ему давалась отметка (+). Если утверждение оказывалось несовпадающим с фотоснимками, оно получало отметку (-). Если же результат проверки оказывался неубедительным, то следо-

вала отметка (*). Соответствующие отметки давались другим статьям, которые можно было связать с этими фактическими утверждениями. Полное число отметок у каждой статьи предоставило полуколичественную возможность оценить правдивость других высказываний статьи, которые по чисто техническим причинам нельзя было проверить при помощи имевшихся в распоряжении фотоснимков с коммерческих спутников.

Например, рассмотрим статью в Business Standard от 1 января 1996 г. написанную Дамандипом Сингхом. В ней сделано шесть фактических утверждений:

- (i) Новое ограждение было построено вокруг места ядерного испытания 1974 г.
- (ii) Скот обычно пасся вокруг места ядерного испытания 1974 г.
- (iii) Место ядерного испытания 1974 г. находилось примерно в четырех км вниз по песчаной дороге, отходящей от главной перед поворотом около деревни Лохарки.
- (iv) В 1995 г. местные жители "не видели никаких земляных работ или гражданской строительной деятельности".
- (v) Местные жители помнят, что "трава и кустарник в этом районе сгорели" вскоре после ядерного испытания в 1974 г.
- (vi) Осенью 1995 г. местные жители наблюдали военные маневры, которые были "самыми крупными из всех виденных".

Первое утверждение было проверено на снимках SPOT (март 1996 г.), где видно кольцо светлого тона вокруг просевшей воронки 1974 г., и на снимке Radarsat 6 марта 1996 г., где заметна круглая дуга на периферии воронки. Второе утверждение поддержано всеми изображениями SPOT, на которых виден разный рост растительности вблизи места испытания 1974 г., что указывает на выпас скота за пределами огороженной площади. Третье утверждение подтверждено снимком SPOT 25 марта 1995 г., на котором видно, что место испытания 1974 г. расположено примерно в четырех км от главной дороги в Лохарки. Четвертое утверждение было отвергнуто снимками SPOT в марте 1996 г., которые демонстрируют укрепление ограждения и интенсивную очистку грунта в непосредственной близости от места испытания 1974 г. Пятое и шестое утверждения нельзя было проверить, поскольку не было спутниковых фотографий столь удаленных времен (1974 г.) и в связи с тем, что новые фотоснимки слишком расплывчаты с точки зрения пространственного разрешения, чтобы увидеть солдат и транспортные средства. Впрочем оба этих утверждения считались правдоподобными, поскольку в статье приведены три неочевидные фактические утверждения, проверенные независимо, и только в одном случае было показано, что утверждение ошибочно.

В табл. В.1 сведены результаты оценок достоверности. Для каждой приведенной статьи указаны фактические утверждения, которые можно проверить на основе спутниковой фотоинформации. Затем проверенные факты и утверждения, которым можно верить, были внесены в таблицу предположений (см. Приложение Г) и на диаграмму Венна (см. рис.3).

Таблица В.1: оценки правдоподобия сообщений СМИ на основе спутниковой фотоинформации.

Сообщение: Сенатор Алан Крэнстон, "Гонка ядерных вооружений в Южной Азии угрожает интересам безопасности США", Congressional Record, 27 апреля 1981 г., стр. 7375-7377.
Утверждение: "На индийском полигоне производятся земляные работы, чтобы закопать ядерную боеголовку (для подземного испытания), и в течение нескольких месяцев идут приготовления в пустыне Тхар около Покарана. Это находится рядом с местом испытания бомбы Индией в 1974 г., примерно в 100 милях к юго-востоку от пакистанской границы."
Фотоинформация: (+) Это заявление совместимо со статьями в Indian Express от 5 мая 1981 г. и с статьями в Sunday Magazine от 9-15 мая 1982 г. - два этих утверждения были проверены анализом спутниковых фотоматериалов.
Сообщение: Рахул Беди, "Покаран полон разговоров о ядерном испытании", Indian Express, 5 мая 1981 г., стр. 1.
Утверждение: "Где-то в начале 60-х гг. свыше 20 деревень в округе Покаран были захвачены армией, а район закрыли для публики".
Фотоинформация: (+) Анализ снимков КН-3 от 12 декабря 1961 г. и SPOT от 25 марта 1995 г. обнаружил, что на большом участке земли прекращено сельскохозяйственное производство и эти площади захвачены военными (см. снимки 6 и 7).
Утверждение: "Впрочем, поскольку местность подвержена засухе, а овцеводство остается основным занятием крестьян, они подгоняют скот к стенам захваченных деревень в запретных зонах с официального согласия."
Фотоинформация: (+) На снимке SPOT от 25 марта 1995 г. виден разный рост растительности по обеим сторонам ограждения вокруг военных районов, что указывает на выпас скота прямо у охраняемой границы на заброшенных участках, например, в деревне Малка и в просевшей воронке от взрыва 1974 г. (см. снимок 13).
Утверждение: "Заместитель старосты сказал, что три месяца тому назад внезапно выросло ограждение из колючей проволоки около трех км к югу от места старого взрыва - это часть покаранского стрельбища для танков и артиллерии, занимающая участок размером около 8х3 км".
Фотоинформация: (+) К югу от просевшей воронки 1974 г. рядом с танковыми стрельбищами и обычными военными полигонами на снимках КВР-1000 от 24 мая 1992 г. и SPOT от 25 марта 1995 г. видна огражденная площадка (см. снимки 7 и 13). Площадка охраняется оградой треугольной формы с основанием и высотой 5.7 км и 6.1 км, соответственно.
Сообщение: Шубабрата Баттачария, "Еще один ядерный взрыв у Покарана?", Sunday Magazine, Калькутта, 9-15 мая 1982 г., стр. 12-15.
Утверждение: "Площадка была выбрана где-то после индо-пакистанской войны 1965 г., а в 1969 г. были отселены две деревни - Малка и Кала, чтобы освободить место для военных стрельбищ. Позднее, где-то около 1974 г. были также отселены еще четыре деревни - Наутала, Эта, Таорки и Судхиа".
Фотоинформация: (+) На снимке КВР-1000 от 24 мая 1992 г. видно, что деревня Малка перестала существовать. Анализ изображений КВР-1000, SPOT (25 марта 1995 г.) и Radarsat (6 марта 1996 г.) показал, что деревня Наутала заброшена.
Утверждение: "Взрыв 1974 г. был произведен вблизи покинутой деревни Малка, расположенной примерно в четырех км от Лохарки - деревни на дороге Рамдеора-Нахна".
Фотоинформация: (+) Снимок КВР-1000 (24 мая 1992 г.) и американская военная карта 1955 г. (NG-42-04) подтверждают, что ядерный взрыв 18 мая 1974 г. произошел около Малки - точно в полутора км к юго-западу от центра деревни.

Таблица Б.1: продолжение.

Утверждение: "Жители Лохарки сказали, что в прошлом году армия поставила под охрану участок земли между местом предыдущего испытания около Малки и Хетолаи..."
Фотоинформация: (+) Снимки KBP-1000 (24 мая 1992 г.) и SPOT (25 марта 1995 г.) указывают на охраняемую зону между воронкой 1974 г. и Хетолаи (см. снимки 7 и 13).
Сообщение: "Корреспондент UNI посещает место атомного взрыва в Покаране", Patriot, Нью-Дели, 17 января 1983 г., стр.7.
Утверждение: "Корреспондент UNI, недавно посетивший место испытания 1974 г., которое находилось в 20 км от Покарана, не увидел никаких следов жизни за исключением отдельных ворон и пасущихся коз".
Фотоинформация-1: (+) На снимке SPOT (25 марта 1995 г.) видна растительность разного размера по разные стороны ограждений на военных участках, что указывает на присутствие скота, пасущегося прямо у внешней стороны охраняемых границ в заброшенных районах типа деревни Малка и просевшей воронки 1974 г. (см. снимок 13).
Фотоинформация-2: (+) Снимки KBP-1000 (24 мая 1992 г.) и SPOT (25 марта 1995 г.) показывают, что место испытания 1974 г. находится примерно в 20 км от городка Покаран. Если быть точным, то в 24.8 км.
Утверждение: "Подземный взрыв, запустивший Индию к ядерному могуществу, создал огромную воронку диаметром около 18 метров".
Фотоинформация: (-) Анализ снимка KBP-1000, где изображена просевшая воронка 1974 г., обнаружил, что диаметр воронки составил примерно 165 м, а не 18 м.
Сообщение: Тим Вайнер, "Индия подозревается в подготовке к испытанию атомной бомбы", New York Times, 15 декабря 1995 г., стр.А6.
Утверждение: Спутники-шпионы США "зафиксировали научную и техническую деятельность на полигоне Покаран в пустыне Раджастан".
Фотоинформация: (*) Описанная деятельность слишком туманна как в деталях, так и в указании места, чтобы проверить ее при помощи коммерческих спутниковых фотографий.
Сообщение: Джеффри Смит, "США обеспокоены возможным испытанием ядерного оружия Индией", Washington Post, 16 декабря 1995 г., стр.А17.
Утверждение: "Район Покарана сохранялся Индией в определенном порядке последние 20 лет, но недавно представители разведки США обратили внимание на усилия по очистке глубинных шахт, чтобы опустить под землю ядерное оружие".
Фотоинформация: (*) Пространственное и временное разрешение снимков SPOT и Radarsat в 1996 г. было слишком грубым, чтобы определить, имела ли место указанная деятельность. Кроме того, упомянутое место утверждаемой деятельности указано слишком неясно, чтобы проверить его при помощи коммерческих спутниковых фотографий.
Утверждение: "Они отметили также 'возможную подготовку оборудования' для проверки того, насколько взрыв будет соответствовать предсказаниям".
Фотоинформация: (*) Пространственное и временное разрешение снимков SPOT и Radarsat в 1996 г. было слишком грубым, чтобы определить, имела ли место указанная "возможная" деятельность. Кроме того, упомянутое место утверждаемой деятельности указано слишком неясно, чтобы проверить его при помощи коммерческих спутниковых фотографий.

Таблица Б.1: продолжение.

Сообщение: М.Д.Налапат, "Сотрудники министерства обороны встревожены сообщением о ядерном испытании", The Times of India, Бомбей, 18 декабря 1995 г., стр.1.
Утверждение: "Высокопоставленные сотрудники министерства обороны Индии утверждают, что администрация Клинтона раскрыла спутниковую информацию избранным американским корреспондентам, не указав им, что в Покаране существуют четыре площадки: А, В, С и D. Из них только площадка А предназначена для ядерных экспериментов и на ней не было деятельности".
Фотоинформация: (+) На снимке SPOT (25 марта 1995 г.) видны танковые стрельбища к северо-западу от Покарана (см. снимок 10). На снимке KBP-1000 (24 мая 1992 г.) видны две площадки для мишеней к северу от танкового полигона (см. снимок 11). Многочисленные воронки на них могли оказаться результатом артиллерийских стрельб и/или бомбардировок с воздуха.
Утверждение: Как сообщили эти сотрудники, наблюдавшая спутниками-шпионами деятельность имела место на площадках В и С, "которые используются армией". Эти площадки наряду с площадкой D (для ВВС) "были местами проведения учений в течение многих лет, и в этом нет ничего необычного".
Фотоинформация: (-) На снимках SPOT в марте 1996 г. видна крупномасштабная необычная деятельность в непосредственной близости от места ядерного испытания 1974 г. (см. снимки 16 и 18). Так что, либо утверждение статьи об отсутствии деятельности на площадке для ядерных экспериментов является некорректным, либо статья имеет в виду другое место рядом с Покараном, которое зарезервировано для ядерных экспериментов.
Сообщение: Ядерное испытание использовано как предлог", Jansatta, Дели, 19 декабря 1995 г., стр.6.
Утверждение: "Площадки, которые сфотографировали американские спутники возле Покарана, - это место, куда направляются индийские войска для проведения практических учений. Зарезервированная для взрывов площадка не проявилась на снимках, поскольку на ней нет никакой деятельности".
Фотоинформация-1: (+) На снимке SPOT (25 марта 1995 г.) видны танковые стрельбища к северо-западу от Покарана (см. снимок 10). На снимке KBP-1000 (24 мая 1992 г.) видны две площадки для мишеней к северу от танкового полигона (см. снимок 11). Многочисленные воронки на них могли оказаться результатом артиллерийских стрельб и/или бомбардировок с воздуха.
Фотоинформация-2: (-) На снимках SPOT в марте 1996 г. видна крупномасштабная необычная деятельность в непосредственной близости от места ядерного испытания 1974 г. (см. снимки 16 и 18). Так что, либо утверждение статьи об отсутствии деятельности на площадке для ядерных экспериментов является некорректным, либо статья имеет в виду другое место рядом с Покараном, которое зарезервировано для ядерных экспериментов.

Таблица Б.1: продолжение.

Сообщение: Правин Соуни, "Приготовления на площадке в Покаране предназначены, как сообщают, для ракетных испытаний", The Asian Age, Дели, 19 декабря 1995 г., стр.14.
Утверждение: "Полигон в Покаране разделен на четыре части: площадке А для артиллерийских стрельб требуется максимально открытая площадь размером до 40 км; площадка В традиционно используется для учений с бронетехникой; площадка С - это полигон индийских ВВС, а на площадке D был произведен мирный ядерный взрыв 1974 г. и она огорожена как закрытая зона. Единственная нормальная активность на площадке D - это передвижение нескольких охранных групп и инженерных армейских служб. Известно, что этот участок посещается учеными, но общая активность минимальна. Теперь, когда Индия планирует провести здесь испытания 'Притви', обнаружена активность на площадке D".
Фотоинформация-1: (+) На снимке SPOT 25 марта 1995 г. видны танковые стрельбища к северо-западу от Покарана (см. снимок 10).
Фотоинформация-2: (+) На снимке KBP-1000 (24 мая 1992 г.) видны две площадки для мишеней к северу от танкового полигона (см. снимок 11). Многочисленные воронки на них могли оказаться результатом артиллерийских стрельб и/или бомбардировки с воздуха.
Фотоинформация-3: (+) На снимках KBP-1000 и SPOT (25 марта 1995 г.) видна оградная зона, примыкающая к месту взрыва 1974 г. На снимках SPOT (2 и 18 марта 1996 г.) и Radarsat (6 марта 1996 г.) видно новое ограждение вокруг просевшей воронки 1974 г.
Фотоинформация-4: (+) Анализ снимков KBP-1000 (24 мая 1992 г.) и SPOT (25 марта 1995 г.) указывает, что за трехлетний период вблизи места испытания 1974 г. не произошло крупномасштабных изменений, но на снимках SPOT, сделанных в марте 1996 г., видна значительная активность в этой области после марта 1995 г.
Сообщение: Прем Шанкар Джа, "Поддержание индийского ядерного выбора", The Hindu, Мадрас, 30 декабря 1995 г., стр.12.
Утверждение: "Индийский корреспондент, посетивший Покаран и говоривший с жителями прилегающих деревень, сообщил, что заброшенное место испытания 1974 г. окружено сейчас новым ограждением из колючей проволоки и что имеются свидетельства использования оборудования для земляных работ, а жители утверждают о существовании совершенно нового холма, образованного из выкопанной земли и грязи. Впрочем он сообщил также, что трубы с электропроводкой, которые якобы видели американцы (они так утверждают), могли бы оказаться водопроводом, пролагавшимся к одной из деревень".
Фотоинформация-1: (+) На снимках SPOT и Radarsat в марте 1996 г. видно новое ограждение вокруг просевшей воронки 1974 г.
Фотоинформация-2: (+) Анализ снимков SPOT в марте 1996 г. обнаружил, что оборудование для земляных работ было использовано для постройки новых ограждений, а также при сооружении ряда новых прямолинейных дорог.
Фотоинформация-3: (*) Ни на одном из снимков не было найдено свидетельств появления нового холма из выкопанной земли и грязи.
Фотоинформация-4: (*) Ни на одном из снимков не было найдено свидетельств наличия водопровода, идущего к одной из ближайших деревень.
Сообщение: Дамандип Сингх, "Крупное военное строительство вблизи места первого ядерного взрыва", Business Standard, Дели, 1 января 1996 г., стр.13.
Утверждение: "Однако жители соседней деревни Лохарки указали на два необычных события: военное строительство в округе в таких масштабах, о которых ранее не было и речи, и появление новой прочной ограды вокруг места старого испытания".
Фотоинформация-1: (+) На снимках SPOT и Radarsat в марте 1996 г. видно новое ограждение вокруг просевшей воронки 1974 г.

Таблица Б.1: продолжение.

Утверждение: "Жителям Лохарки трудно объяснить появление ограждения... Песчаная дорога со свежими следами шин отходит от главной дороги прямо перед деревней, а место взрыва 1974 г. находится на расстоянии около 4 км на этой дороге".
Фотоинформация: (+) Анализ изображений SPOT обнаружил, что статья точно описывает положение места испытания 1974 г. относительно главной дороги, идущей к деревне Лохарки.
Утверждение: "Крестьянин из Лохарки Панча Рам нашел это странным, так как жители использовали местность около воронки и внутри нее, чтобы пасти там скот".
Фотоинформация: (+) На снимке SPOT (25 марта 1995 г.) видна разница в характере растительности по разные стороны ограждений вокруг военных зон - это подтверждает, что скот пасся непосредственно снаружи ограды в таких заброшенных местах, как деревня Малка и просевшая воронка 1974 г. (см. снимок 13).
Утверждение: "Они (жители) не видели никакой крупномасштабных земляных работ или строительной деятельности".
Фотоинформация: (-) Анализ снимков SPOT (март 1996 г.) обнаружил наличие крупномасштабных земляных работ и строительной деятельности примерно в 8.5 км к юго-западу от деревни Лохарки. Среди проявлений этой деятельности постройка новых охранных ограждений и прямолинейных дорог.
Сообщение: П.Р.Чари, "Сообщения об испытании заставляют принять решение по ядерной политике", The Hindustan Times, Дели, 3 января 1996 г., стр.11.
Утверждение: "Среди проявлений этой активности установление ограды вокруг места старого испытания, земляные работы для сооружения огромного песчаного холма, прокладка кабелей и т.д.
Фотоинформация-1: (+) На снимках SPOT и Radarsat (март 1996 г.) видно новое ограждение вокруг просевшей воронки 1974 г.
Фотоинформация-2: (*) Ни на одном снимке не обнаружено факта появления новой большой песчаной дюны.
Сообщение: У.П.С.Сидху, "Индийские ядерные испытания: технические и военные императивы", Jane's Intelligence Review, 8 (4) Апрель 1996 г., стр.170-173.
Утверждение: "Кроме того, ведущие ученые-атомщики приоткрыли завесу, подтвердив, что сообщения из открытых источников об индийских приготовлениях к ядерным испытаниям в начале 80-х гг. были верными".
Фотоинформация: (+) Это заявление совместимо со статьями в Indian Express (5 мая 1981 г.) и Sunday Magazine (9-15 мая 1982 г.), которые содержат фактические утверждения, подтвержденные анализом спутниковых фотографий.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г СОСТАВЛЕНИЕ ТАБЛИЦЫ ПРЕДПОЛОЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СОБРАННЫХ ФАКТОВ О ВОЕННОМ ПОЛИГОНЕ ХЕТОЛАИ

Собранные свидетельства убедительно доказывают, что на военном полигоне Хетолаи имела место крупномасштабная необычная деятельность. После установления этого факта отдельные свидетельства изучались для определения того, была ли наблюдавшаяся активность обычными учениями, подготовкой к ядерному испытанию, полевыми испытаниями ракеты 'Притви' или чем-то совершенно иным. Анализ проводился путем сведения в таблицу списка предположений - группы допущений, объясняющих в какой степени каждое свидетельство можно отнести к, по крайней мере, одному из четырех видов деятельности. В табл.Г.1 приведены собранные свидетельства и различные их объяснения. Для определения того, какой вид деятельности имел в действительности место на военном полигоне Хетолаи, каждое отдельное свидетельство помещалось на диаграмму Венна на основе приведенных предположений (см. рис.3) и затем анализировалось на присутствие пространственных и логических связей, характерных для, по крайней мере, одного из четырех возможных видов деятельности.

Таблица Г.1: таблица предположений на основе собранных фактов о военном полигоне Хеталаи (использованы следующие сокращения: ОВУ - обычные военные упражнения; БД - безобидная деятельность; ПЯИ - подготовка к ядерному испытанию; РПИ - ракетные полевые испытания).

Факт 1: Новое ограждение вокруг просевшей воронки 18 мая 1974 г.
ОВУ Могло быть возведено в качестве меры безопасности для того, чтобы предохранить машины от случайного попадания в воронку во время дневных или ночных маневров.
БД Могло быть возведено сразу же после первых утверждений о приготовлениях к ядерному испытанию, чтобы предохранить репортеров от падения в опасную зону воронки.
ПЯИ Могло быть построено для охраны места, чтобы проводить новые эксперименты и тренировочные учения для подготовки персонала к будущим ядерным испытаниям.
РПИ Могло быть воздвигнуто в качестве меры безопасности, чтобы предохранить транспортируемые узлы ракеты от падения в воронку при дневных или ночных маневрах.
Факт 2: Концентрация следов машин около места испытания 1974 г. и продолжение следов на 4 км к юго-востоку.
ОВУ Могли бы оказаться поверхностными метками, оставленными механизированными соединениями, которые проводили маневры в открытой местности. Концентрация следов могла бы соответствовать месту сбора.
БД Могли бы оказаться следами шин, оставленными военными патрулями, которые высылались для очистки обычных военных районов от журналистов. Концентрация следов могла бы указывать на временный командный пункт.
ПЯИ Могли бы стать свидетельством поисковых работ для подземного ядерного испытания. Концентрация следов могла бы соответствовать запланированной точке взрыва (ground zero). Следы на юго-восток могли бы соответствовать планируемой прокладке кабелей к пункту управления, который помещался бы относительно точки взрыва так же, как и в 1974 г.
РПИ Могли бы оказаться следами подвижных стартовых установок, проходивших испытания на способность передвигаться по бездорожью в пустынной местности.
Факт 3: "...вскоре после первого (1974 г.) взрыва трава и кустарник в этом районе были выжжены..." Сингх, Business Standard, 1/1/96, стр.1,3.
ОВУ Поскольку испытание 1974 г. было проведено вблизи имевшихся неядерных полигонов, возможно, что площадь была выжжена из-за возгорания военного снаряжения во время обычных маневров, проходивших после ядерного испытания 1974 г.
БД Трава и кустарник в этом районе могли загореться случайно. Загорание кустарника - обычное дело в пустынных регионах с сезонной сменой растительности.
ПЯИ Трава и кустарник могли быть сожжены умышленно как часть "послевзрывного" эксперимента. Мог быть произведен контрольный пожар для определения того, как внезапное передвижение грунта и радиоактивные утечки повлияли на способность восстановления естественной растительности после пожара.
ПРИ Нет объяснений. Программа ракеты 'Притви' даже не существовала в 1974 г.

Таблица Г-1: продолжение.

Факт 4: Два пожара кустарника, произошедшие после 25 марта 1995 г.
ОВУ Могли быть вызваны возгоранием военного снаряжения в этом районе во время обычных маневров. Альтернативное объяснение: пожар был организован умышленно для обучения войск действиям в условиях дымовой завесы.
БД Пожар начался рядом с новой оградой (см. снимок 16). Причиной могли бы стать два отдельных несчастных случая, произошедших во время сооружения новой ограды.
ПЯИ Мог бы быть вызван умышленно для очистки местности перед планировавшимся ядерным испытанием. Очищенную почву можно было бы использовать затем для изучения того, как внезапное перемещение почвы и утечка радиоактивности повлияют на способность восстановления естественной растительности после пожара.
ПРИ Могло быть контрольное огневое учение для тренировки персонала в условиях пожара поросли после полевого испытания 'Притви' или в результате неудачи при запуске.
Факт 5: Самые крупные военные маневры, когда-либо наблюдавшиеся местными жителями. Сингх, Business Standard, 1/1/96, стр.1,3.
ОВУ Это просто могли быть самые крупные неядерные военные учения, когда-либо проводившиеся в районе Покарана.
БД Нет объяснений.
ПЯИ Учения могли быть крупнее обычных, так как потребовались дополнительные силы и оборудование для подготовки подземного ядерного испытания в сочетании со стандартными неядерными учениями.
ПРИ Могли быть крупнее обычных, так как к регулярному комплекту армейских подразделений добавились группы обслуживания ракетных батарей и вспомогательные службы.
Факт 6: Дорога к военной базе, расположенной в 4 км к юго-западу.
ОВУ Могла быть основной дорогой для механизированных подразделений, прибывающих на военный полигон для неядерных учений.
БД Нет объяснений.
ПЯИ Могла существовать для того, чтобы соседние механизированные подразделения имели возможность обеспечить физическую охрану места ядерного испытания, которое находится всего в 90 км от границы с Пакистаном.
ПРИ Могла использоваться соседними механизированными соединениями для участия в совместных учениях с ракетными подразделениями.
Факт 7: Новые машинные следы между воронкой 1974 г. и участками для мишеней рядом с Науталой.
ОВУ Могли быть следами от прохождения артиллерийских соединений, которые базировались на охраняемой площадке. Могли быть также следами, оставленными механизированными подразделениями с военной базы бронетехники.
БД Нет объяснений.
ПЯИ Могла бы оказаться неосновной дорогой для персонала и оборудования, чтобы попасть на место ядерного испытания (и уйти с него) через площадки для обычных испытаний. Появление на них войск и последующий уход местные жители могли интерпретировать как деятельность, связанную с обычными военными учениями.
ПРИ Могли быть следами подвижных стартовых установок, проходивших испытания на проходимость по бездорожью в пустынной местности.

Таблица Г-1: продолжение.

Факт 8: Воронка 5/18/74 и кабельная линия, соединяющая ее с пунктом управления, который находился в 4.8 км к юго-востоку от центра взрыва.
ОВУ Нет объяснений.
БД Нет объяснений.
ПЯИ Воронка была образована при подземном ядерном взрыве. Кабельная линия была ориентирована перпендикулярно направлению преобладающих ветров. Пункт управления использовался для поджига ядерного устройства, наблюдения взрыва и слежения за радиоактивными выделениями.
ПРИ Нет объяснений.
Факт 9: Земляные работы для захоронения ядерной боеголовки. Сенатор Крэнстон, 4/27/81
ОВУ Нет объяснений.
БД Нет объяснений.
ПЯИ Описание сенатором земляных работ для захоронения ядерной боеголовки можно истолковать только как подготовку к ядерному испытанию.
ПРИ Нет объяснений.
Факт 10: Сообщения деревенских старост о планах выселения; новое охрannое ограждение. Беди, Indian Express, 5/5/81, стр.1.
ОВУ Нет объяснений.
БД Нет объяснений.
ПЯИ Официальное уведомление о планах отселения на четыре дня девяти близлежащих деревень могло бы быть мерой безопасности для предохранения жителей от сотрясения почвы, напоминающего землетрясение, и неумышленных радиоактивных выделений при запланированном подземном ядерном испытании.
ПРИ Нет объяснений. Ракетной программы 'Притви' в 1981 г. не существовало.
Факт 11: Ночные операции машины, звучавшей как бур. Баттачария, Sunday Magazine, 9-15 мая 1982 г., стр.12-15.
ОВУ Нет объяснений.
БД Нет объяснений.
ПЯИ Ночные операции машины, звучавшей как бур, могли быть согласованными усилиями по подготовке скважины для подземного ядерного испытания.
ПРИ Нет объяснений. Ракетной программы 'Притви' в 1982 г. не существовало.
Факт 12: В начале 80-х гг. было завершено сооружение двух скважин для будущих ядерных испытаний. Сидху, Jane's Intelligence Review, 4/96, стр.170-173.
ОВУ Нет объяснений.
БД Нет объяснений.
ПЯИ Две скважины могут достаточно правдоподобно рассматриваться как результат деятельности, которая наблюдалась и о которой сообщалось в 1981 и 1982 гг. сенатором Крэнстоном, местными жителями и деревенскими старостами.
ПРИ Нет объяснений.
Факт 13: Учения по подвижности 'Притви-1' и по подготовке ракет. Соуни, Asian Age, 12/19/95, стр.1,4.
ОВУ Нет объяснений.
БД Нет объяснений.
ПЯИ Нет объяснений.
ПРИ Как написано в статье, деятельностью вокруг места ядерного испытания 1974 г. могли бы стать испытания ракеты 'Притви-1' на подвижность и подготовку в полевых условиях.

Таблица Г-1: продолжение.

Факт 14: Планируемые точки падения ракет в нескольких военных операционных районах, удаленных на расстояние 40-150 км.
ОВУ Нет объяснений.
БД Нет объяснений.
ПЯИ Нет объяснений.
ПРИ На тактической авиационной карте (H-8C), подготовленной в марте 1991 г. в масштабе 1:500000 указаны пять военных операционных районов, которые можно было бы использовать в качестве зон падения при полевых испытаниях 'Притви'. При старте с места ядерного испытания 1974 г. 'Притви-1' могла бы достигнуть целей в этих районах как при минимальной (40 км), так и при максимальной (150 км) дальности полета.
Факт 15: Многослойная ограда по периметру.
ОВУ Нет объяснений.
БД Нет объяснений.
ПЯИ По крайней мере, четыре слоя охранных ограждений окружают площадки в центре военного полигона. Усиление этих ограждений могло быть сделано для усиления безопасности при доставке испытываемых ядерных устройств и помещении их под землю.
ПРИ По крайней мере, четыре слоя охранных ограждений окружают площадки в центре военного полигона. Усиление этих ограждений могло быть сделано для усиления безопасности при доставке испытываемых ракет 'Притви-1' и их временном размещении.
Факт 16: Прокладка кабелей. Чари, Hindustan Times, 1/3/96, стр.11.
ОВУ Нет объяснений.
БД Нет объяснений.
ПЯИ Кабели могли пролагаться для поджига испытываемого ядерного устройства и сбора данных от ядерного взрыва.
ПРИ Кабели могли пролагаться для соединения пункта запуска с подвижной стартовой установкой. Кабели традиционно используются во всем мире при таких запусках с подвижного старта.
Факт 17: Идентичные прямоугольные строения на площадках А и С, соединенные с ответвлениями AF и CE, которые связаны с линией EG, завершающейся в т.Г (см. снимки 18 и 19).
ОВУ Нет объяснений. Многослойная ограда наводит на мысль, что внутри охраняемой площади проходили нетрадиционные учения.
БД Нет объяснений.
ПЯИ Прямолинейные следы могли бы оказаться кабелями, соединяющими пункт управления (т.Г) с двумя скважинами, которые были подготовлены в начале 80-х гг. (прямоугольные строения на площадках А и С). Как и в 1974 г., кабельная связь (линия EG) ориентирована перпендикулярно направлению преобладающих ветров, что отвело бы радиоактивные осадки от пункта управления (см. рис.4).
ПРИ Прямолинейные следы могли бы оказаться дорогами для транспорта, соединяющими точку старта (т.Г) с двумя помещениями, где размещены ракеты 'Притви-1' и запасы летучего топлива (это прямоугольные строения на площадках А и С). Дорога (линия EG) имеет протяженность 2.1 км, так что испытательные запуски можно проводить на безопасном расстоянии от места базирования. Дорога ориентирована перпендикулярно направлению преобладающих ветров, что позволит избежать токсичные выхлопные газы от места базирования (см. рис.5).

Таблица Г-1: продолжение.

Факт 18: Площадки В и D, соединенные с ответвлениями BF и DF, которые связаны с линией EG, завершающейся в т. G (см. снимки 18 и 19).
ОВУ Нет объяснений.
БД Нет объяснений.
ПЯИ Площадка D равноудалена от двух предполагаемых положений скважин (А и С). Таким образом, она могла бы оказаться диагностической станцией для записи информации, передаваемой по кабелям с обоих мест взрыва. Линия BG могла бы быть кабельной связью между площадкой В и пунктом управления (т. G). Площадка D находится вблизи входа в центральную охраняемую зону. Она могла бы стать вспомогательной базой при подготовке к ядерному испытанию, связанной новой дорогой с пунктом управления (т. G). (См. рис. 4.)
ПРИ Площадка В равноудалена от двух предполагаемых помещений для хранения ракет 'Притви' и соединена с предполагаемым местом запуска (т. G). Таким образом, она могла бы оказаться пунктом управления ракетами для координации размещения отдельных узлов 'Притви' на месте запуска, слежения за полетом ракеты после старта и связи с районом приземления. Площадка D находится вблизи входа в центральную охраняемую зону. Она могла бы стать вспомогательной базой при полевых испытаниях 'Притви', связанной новой дорогой с местом запуска (т. G). (См. рис. 5.)

ПРИМЕЧАНИЯ И ССЫЛКИ

1. Tim Weiner, "India Suspected of Preparing for A-bomb Test", The New York Times, December 15, 1995, p. A6.
2. R. Jeffrey Smith, "Possible Nuclear Arms Test by India Concerns US", Washington Post, December 16, 1995, p. A17.
3. Материалы по дистанционному зондированию на американском полигоне в Неваде содержатся в следующих документах: P. Zimmerman, Nancy Del Grande, and W. McKinnis, "Persistent Changes in the Nevada Desert Resulting from Atmospheric Nuclear Tests", LLNL Report, UCRL-JC-105881, January 1991, pp. 1-14; Bhupendra Jasani, "Civil Observation Satellites and Arms Control Verification", Preliminary Report, Department of War Studies, King's College, London, August 1992, pp. 65-69; Peter Zimmerman, "Study of the Nevada Test Site Using Landsat Satellite", CSIS Report, 1993, pp. 1-9; Bhupendra Jasani, "Could Civil Satellites Monitor Nuclear Tests?", Space Policy, 11 (1), February 1995, pp. 31-40. Материалы по дистанционному зондированию бывших советских полигонов содержатся в следующих документах: Ulf Ekblad and Hans-Ake Olsson, "Satellite Imagery Detection of Preparations for Underground Nuclear Explosions", FOA Report C 30560-9.4, Swedish Defense Research Establishment, January 1990, pp. 1-18; William Leith and David Simpson, "Monitoring Underground Nuclear Tests", in Commercial Observation Satellites and International Security (eds. M. Krepon et al.) New York, St. Martin's Press, 1990, pp. 115-124; Johnny Skorve and John Skogan, "The NUPI Satellite Study of the Northern Underground Test Area on Novaya Zemlya", NUPI Report (164), December 1992, pp. 1-51; Lynn Sykes, Jishu Deng, and Paul Lyubomirskiy, "Accurate Location of Nuclear Explosions at Azgir, Kazakhstan, from Satellites Images and Seismic Data: Implications for Monitoring Decoupled Explosions", Geophysical Research Letters 20 (18), September 15, 1993, pp. 1919-1922; C.H. Thueber, H.R. Quin, and P.G. Richards, "Accurate Locations of Nuclear Explosions in Balapan, Kazakhstan, 1987 to 1989", Geophysical Research Letters 20 (5), March 5, 1993, pp. 399-402; C.H. Thueber, H.R. Quin, and R. Saleh, "Catalog of Locations of Nuclear Explosions at Balapan, Kazakhstan, 1965 to 1985", Bulletin of the Seismological Society of America 84 (2), April 1994, pp. 458-461; Johnny Skorve, "Epicentre Location and Cratering in the Novaya Zemlya Underground Nuclear Test Site", NORSAR Semiannual Technical Summary, Scientific Report No. 1-94/95, January 1995. Материалы по дистанционному зондированию китайского ядерного полигона вблизи озера Лоб Нор приведены в следующих статьях: Vipin

Gupta, "Future Chinese Nuclear Tests on the Horizon", Trust & Verify (30), July/August 1992, pp. 2-3; Jasani, "Civil Observation Satellites and Arms Control Verifications", pp. 73-74; Vipin Gupta, "Assessment of the Chinese Nuclear Test Site near Lop Nor", Jane's Intelligence Review 5 (8), August 1993, pp. 378-381; Vipin Gupta and Philip McNab, "Sleuthing from Home" The Bulletin of the Atomic Scientists 49 (10), December 1993, pp. 44-47; Vipin Gupta, "The Status of Chinese Nuclear Weapons Testing", Jane's Intelligence Review 6 (1), January 1994, pp. 31-35; Vipin Gupta, "Locating Nuclear Explosions at the Chinese Test Site near Lop Nor", Science and Global Security 5 (2), 1995, pp. 205-244 [русский перевод в журнале "Наука и всеобщая безопасность", т. 5, No. 2, ноябрь 1995 г., стр. 39-54]; Vipin Gupta, A Remote Sensing and Photogrammetric Study of the Chinese Nuclear Test Site, (диссертация в Лондонском университете, январь 1996 г.), pp. 1-264; Vipin Gupta and Donald Rich, "Locating the Detonation Point of China's First Nuclear Explosive Test on October 16, 1964", International Journal of Remote Sensing 17 (10), July 10, 1996, pp. 1969-1974.

4. "Non-Seismic Detection of Underground Nuclear Tests", SIPRI Yearbook 1972: World Armaments and Disarmament (Stockholm: Almquist and Wiskell, 1972), pp. 437-460; Scientific and Technical Aspects in the Verification of a Comprehensive Test Ban Treaty (London: VERTIC, 1990), pp. 1-146; Non-Seismic Technologies in Support of a Nuclear Test Ban (Ottawa: Verification Research Unit, 1993), pp. 1-16; Laurence Nardon, "Test Ban Verification Matters: Satellite Detection", Verification Matters (7), November 1994, pp. 1-39; P. Argo et al., "The Detection and Recognition of Underground Nuclear Explosions", Surveys in Geophysics 16, 1995, pp. 495-532; Jasani, "Could Civil Satellites Monitor Nuclear Tests?", pp. 31-40; Gupta, "Locating Nuclear Explosions at the Chinese Test Site near Lop Nor", pp. 205-244.
5. R. Chidambaram and R. Ramanna, "Some Studies on India's Peaceful Nuclear Explosion Experiment", Peaceful Nuclear Explosions IV: Proceedings of a Technical Committee on the Peaceful Uses of Nuclear Explosions Organized by the International Atomic Energy Agency, January 20-24, 1975, pp. 421-436. Директор физической группы в атомном исследовательском центре имени Баба (БАИЦ) во время индийского ядерного испытания д-р Айенгар недавно заявил о слегка меньшей мощности индийского ядерного взрыва. Отвечая на вопросы после своего недавнего выступления, он сказал, что мощность составила 8 килотонн - "как раз то, что предсказывалось". См. P.K. Iyengar, "India's Nuclear Program: Past and Future", presented at the Henry L. Stimson Center, Washington DC, May 23, 1996. Самая низкая упоминавшаяся мощность взрыва 1974 г. была равна двум килотоннам. Как сказано в статье Sunday Observer, "отдельные источники из БАИЦ продолжают отстаивать, что по независимым измерениям некоторых ученых мощность взрыва в Покарне должна быть не выше двух килотонн", Yogi Aggarwal, "India Makes Another Bomb", Sunday Observer, August 30, 1981.
6. R. Chidambaram and R. Ramanna, "Some Studies on India's Peaceful Nuclear Explosion Experiment", p. 434. Статья в Illustrated Weekly of India утверждала, что радиус воронки был больше - около 75 м, а Patriot сообщил о значительно меньшем радиусе - всего 9 м. "UNI Correspondent Visits Pokhran A-Blast Site", Patriot, New Delhi, January 17, 1983, p. 7; Khushwant Singh, "Explosion in the Desert", The Illustrated Weekly of India, July 14, 1974, pp. 6-17. Размер воронки, представленный в Illustrated Weekly, взят со слов соавтора доклада БАИЦ (январь 1975 г.) Р. Раманна. Так как статья в Illustrated Weekly появилась всего через два месяца после ядерного испытания, радиус 75 м мог соответствовать предварительным измерениям. С другой стороны, это мог бы оказаться радиус "истинной воронки", а не радиус "видимой воронки". Радиус "истинной воронки" определяется после того, как удалены все обломки, а радиус "видимой воронки" находится по внешнему виду воронки сразу после ее образования. Детали приведены в Harry Saxe, "Explosion Crater Prediction Utilizing Characteristic Parameters", in Charles Fairhurst, Rock Mechanics (Oxford: Pergamon Press, 1963), pp. 273-306.
7. Chidambaram and Ramanna, "Some Studies on India's Peaceful Nuclear Explosion Experiment", pp. 432, 436. Подпись

- под снимком воронки утверждает, что снимок был сделан с вертолета "вскоре после эксперимента". В конце статьи авторы дают более точную информацию о воздушном снимке. Отвечая на вопрос участника конференции о времени образования воронки, авторы сообщили, что наблюдение с вертолета проводилось "через час после того, как был выполнен эксперимент".
8. Aziz Haniffa, "US Warns Against Any Indian Nuclear Test", India Abroad, December 22, 1995, p.14. Raj Chengappa, "Testing Times: India's Nuclear Policy", India Today, December 31, 1995, pp.46-51.
 9. Масштаб фотографии можно примерно установить по расстоянию между следами от колес, которые видны на снимке. Размер на фотографии можно затем преобразовать в размер на местности, если оценить расстояние между следами от левого и правого колеса на снимке и иметь представление о типе машины, оставившей следы на грунте.
 10. "A Tremor...and a Roll", Science Today, A Times of India Publication, June 1974, pp.20-21.
 11. "UNI Correspondent Visits Pokhran A-Blast Site", p.7. В этой статье приведено относительно направление на положение воронки 18 мая 1974 г.: "Посетителям надо внезапно повернуть с шоссе, ведущего в городок Покаран, и направить свои машины на длинную узкую дорогу протяженностью 7 км, которая приведет к месту".
 12. "Fears over Pokhran N-Test Allayed", Times of India, May 20, 1993, p.5.
 13. Rahul Bedi, "Pokhran Full of N-test Talk", Indian Express, New Delhi, May 5, 1981, p.1. "Villagers Expect Nuclear Test in Rajasthan", Dawn, Karachi, May 7, 1981, p.14.
 14. Damandeep Singh, "Heavy Military Build-Up Near First Nuclear Explosion Site", Business Standard, Delhi, January 1, 1996, pp. 1,3.
 15. Shubhabrata Bhattacharya, "Another Nuclear Blast at Pokhran?", Sunday Magazine, Calcutta, May 9-15, 1982, pp.12-15.
 16. Bulletin of the International Seismological Centre, May 1974, p.91.
 17. Оценки систематической ошибки были основаны на вычисленных систематических ошибках китайских ядерных испытаний, которые также регистрировались при сейсмической магнитуде 4.9. См. рис.6 и табл.D.1 в статье Gupta, "Locating Nuclear Explosions at the Chinese Test Site Near Lop Nor", pp.222,239. Величина компонента случайной ошибки заимствована из работы Roger Clark and John Baruch. "Verification of a Comprehensive Test Ban", in Frank Barnaby, ed., A Handbook on Verification Procedures (London: MacMillan Press, 1990), p.88.
 18. Карты северо-западной Индии в масштабе 1:250000 (U-502, издание 1-AMS) были получены из библиотеки наук о Земле Стэнфордского университета.
 19. Jasani, "Civil Observation Satellites and Arms Control Verification", pp.68,96.
 20. Пространственное разрешение на поверхности (употребляется также термин GSD - Ground Sample Distance, или единица поверхностного измерения) определяется размером проекции пиксела оцифрованного изображения на поверхность. Это основной фактор при определении количества пространственных деталей на изображении. См. Peter Zimmerman, "A New Resource for Arms Control", New Scientist, 123 (1983), September 23, 1989, p.40; M.R.B.Forshaw et al., "Spatial Resolution of Remotely Sensed Imagery: A Review Paper" International Journal of Remote Sensing, 4 (3), 1983, pp.497-520.
 21. Senator Alan Cranston, "Nuclear Arms Race in South Asia Endangers US Security Interests", Congressional Record, US Senate, April 27, 1981, pp.7375-7377.
 22. Ibid., p.7375.
 23. Bedi, "Pokhran Full of N-test Talk", p.1.
 24. Bhattacharya, "Another Nuclear Blast at Pokhran?", p.13. Эта статья получила продолжение: "Indian Weekly Reports Pokhran Site Sealed Off, Predicts H-Bomb Test", AFP, May 10, 1982.
 25. W.P.S.Sidhu, "India's Nuclear Tests: Technical and Military Imperatives", Jane's Intelligence Review, 6 (4), April 1996, pp.170-173.
 26. Weiner, "India Suspected of Preparing for A-bomb Test", p.A6.
 27. Smith, "Possible Nuclear Arms Test by India Concerns US", p.A17.
 28. В статье не конкретизировано точное положение четырех этих районов относительно Покарана. M.D.Nalapat, "Defense Officials Upset over Report on N-test", The Times of India, Bombay, December 18, 1995, p.1.
 29. "Using a Pretext of the Nuclear Test", Jansatta, Delhi, December 19, 1995, p.6.
 30. Pravin Sawhney, "Preparations at Pokhran Site Reportedly for Missile Test", The Asian Age, Delhi, December 19, 1995, pp.1,4. Пакистанская сторона реагировала на эту статью "сильным возражением" против любых индийских планов испытывать ракету "Притви". "Strong Exception" taken to Indian Missile Test Reports", Islamabad Radio Pakistan Network, 1400 GMT, December 19, 1995.
 31. Greg Gerardi, "India's 333rd Prithvi Missile Group", Jane's Intelligence Review, 7 (8), August 1995, pp.361-364.
 32. Как сообщается, в ракете "Притви" используется в качестве топлива смесь ксилитина и триэтиламина в равных объемах, а окислителем служит дымящаяся азотная кислота. См. Manoj Joshi, "Vehicles of War: The Prithvi, the MBT, and the ALH", Frontline, September 25, 1992, p.122; "Prithvi Surface-to-Surface Missile", World Missiles Briefing (Teal Group Corporation, April 1996), pp.1-4. Эти вещества токсичны и вызывают серьезные ожоги. Особенно опасна дымящаяся азотная кислота с парами бурого цвета, так как она спонтанно реагирует со многими органическими веществами, а пары ее ядовиты. Обслуживающим ракеты частям приходится принимать специальные меры предосторожности для безопасного обращения с летучими веществами и избежания прямого контакта с топливом, окислителем и выхлопными газами. См. George Sutton, Rocket Propulsion Elements: An Introduction to the Engineering of Rockets (New York: John Wiley and Sons, 1986), pp.168-182.
 33. Prem Shankar Jha, "Maintaining India's Nuclear Option" The Hindu, Madras, December 30, 1995, p.12.
 34. P.R.Chari, "Reports of Test Forcing Nuclear Decision", The Hindustan Times, Delhi, January 3, 1996, p.11.
 35. Singh, "Heavy Military Build-Up Near First Nuclear Explosion Site", pp.1,3.
 36. Журналист, посетивший в 1983 г. место испытания 18 мая 1974 г., также отметил присутствие там "пасущихся коз". "UNI Correspondent Visits Pokhran A-Blast Site", Patriot, p.7.
 37. Отбросы от бурения можно использовать в качестве боевого материала. Индия использовала этот циклический процесс при испытании 18 мая 1974 г. См. Chidambaram and Ramanna, "Some Studies on India's Peaceful Nuclear Explosion Experiment", p.424.
 38. Даже статья в Asian Age, где приведено описание подготовки к полевым испытаниям "Притви", связывает район деятельности с местом взрыва 18 мая 1974 г.
 39. Хотя снимки KBP-1000 обычно продаются с утверждением, что пространственное разрешение составляет 2 м, похоже, что данная конкретная фотография была обработана со слегка более грубым разрешением. Такой вывод следует из-за неспособности обнаружить отдельную автомашину на снимке с размером 40x40 кв.км. Машины свободно обнаружимы при двухметровом разрешении, так что этот кадр на пленке должен иметь более низкое пространственное разрешение, из-за чего машины неразличимы на фоне окружающей местности. См. Vipin Gupta, "New Satellite Images for Sale", International Security 20 (1), Summer 1995, pp.96-97,101-103.
 40. Была другая причина для выбора именно этого снимка SPOT. Он оказался наиболее современным изображением, полученным "до события" и подходящим для использования, чтобы обнаружить и отождествить любую деятельность, которая могла произойти позднее в 1995 г.
 41. Имеющиеся карты подтверждают утверждение Sunday Magazine, что деревня Малка больше не существует. Она была помещена на на армейских американских картах выпуска 1955 г. (полученных из Стэнфордского университета) с масштабом 1:250000, но отсутствует на аналогичных картах выпуска 1985 г. (взятых в библиотеке Конгресса).
 42. Авторы запросили полный список безоблачных снимков данного района, сделанных на KBP-1000, но продавец этой информации "Совинформспутник" не предоставил такого списка, сообщив, что только один снимок был доступен для продажи.

43. На снимке КВР-1000 обнаружены другие крупные круговые особенности, но при более близком рассмотрении оказалось, что все они вызваны повреждениями пленки.
 44. Bulletin of the International Seismological Centre, May 1974, p.91.
 45. Совпадающая азимутальная ориентация всех четырех физических особенностей служит также независимой проверкой того, что фотография воронки с вертолета была сделана действительно ранним утром.
 46. Этими двумя картами были листы NG-42-04 и NG-42-08 карты масштабом 1:250000, выпущенной в 1955 г. картографической армейской службой США.
 47. На снимке КВР-1000 24 мая 1992 г. деревня Малка не видна. Это подтверждает утверждение Sunday Magazine о том, что деревня покинута.
 48. Поиск в архивах рассекреченных спутниковых фотографий производился с помощью службы глобальной информации о Земле (<http://edcwww.cr.usgs.gov/glis/glis.html>). Единственным параметром при поиске информации было географическое положение воронки 18 мая 1974 г.
 49. Смутный контур деревни Малка был найден на снимке KH-3 и он совпадал с положением деревни на американской армейской карте выпуска 1955 г. (см. вставку на снимке 6). Поскольку снимок KH-3 был сделан примерно с таким же пространственным разрешением (10 м), что и на панхроматических фотографиях SPOT, деревня Малка была бы обнаружима на последних снимках SPOT и КВР-1000 (см. снимки 3 и 7). Но никаких свидетельств существования Малки не было найдено. Итак, заключение Sunday Magazine верно: деревня была покинута.
 50. Bedi, "Pokhran Full of N-test Talk", p.1; "UNI Correspondent Visits Pokhran A-Blast Site", Patriot, p.7.
 51. Как и треугольная особенность на площадке 1, огороженная резервация была отождествлена по наличию природной богатой растительности внутри и отсутствию сельскохозяйственной деятельности и пасущегося скота.
 52. Bhupendra Jasani, "Arms Control Verification by Satellite", International Defense Review, 23 (6), June 1990, pp.643-646.
 53. "Например, интерпретатор всегда может указать на военное соединение бронетехники по связанной с ним последовательности полос, напоминающих следы от шаров для кегельбана и являющихся на самом деле танковым стрельбищем". Dino Brugioni, "The Art and Science of Photoreconnaissance", Scientific American, 274 (3), March 1996, pp.78-85.
 54. Эта оценка совместима со статьями в Times of India (18 декабря 1995 г.), Asian Age и Jansatta (19 декабря 1995 г.), которые сообщали о полигонах для военных учений в районе Покарана. Nalapat, "Defense Officials Upset over Report on N-test", p.1; Sawhney, "Preparations at Pokhran Site Reportedly for Missile Test", pp.1,4; "Using a Pretext of the Nuclear Test", p.6.
 55. Самая большая воронка с краями нерегулярной формы на четвертом участке имеет максимальную ширину 70 м.
 56. Это заключение совместимо со статьей в Sunday Magazine (9-15 мая 1982 г.), где утверждалось, что жители деревни Наутала были выселены где-то в 1971 г., чтобы освободить место для индийской армии. Bhattacharya, "Another Nuclear Blast at Pokhran?", p.12.
 57. Эта оценка совместима со статьей в Asian Age (19 декабря 1995 г.), где упомянуты артиллерийское стрельбище и полигон BBC в районе Покарана. Она совместима также со статьями в Times of India и Jansatta, описавшими полигоны для армейских учений в районе Покарана. Sawhney, "Preparations at Pokhran Site Reportedly for Missile Test", pp.1,4; Nalapat, "Defense Officials Upset over Report on N-test", p.1; "Using a Pretext of the Nuclear Test", p.6.
 58. Singh, "Heavy Military Build-Up Near First Nuclear Explosion Site", Business Standard, pp.1,3; "UNI Correspondent Visits Pokhran A-Blast Site", Patriot, p.7.
 59. На снимке 13 ясно видно, что огражденный периметр имел треугольную форму в марте 1995 г., а не прямоугольную, как указывалось в мае 1981 г. Это означает, что или линии ограды были передвинуты за прошедшие 14 лет, или староста Лохарки неверно описал огражденную площадь как прямоугольную.
 60. Имеются также следы между деревней Хетоллаи и южным входом. Жители могли пользоваться этими путями, чтобы попасть на работу внутри охраняемой зоны (и возвращаться с нее). Другое объяснение состоит в том, что расположенный внутри периметра военный персонал мог использовать эти тропы для посещения Хетоллаи.
 61. Для рассмотрения высоты особенностей на снимках SPOT был использован простой зеркальный стереоскоп.
 62. Используя панхроматические фотографии SPOT, можно заметить и использовать для картографии различия в высотах более 20 м, если стереоизображения обладают высоким качеством. Вертикальное разрешение в 20 м означает, что насыпи вырытой земли и песка должны быть достаточно большими, чтобы оказаться замеченными на стереоизображениях SPOT. Рассмотрим для примера шахту для ядерного испытания 18 мая 1974 г. Оно, как сообщалось, было проведено в цилиндрической шахте диаметром 6 м и глубиной 107 м. Для сооружения такой шахты надо было переместить 3025 кубометров почвы (объем равен $\pi r^2 h$). Если бы вырытый материал сваливался в одну кучу, она приняла бы форму конуса с углом откоса около 40°. Объем конуса был бы равен объему цилиндрической шахты, а высота конуса зависит от размера его основания:
- С учетом приведенных параметров куча имела бы поперечный размер 30 м и высоту 13 м. Хотя это достаточно крупная насыпь, занимающая большой участок грунта (6-9 пикселей панхроматического изображения SPOT), все же разница высот лежит ниже порога вертикального разрешения. См. E.I.Theodossiou and I.J.Dowman, "Heighting Accuracy of SPOT", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 56 (12), December 1990, pp. 1643-1649; Joseph Bowles, Foundation Analysis and Design (New York: McGraw Hill, 1982), p.60; "A Tremor...and a Roll", pp. 20-21; Chidambaram and Ramanna, "Some Studies on India's peaceful Nuclear Explosion Experiment", p. 423.
63. Временная последовательность изображений SPOT, где видны изменения за период между 25 марта 1995 г. и 2 марта 1996 г., записана на видеомониторном фоне.
 64. Поток жидкости рассматривался также в качестве возможной причины для уничтожения растительности. Позднее это было отвергнуто из-за формы обнажившейся площади. При проливании на песчаную пустынную местность жидкости ведут себя как реки и озера, а не образуют форму перьев. Это было эмпирически установлено в кувейтской пустыне после войны 1991 г. На снимках Landsat TM видны поврежденные скважины - точечные источники рек и озер из нефти. См. Peter Zimmerman, "The Use of Civil Remote Sensing Satellites During and After the 1990-1991 Gulf War", in John Poole and Richard Guthrie, Verification Report 1992 (London: VERTIC 1992), pp.230-240.
 65. Исторические справки и воздушные снимки ядерного испытания 18 мая 1974 г. можно найти в статье Chidambaram and Ramanna, "Some Studies on India's Peaceful Nuclear Explosion Experiment", pp.430,432.
 66. Песчаные дюны параболической формы в этом районе указывают на направление создавших их ветров (см. снимок 18). После образования песчаные дюны сохраняют свою форму и не перемещаются, что доказано идентичностью картины дюн на снимках KH-3 12 декабря 1961 г. и SPOT 25 марта 1995 г. (см. снимки 6 и 7). Thomas M.Lillesand and Ralph W.Riefer, Remote Sensing and Image Interpretation (New York: John Wiley and Sons, 1987), p.499. В пустыне Раджастан преобладающие ветры дуют с юго-запада в период июль-сентябрь и с северо-востока с октября по июнь. См. Encyclopedia Britannica 18, 1974, pp.206-207.
 67. Соединительные немоощные дороги также кажутся толще и ярче относительно прилегающей почвы, что указывает на возросшее передвижение транспорта.
 68. Это было продемонстрировано эмпирически на радиолокационном снимке российского спутника "Алмаз-1" основной базы и близких к ней маркеров, сброшенных с воздуха, на китайском ядерном полигоне вблизи озера Лоб Нор. См. Gupta, "The Status of Chinese Nuclear Weapons Testing", pp.34-35.
 69. Этот шум присущ всем снимкам PCA. См. Lillesand and Riefer, Remote Sensing and Image Interpretation, p.499.
 70. Круговая дуга была найдена при совмещении снимка

- Radarsat со снимком SPOT от 2 марта 1996 г. по наблюдению мерцаний от двух этих изображений и визуальной подгонке форм особенностей, видных на обоих изображениях. Последовательность мерцаний записана на видеомагнитофон.
71. По опраделению, предположение - это акт "допущения чего-то независимо от того, правильно ли оно или нет, в целях аргументации или для прослеживания последствий". См. Random House Dictionary of the English Language (New York: Random House, 1989), p.1430.
 72. John Barwise and Eric Hammer, "Diagrams and the Concept of Logical System", in D.M.Gabbay, What is a Logical System? (Oxford: Clarendon Press, 1994), pp.79-83.
 73. Шахты на американском полигоне в Неваде располагались в центре огражденной площадки. US Congress, Office of Technology Assessment, The Containment of Underground Nuclear Explosions, OTA-ISC-414 (Washington DC: US Government Printing Office, October 1989), p.86.
 74. US Congress, The Containment of Underground Nuclear Explosions, p.86. Информация о характерных сроках ухудшения свойств конкретных марок кабелей в зависимости от длительности сигнала и частоты содержится в справочнике Bernard Matisoff, Wiring and Cable Designer's Handbook (Blue Ridge Summit, PA: TAB Boors, 1987), pp.154-157.
 75. Если т.Г является точкой старта, то следовало бы ожидать поворотную петлю большого радиуса в непосредственной близости от нее. Такие петли скорее всего нужны для размещения подвижных стартовых установок. Известно, что для ракет меньшего размера требуются подобные поворотные дороги. Примеры этого имеются на архивных аэроснимках площадок с ракетами типа "земля-воздух" SA-2 на Кубе. Ракеты этого типа имели длину 7 м, что примерно на 1.5 м короче размера "Притви". Brugioni, "The Art and Science of Photoreconnaissance", p.79; Barton Wright, World Missile Database Volume I: Soviet Missiles (Lexington: Lexington Books, 1986), p.549; "Prithvi Surface-to-Surface Missile", p.2.
 76. Кабели традиционно используются для подвижных стартов ракет. См. Steven Zaloga, "The 'Scud' Ballistic Missile", Asia Pacific Defence Review, Nov/Dec 1993, p.20.
 77. "Prithvi Surface-to-Surface Missile", p.2.
 78. В соответствии с картой Пакистана для тактических полетов (листы с Н-8А по Н-8D, масштаб 1:500000, выпуск 1991 г.) в пределах досягаемости ракеты "Притви-1" при запуске с военного полигона Хетолан находится много городков и деревень. Список ценных целей в Пакистане приведен в статье Harbir K.Mannashaiya "India's Prithvi: Government Held Hostage by Its Own Missile", International Defense Review 28 (8), August 1995, pp.23-25.
 79. "Prithvi Surface-to-Surface Missile", p.3; Mannashaiya, "India's Prithvi: Government Held Hostage by Its Own Missile", p.23; Gerardi, "India's 333rd Prithvi Missile Group", pp.361-362.
 80. Карты для тактических полетов (листы Н-8В и Н-8С, масштаб 1500000), Оборонное картографическое агентство, Аэрокосмический центр, Сан-Луи, март 1991 г.
 81. Gupta. "New Satellite Images for Sale", pp.102-103.
 82. Объединения информационных агентств и станции "Интернет" кажутся перспективными направлениями для связи с этими альтернативными источниками.
 83. Для всех технологий, имеющих отношение к ДВЗЯИ, слежение за подозрительным полигоном можно было бы усилить путем увеличения частоты обследования и внимательного изучения всех сигналов, поступающих из этого района. Перед разными коммерческими спутниками можно было бы поставить задачу набирать снимки каждый раз, когда подозрительное место окажется в поле зрения. Инфразвуковые датчики могли бы регулярно вести поиск акустических волн от потенциальных районов испытаний. Можно разместить датчики радионуклидов в непосредственной близости к возможному месту взрыва и чаще собирать с них информацию. Сигналы сейсмической сети можно подвергать стандартной фазированной обработке, ориентированной на поиск сигналов с подозреваемого места. Для всех этих технологий собранные данные можно интерпретировать почти в реальном времени, чтобы найти, какие нормальные сигналы исходят из этого места и появились ли аномальные сигналы, которые можно было бы интерпретировать как активность, связанную с ядерным испытанием.
 84. Chidambaram and Ramanna, "Some Studies on India's Peaceful Nuclear Explosion Experiment", p.432.
 85. Ibid., p.436.
 86. The American Ephemeris and Nautical Almanac for the Year 1974 (Washington DC: US Government Printing Office, 1974), p.27.
 87. Peter Duffet-Smith, Practical Astronomy with your Calculator (London: Cambridge University Press, 1979), pp.10-11.
 88. Местный меридиан - это плоскость, проходящая через два полюса и зенит (точку, находящуюся прямо над наблюдателем).
 89. Вычисления часового угла, склонения и азимута были проведены в солнечных экваториальных координатах с разницей во времени относительно момента получения снимка в 3.58 часа. Это привело к небольшой ошибке (порядка минут по времени) в результате, так как Земля слегка переместилась за это время по своей орбите (меньше, чем на четверть градуса). Для определения направления тени на снимке с вертолета эта ошибка несущественна и, следовательно, ею можно пренебречь. Сравнимые по величине временные ошибки от рефракции в атмосфере (2-3 минуты) также не были приняты во внимание по той же самой причине. См. Duffet-Smith, Practical Astronomy with your Calculator, p.55.
 90. Ibid., p.24.
 91. Chidambaram and Ramanna, "Some Studies on India's Peaceful Nuclear Explosion Experiment", pp.421-436.
 92. Ibid., p.430.
 93. Ibid., p.425.
 94. Если ни одна из станций слежения за радиоактивностью не удовлетворит геометрии камеры и тени, указанной на снимке Б.1, это указывало бы на то, что положение пункта управления не было включено в схему расположения лотков для сбора осадков и групп физиков-дозиметристов.
 95. Bulletin of the International Seismological Centre, May 1974, p.91.