

ОБЗОР СОВЕТСКИХ ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ НА НОВОЙ ЗЕМЛЕ в 1955-1990 годах

Виталий Халтурин, Татьяна Раутиан, Пол Г. Ричарде и Уильям С. Лейт

Испытательный полигон на Новой Земле был использован Советским Союзом для многих разнообразных типов испытаний ядерного оружия и ядерного воздействия. Пользуясь только информацией из многих книг и статей, опубликованных на русском языке с 1988 по 2003 г., мы привели описание истории полигона и его установок, ранних подводных испытаний, многих атмосферных испытаний с 1957 по 1962 г., а также подземных испытаний в штольнях и шахтах с 1964 по 1990 г. Каждое испытание часто влекло за собой несколько ядерных взрывов, инициировавшихся одновременно. Мы приводим данные о самой большой группе подземных взрывов 12 сентября 1973 г. (полная мощность около 4,2 Мт), которые были проведены при уникальном сочетании горизонтальной штольни и вертикальной шахты, и кратко комментируем радиоактивные выбросы, которые оказались значительными при некоторых испытаниях. Во многих, но не во всех случаях советские испытания на Новой Земле следовали за аналогичными испытаниями в США.

Виталий Халтурин, Татьяна Раутиан, и Пол Г. Ричарде работают в обсерватория Ламон-Дохерти по наблюдению Земли, Колумбийский университет, Пэлисэйдс. Нью-Йорк, Нью-Йорк, США

Уильям С. Лейт работает в Геологической службе США, Рестон, Вирджиния, США

Статья получена 10 апреля 2004 г. и принята к публикации 2 декабря 2004 г.

Корреспонденцию следует посылать Полу Ричардсу по адресу Paul G. Richards, Lamont-Doherty Earth Observatory, Columbia University, Palisades, NY, USA.

Адрес электронной почты: Richards@LDEO.columbia.edu.

ВВЕДЕНИЕ

С окончанием холодной войны в Российской Федерации появилось много новой информации о проведении испытаний ядерного оружия Советским Союзом в течение более тридцати лет. На Новой Земле было проведено всего 130 испытаний в верхней атмосфере, над поверхностью воды и на границе воды с воздухом, под водой и под землей. Эти 130 испытаний включали в себя 224 отдельных взрывных устройств с учетом самых крупных атмосферных и подземных испытаний в СССР и единственных советских надводных и подводных испытаний. При этих испытаниях на Новой Земле выделилось 265 мегатонн энергии ядерных взрывов от 1955 до 1990 г. в некоторых из самых экстремальных условиях, которые можно найти где-нибудь еще на Земле. Загрязнение радионуклидами сегодня проявляется там в ряде мест.

Мы приводим обзор доступной информации об ядерных испытаниях на Новой Земле, уделяя особое внимание новым сведениям о самых крупных испытаниях (атмосферных и подземных) и о советских надводных и подводных испытаниях. Готовятся к публикации отдельные статьи о деталях 39 подземных ядерных испытаний, приводящие самые точные оценки мест и мощностей.¹

Вслед за завершением второй мировой войны главные программы СССР по разработке ядерного оружия привели к созданию первого в этой стране ядерного устройства РДС-1 (сокращение фразы «Россия делает это сама»). Оно впервые было испытано в Казахстане 29 августа 1949 г. на площадке, которая стала известной как Семипалатинский испытательный полигон (СИП). В середине 50-х гг. все советские ядерные испытания проводились над землей на СИП. Но в 1954 г. разрабатывалась первая советская ядерная торпеда Т-5 и скоро она оказалась готовой к испытаниям. Советские военные стремились испытать ее в наиболее реальных условиях, что делало необходимым иметь полигон вблизи морского побережья. Для этого тогда и была выбрана Новая Земля, где 21 сентября 1955 г. было проведено первое подводное испытание.

Обширные ядерные испытания продолжались в Казахстане, включая испытание в атмосфере с мощностью около 1,6 Мт 22 ноября 1955 г., которое привело к значительному выпадению радиоактивных осадков в Восточном Казахстане и Западной Сибири, а также к обнаружению радиоактивных продуктов на Дальнем Востоке, включая Японию. Многие врачи и биологи, имевшие теперь возможность наблюдать долгосрочные медицинские эффекты от бомбардировок Хиросимы и Нагасаки, настаивали, что испытания в атмосфере разнесут радиоактивные вещества по всему миру, вызывая генетическую опасность, которая будет особенно угрожающей, если выпадения осадков приведут к накоплению дозы.

В 1954 г. осадки от американского испытания «Браво» загрязнили японскую рыболовную шхуну, что привело к смерти одного рыбака и к серьезному заболеванию ряда других. Поэтому советским руководителям стало ясным, что СИП неудобен для крупномасштабных испытаний в атмосфере. После оценки альтернативных площадок летом 1957 г. Новая Земля была выбрана в качестве площадки для многомегатонных атмосферных испытаний, а также для испытаний под водой, несмотря на суровые окружающие условия при размещении гораздо севернее Арктического полярного круга, а также на близость к российскому материку и к Европе. Как официально считается, восемьдесят пять атмосферных ядерных испытаний (АЯИ) были проведены на Новой Земле, начиная с 24 сентября 1957 г. и кончая 25 декабря 1962 г. В дальнейшем эта площадка продолжала использоваться после Договора об ограничении ядерных испытаний, подписанного в 1963 г., для крупнейших советских подземных ядерных испытаний (ПЯИ), пик которых пришелся на начало 70-х гг., до появления ограничений от Договора о пороге мощности ядерных испытаний, заключенного в марте 1976 г.

Ядерные испытания на архипелаге Новая Земля проводились в двух разных районах, как указано на рис. 1. Северный испытательный полигон (СНЗИП) гораздо больше по площади, что можно увидеть из табл. 1, и на нем проходили самые крупные АЯИ в 1961 и 1962 гг., хотя с 1963 г. испытания проводились только под землей на относительно небольшом участке (примерно 22 км на 18 км), расположенном южнее пролива Маточкин Шар, отделяющего северный остров Новой Земли от южного. Южный испытательный полигон (ЮНЗИП) содержит площадки для проведения подводных и надводных испытаний, ряда атмосферных испытаний с относительно небольшой мощностью (в диапазоне 1-100 кт) и шести подземных испытаний (последнее из них проводилось в 1975 г.) в глубоких шахтах.

В последующих разделах разбираются следующие вопросы: наши основные источники информации; физические условия ядерных испытаний на Новой Земле; некоторые основные свойства прохождения сейсмических волн в этом регионе; история полигона и основные элементы его инфраструктуры; подводные, надводные и поверхностные ядерные испытания в период 1955-62 гг.; атмосферные испытания в 1955-62 гг.; подземные ядерные испытания в 1964-90 гг. с некоторыми деталями о самом крупном подземном взрыве 12 сентября 1973 г. (примерно 4,2 Мт) и краткий комментарий об авариях, радиоактивном заражении, а также о гидроядерных и гидродинамических экспериментах.

История ядерных испытаний - это удивительный компонент силовой борьбы Востока и Запада в 20-м веке. Сегодня в России Новая Земля играет такую же роль, как

и в США играет Невадский испытательный полигон. Таким образом, части Новой Земли сейчас активно используются для ядерных экспериментов, проводимых Российской Федерацией с момента подписания в 1996 г. Договора о всеобщем запрещении ядерных испытаний. Текущее продолжение ядерных экспериментов на архипелаге увеличивает уместность документирования и понимания его истории ядерных испытаний.

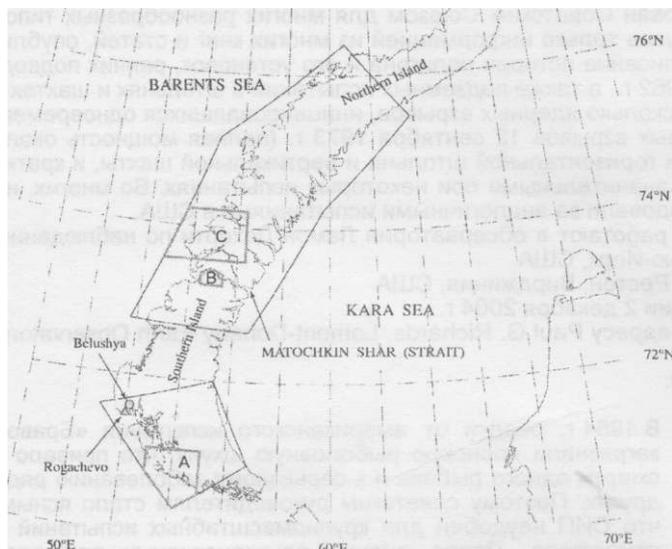


Рис. 1. Границы отдельных испытательных участков на Новоземельском испытательном полигоне (НЗИП). Буквами А, В и С обозначены три главные зоны военной деятельности. А - это Черная губа, где в 1955-62 гг. было проведено шесть испытаний (под водой, над водой и на поверхности почвы). Шесть подземных взрывов были проведены в шахтах за период с 1972 по 1975 г. Дополнительные детали приведены на рис. 2. В - губа Митюшкина на южном берегу пролива Маточкин Шар. Здесь была зона подземных ядерных испытаний, проведенных в штольнях (туннелях). Тридцать три подземных ядерных устройств были взорваны в этом районе в тридцати шести туннелях. Дополнительные детали приведены на рис. 4. С - это мыс Сухой Нос и его окрестности. Это специальная зона, отобранная для очень крупных ядерных взрывов в атмосфере, включая самое мощное испытание 30 октября 1961г. (58 Мт). **Военные поселения:** Белужья (кружок) - административный и научный центр и штаб-квартира НЗИП. Рогачево (треугольник) - поселение и аэропорт, оборудованный длинной взлетно-посадочной полосой для любого типа военных и гражданских самолетов

Табл. 1. Районы Северного и Южного участков НЗИП (площадь в км²)

Участок	Суша	Море	Всего
Северный	40400	29800	70200
Южный	14800	6200	21000
Всего	55200	36000	91200

ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

Почти вся техническая информация о советских ядерных испытаниях была засекречена в советскую эпоху до 1987 г. В этом году, когда испытания возобновились после одностороннего моратория на испытания, объявленного президентом Горбачевым в 1985 г. и действовавшего с конца 1985 по конец 1986 г., объявления о подземных ядерных испытаниях (ПЯИ) начали публиковаться в газетах (на следующий день после испытания). Информация, получаемая из сейсмограмм, например, координаты места взрыва, время и магнитуда начали публиковаться в сейсмологических бюллетенях, а в конечном итоге стали доступными сами сейсмограммы.² Сильное ослабление цензуры началось в 1988-89 гг.

В течение 1988-92 гг. были опубликованы обширная информация и технические анализы, касавшиеся советской программы ядерных испытаний и ее последствий. Такой процесс возбудил в это время широкий интерес к выполнению Советским Союзом обязательств по Договору о порог на ядерные испытания (начиная с 31 марта 1976 г., были запрещены подземные ядерные взрывы с мощностью свыше 150 кт). В статьях Бочарова и его коллег из Специальной службы мониторинга Советского министерства обороны была приведена детальная информация о положении, времени проведения и мощности для 96 советских ПЯИ на Семипалатинском полигоне, проведенных до конца 1972 г.³ Несколько публикаций было посвящено полученным за этот период данным на испытательном полигоне на Новой Земле.⁴ Сотни статей о ПЯИ на Новой Земле появились в газетах и журналах. Например, книга Дубасова и др., опубликованная в 1999 г., содержала ссылки на 182 статьи, написанные для широкой публики и 29 технических докладов.⁵ Почти все эти материалы были опубликованы в течение 1989-92 гг. Цензурные ограничения потихоньку были восстановлены в 1996-98 гг.

Академик М.А.Садовский и его сотрудники, начиная с 1947 г. (место их работы называлось Специальным сектором Института химической физики) изучали все сейсмологические аспекты химических и ядерных взрывов, а также физические воздействия взрывов на непосредственные окружающие условия. Их работа была основана на наблюдениях в близковолновой зоне, начинавшейся от самой взрывной полости и простирающейся наружу на несколько километров. Садовский стал директором Института физики Земли (ИФЗ) в 1960 г., и с ним в ИФЗ перешел специальный сектор (это было крупное подразделение численностью около 500 сотрудников). Сейсмический эффект ядерных взрывов был главной задачей их исследований с самого начала ядерной программы в СССР. Деятельность специального сектора была засекречена - эта группа не могла публиковать результаты своих исследований ядерных взрывов и не принимала участия ни в каких международных связях или встречах. В 1990 г. специальный сектор формально был преобразован в Институт динамики геосфер (ИДГ) под руководством В.В.Адушкина и почти сразу начал участвовать в совместных исследовательских программах с учеными (в основном, сейсмологами) из западных стран.

Ученые ИДГ начали интенсивные публикации исследований различных геофизических и экологических последствий сильных химических и ядерных взрывов. За 1994-2002 гг. они опубликовали 10 томов подготовленных работ. Более двухсот статей, касающихся некоторых аспектов ядерных испытаний, были опубликованы в российских журналах.

Некоторые важные и информативные статьи, посвященные НЗИП и параметрам подземных ядерных испытаний, были в течение этого времени опубликованы в западных журналах. Лейт и его коллеги анализировали геологию на основе аэрофотосъемки и изображений СНЗИП со спутников. Матцко подытожил данные, рассеянные в российских публикациях по географии, геологии, метеорологии, и сообщил о мощностях, приведенной глубине и радиоактивном загрязнении при подземных ядерных испытаниях на Новой Земле.⁸ Скорв и Скоган проанализировали спутниковые снимки Новой Земли.

Сравнив их с немецкими фотографиями с воздуха, сделанными в 1942 г., они обнаружили обвалы пород, вызванные мегатонными подземными ядерными испытаниями. Маршалл и др. применили метод «совместного определения эпицентров» для оценки относительных координат подземных испытаний по сейсмическим данным. Они определили абсолютные координаты, зафиксировав координаты подземных испытаний 2 ноября 1974 г. (СНЗИП) и 29 сентября 1976 г. (СНЗИП). Их статья до сих пор остается самым цитируемым источником информации о времени, координатах и магнитудах почти всех подземных испытаний на Новой Земле. О небольшом пересмотре значений координат, приведенных Маршаллом и др., было сообщено Ричардсом¹¹, который воспользовался ограничением, связанным с тем, что сейсмические эпицентры, которые находятся вблизи вершин,

хребтов или иных высоких участков неровной топографии СНЗИП, регистрируются на фотографии со спутника SPOT и публикуются Агентством по оборонным продвинутым исследовательским проектам (DARPA).

Общее описание советской программы ядерного оружия приведено в официальной публикации (1977) «Ядерные испытания в СССР», отредактированной группой специалистов под руководством В.Н. Михайлова, в которую включено много информации, ставшей доступной в ряде российских публикаций, упомянутых выше. Для каждого подземного ядерного испытания приведены следующие данные: (1) официальный номер испытания; (2) дата испытания; (3) кодовое название скважины или штольни; (4) число отдельных взрывов в каждом испытании; (5) мощность или диапазон мощностей (например, 0,001-20, 20-150, 150-1500 или 1500-10000 кт). В Приложении 1 приведено содержание этой книги.

Книга Михайлова содержит также основные сведения по истории программ разработки атомного и термоядерного оружия, а также по истории Семипалатинского испытательного полигона и полигона на Новой Земле. Три отдельные главы посвящены испытаниям первой советской атомной бомбы (29 августа 1949 г. на башне высотой 30 м, мощность 22 кт), первой термоядерной бомбы (12 августа 1953 г. на башне высотой 30 м, мощность 400 кт) и оценкам эффектов ядерного оружия на основе наблюдений во время военных маневров в Оренбургской области (Южный Урал, 14 сентября 1954 г., высота взрыва - 350 м, мощность 40 кт). Эта книга представляет собой первый том шеститомной серии, содержащей полное описание многих аспектов советской ядерной программы. Серия была опубликована Российским Федеральным ядерным центром (ВНИЭФ) в Сарове в 1997-2001 гг. Все шесть томов переведены на английский язык и опубликованы издательством Begall-Atom в 1999-2001 гг. под названием «Ядерные испытания в СССР».

Эти шесть томов называются так:

- Том 1. Задачи, общие характеристики и организация ядерных испытаний. Первые ядерные испытания.
- Том 2. Технология ядерных испытаний.
- Том 3. Ядерное оружие. Военно-политические аспекты.
- Том 4. Технология мирных ядерных взрывов.
- Том 5. Ядерные испытания и экологические проблемы.
- Том 6. Люди ядерной эры.

Другим важнейшим источником информации является книга «Испытательный полигон на Новой Земле. Обеспечение общей и радиологической безопасности ядерных испытаний (факты, свидетельства, воспоминания)», опубликованная на 500 страницах в Москве в 2000 г. под редакцией группы специалистов во главе с профессором В. Логачевым.¹⁴ Более 50 экспертов по ядерным испытаниям участвовали в этом сборнике. Содержание этой книги приведено в Приложении 2. Некоторые технические параметры ядерных испытаний на Новой Земле были опубликованы в этой книге впервые. Например, в книгу Логачева включены данные о высоте взрывов при атмосферных испытаниях и о приведенной глубине подземных ядерных испытаний на НЗИП. Приводятся детали трех «происшествий» (нарушение камуфлетности), произошедших в рамках программы подземных ядерных испытаний на Новой Земле. Представлены карты с указанием мест подводных, надводных и подземных ядерных испытаний на СНЗИП и ЮНЗИП, а также указаны точные значения мощности при некоторых испытаниях, приведена информация об истории и структуре НЗИП, о системах, использованных для наблюдения испытаний и дистанционного управления ими, не говоря уже о не публиковавшейся ранее другой информации. Основные положения этой книги рассмотрены ниже.

Третьей важной российской публикацией является справочник «Северный испытательный полигон», опубликованный в Санкт-Петербурге. Книга, в основном, касается радиоактивного загрязнения (от просачивания или выдувания при подземных ядерных испытаниях), вытекающих отсюда экологических проблем и метеорологических вопросов, а также других последствий ядерных испытаний на НЗИП. Детальное описание радиологических эффектов после испытания приведено для каждого из 39

ПЯИ, проведенных на НЗИП. В списке также содержится важная информация о приведенной глубине залегания заряда (ПГЗЗ) при каждом испытании, что дает возможность определить в ряде случаев реальные глубины подземных испытаний на основе оценок мощности взрыва. Содержание этой книги приведено в Приложении 3.

Воспоминания участников советской программы ядерного оружия также служат важными источниками «неофициальной информации». Такие воспоминания публиковались в 90-х гг. при ослабленной цензуре. Четыре из них представляют особый интерес для информации, представленной в данной статье. Прежде всего, это том воспоминаний участников ядерных испытаний на Новой Земле «Ядерный архипелаг»¹, далее следует серия воспоминаний, включенных в набор из 17 томов, которые опубликованы в Курчатовском институте с 1994 по 1997 г.¹, затем идет длинное описание специальной наблюдательной системы советского Министерства обороны и, наконец, отметим книгу В.Н. Михайлова «Я ястреб», опубликованную в 1996 г. на английском языке.¹⁸ Михайлов пишет о своем опыте работы в качестве конструктора ядерного оружия в Арзамасе, участника программы подземных ядерных испытаний на Новой Земле в течение нескольких лет, представителя России на переговорах в 80-х гг. по новому протоколу о верификации Договора по пороговым ядерным испытаниям и (с 1992 г.) первого министра только что организованного Министерства по атомной энергии.

Особый интерес представляют точные значения мощностей взрывов при советских ядерных испытаниях. Всего на территории СССР было проведено 496 подземных ядерных испытаний (ПЯИ) с 1949 по 1990 г. Среди них 340 испытаний проведено на семипалатинском испытательном полигоне (СИП) в Казахстане, 117 так называемых мирных ядерных взрывов (МЯВ) были проведены, как правило, не на испытательных площадках, а во многих различных местах на территории СССР, а 39 - на испытательном полигоне на Новой Земле. Официально опубликованы данные о мощности всех МЯВ (из них семь были проведены на СИП) и 22 ПЯИ на СИП.¹⁹ Такие же сведения опубликованы для 81 атмосферных ядерных испытаний и для шести подводных, надводных и наземных ядерных испытаний.¹³ Но конкретная информация о точном времени взрыва, его координатах, магнитуде (по данным советской сейсмической сети) и мощности для большинства ядерных испытаний все еще остаются в России секретными. Такие данные могут быть использованы для калибровки наблюдательных систем и поэтому для улучшения системы мониторинга ядерных взрывов. В отдельной статье мы получаем оценки мощностей взрывов на Новой Земле для каждого ПЯИ и оценки координат на основе информации, полученной из сейсмограмм или других источников.²

ФИЗИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Острова Новой Земли (архипелаг) расположены между Баренцевым и Карским полярными морями (см. рис. 1). В основном, архипелаг состоит из двух крупных островов - северного и южного, разделенных узким проливом Маточкин Шар. Северный остров занимает площадь около 49 000 км², а южный - около 33 200 км². Полная протяженность архипелага с севера на юг составляет около 750 км, а ширина лежит в пределах 100-140 км. Границы испытательного полигона на Новой Земле определены при обмене документами при формальной ратификации и вступлении в силу Договора о пороговом испытании (подписан в 1974 г.), чего не произошло до 1990 г. Детали о площадях испытательного полигона и положении его границ приведены на рис. 1 и в табл. 1.

Северная часть полигона («Маточкин Шар») и южная («Красино») находятся при сильно отличающихся условиях. В северной части более высокие горы, более толстый слой вечной мерзлоты и более твердые скальные породы с повышенной прочностью.¹⁴ Большинство подземных испытаний на Новой Земле были проведены в замерзших скальных породах в отличие от любых других испытаний, проведенных во всем мире.

Северный испытательный полигон на Новой Земле

(СНЗИП) расположен в гористой местности со средней высотой 600-800 м. Испытания там проводились в штольнях (обычно штольни называют туннелями, хотя с технической точки зрения туннель отличается тем, что имеет два открытых конца, а штольня - только один). Площадь, связанная с испытательной деятельностью, сосредоточена на участке размером 22 на 18 км, расположенном на южном берегу пролива Маточкин Шар (см. рис. 1). В этот участок входит поселок Северный. Грунт состоит обычно из осадочных пород девонской эпохи (например, сланцев, песчаника), возможно, зеленосланцевых фаций со средней плотностью 2700 кг/м³ и со скоростью волн сжатия (Vp) 5,0-5,3 км/с.⁸ Ледники покрывают больше половины Северного острова, а их толщина достигает более 300 м.²¹

Южный участок для деятельности по подземным ядерным испытаниям был выбран в 1970 г. Он расположен в южной части Южного острова примерно на расстоянии 280 км от северного испытательного полигона на площади размером примерно 25 на 25 км с низким рельефом (высота над уровнем моря около 150 м) вблизи побережья Баренцева моря между Черной губой и Башмачной губой. Центром деятельности был поселок Башмачкино. Испытания в этой зоне проводились в буровых скважинах с глубиной до 1600 м. Грунт на территории ЮНЗИП состоит из осадочных пород пермской эпохи (аргиллиты, песчаники, алевроиты и карбонаты) толщиной от 2 до 5 км и с плотностью 2500-2700 кг/м³. Скорость волн сжатия (Vp) составляет 4,5-6,0 км/с для песчаников и 2,2-5,6 км/с для алевроитов. На СНЗИП толщина слоя вечной мерзлоты достигает около 400-500 м в гористой местности и составляет примерно 259-350 м в более равнинных районах.²² Водоёмы, простирающиеся ниже границы слоя вечной мерзлоты в СНЗИП, содержат мало воды.⁵ Содержание воды в породах мало, всего только 1-1,5 %. Уровень подземных вод не существует в обычном смысле в большей части архипелага. Было просверлено несколько колодцев на СНЗИП в долине речки Шумилиха на глубину 500 м с прохождением через основание слоя вечной мерзлоты, но они показали отсутствие почвенных вод. (Наличие таких вод стало бы поводом для беспокойства, поскольку они могли бы разнести радиоактивность от подземных испытаний.) Все штольни, подготовленные для испытаний, но не использованные, остаются до сих пор сухими. Содержание газов в породах Новой Земли не превышает 4 % для песчаников, но лежит в пределах 8-15 % для сланцев.²³

Значительное количество ПЯИ на СНЗИП было проведено внутри слоя вечной мерзлоты. Перевод энергии взрыва в сейсмический сигнал сильно зависит от прочности пород, которая различна для промерзшего и не промерзшего грунта. Эта разница велика для мягких почв и для пористых грунтов с большим содержанием воды, но мала для прочных грунтов, которые имеют мало трещин и содержат мало воды. Породы на СНЗИП простираются вглубь на несколько сотен метров, где в них очень мало льда (воды) и почти нет трещин (в отличие от пород вблизи поверхности). Поэтому похоже, что влияние вечной мерзлоты на сейсмическое сопряжение не очень велико. Эффект становится даже еще меньше для ПЯИ на мегатонном уровне, которые были проведены ниже слоя вечной мерзлоты.

Климат на островах носит экстремальный характер. Средняя температура от декабря до марта составляет -15 °С, от апреля до мая она равна -5 °С, а от сентября до ноября близка к -7 °С. Лед на море и снег на суше не уходят с октября до середины июня. Средняя толщина льда с января до мая составляет около 1,0-1,2 м. Метели очень часты в зимнее время, в среднем они занимают 50-60 дней каждый год. Скорости ветра достигают 40-55 м/с.^{14,21}

СКОРОСТИ И ЗАТУХАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН НА НОВОЙ ЗЕМЛЕ И РЯДОМ С НЕЙ

Много сейсмических станций было установлено вблизи от расстояний менее 100 км от эпицентров для регистрации ПЯИ в течение практически всего периода ядерных испытаний на Новой Земле. Пятнадцать ПЯИ

были зарегистрированы сетью станций, установленных в цепочку общей длиной 300 км и простиравшихся вдоль западного берега от СНЗИП до ЮНЗИП. Было опубликовано мало информации о сейсмических наблюдениях на близких и более удаленных расстояниях.²⁴ Известно только, что Р-волны со скоростями 5,3-5,8 км/с и периодами 0,2—0,4 с наблюдались в ближней квазиволновой зоне на расстояниях до 10 км. На более удаленных расстояниях до 300 км наблюдались все пять типов сферических волн - Рg-волна, Pn, Sn с малой амплитудой и сильные Lg- и Rg-волны.

Детальные сейсмические наблюдения шести ПЯИ на СНЗИП были проведены на континентальном материке, на расстояниях 300-1000 км от эпицентра. Эти шесть взрывов были зарегистрированы шестью временными станциями в Белужьей губе, Амдерме (она перешла на постоянную работу в 1983 г.), Нарьян-Маре, Воркуте, Мурманске и Архангельске. Ближайшая станция - Белужья губа, находится на расстоянии около 190 км от эпицентров этих ПЯИ. Результаты были получены также на постоянных станциях советской сейсмографической сети. При сейсмических наблюдениях ПЯИ на Новой Земле было найдено, что Lg-волны не видны при пересечении Южной Баренцевой депрессии, где гранитный слой тонкий или даже отсутствует.^{24,2} Поэтому такие волны не отмечались континентальными станциями, находящимися к юго-западу от данной испытательной площадки.

Приведенные уравнения связи между проходимым расстоянием и временем, а также предполагаемые скорости сейсмических волн были получены Султановым из наблюдений ПЯИ на этих станциях:

$$t(Pg) = R/6,2 + 0,25 \text{ для расстояний } R = 10-150 \text{ км};$$

$$t(Pn) = R/8,2 + 8,9 \text{ для } R = 220-1000 \text{ км};$$

$$t(Sn) = R/4,4 + 17,5 \text{ для } R = 250-700 \text{ км};$$

$$t(Lg) = R/3,5 + 1,0 \text{ для } R = 120-450 \text{ км};$$

$$t(Rg) = R/3,0 - 3,0 \text{ для } R = 50-150 \text{ км}.$$

Султанов изучал также ослабление сейсмических волн от ПЯИ на Новой Земле. Данные были получены для расстояний 3-200 км (Р-волны) и 0,5-200 км (поверхностные волны). Были измерены амплитуды смещений грунта. Если привести их к ПЯИ мощностью 1 кт, то эти амплитуды, как обнаружено, уменьшаются с расстоянием таким образом

$$A_p \sim 3R^{-1,8}$$

$$A_{\text{surface}} \sim 3R$$

где амплитуда А измеряется в мм, а расстояние R - в км.

ИСТОРИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА

В 1954 г. большая часть островов Новой Земли была объявлена испытательным полигоном «Новая Земля» Министерства обороны СССР. Местное население в количестве 536 человек было переселено на материк в 1955-1957 гг.¹⁴ Начальным кодовым названием проекта ядерных испытаний на Новой Земле было «Объект 700» (почтовый адрес начинался с «Москва-300», а затем следовал армейский кодовый номер «в/ч 77510», относящийся к гарнизону на Новой Земле). После 1958 г. официальным адресом НЗИП стал следующий «Шестой государственный испытательный полигон Министерства обороны».¹⁴ С самого начала НЗИП подчинялся советскому военно-морскому флоту и сейчас им управляет российский ВМФ.

Первый этап сооружения испытательного полигона начался в октябре 1954 г., когда появились несколько батальонов строительных войск со своим оборудованием. По разным российским источникам, их количество составляло 10-13. Как сообщалось, от шести до семи тысяч солдат пережили зиму 1954-1955 г. в палатках. Их основной задачей было сооружение оборудования, тре-

бывавшегося для проведения первого советского подводного испытания. Основной площадкой для этого первого этапа строительства стала губа Черная (рис. 2). Она расположена на юго-западном берегу Южного острова. В некоторые годы к концу зимы толщина льда в этом регионе достигает 1,2-1,5 м. Поэтому ледокол *Байкал* был направлен к НЗИП в марте 1958 г., чтобы обеспечить связь между различными частями полигона и материком в течение всего года. Основным портом для снабжения испытательных операций стал Архангельск, удаленный на 900 км и расположенный вблизи Кольского полуострова.

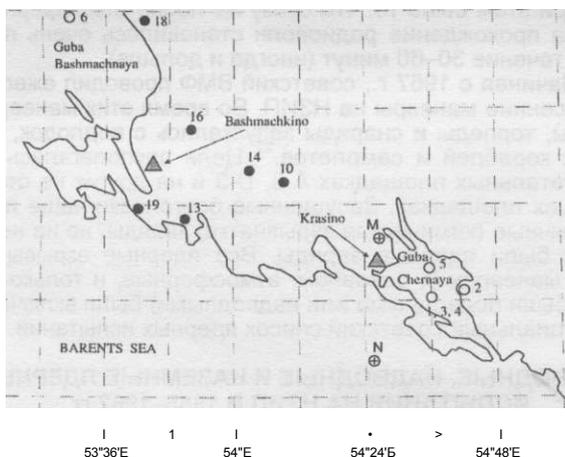


Рис. 2. Карта южного испытательного полигона на Новой Земле (ЮНЗИП) с указанием мест ядерных испытаний и соответствующих особенностей

Первой субзоной ЮНЗИП стал район губы Черной, где были проведены (места проведения указаны кружками) три подводных испытания (1, 3, 4), одно испытание на поверхности (2) и одно надводное испытание (5). Номера соответствуют табл. 3. В этом регионе было также проведено несколько ядерных взрывов в атмосфере. Центром этой субзоны был поселок Красино. Командование и центр дистанционного управления размещались на пароходе *Эмба* в точке N в течение 1955-1959 гг., а затем они переместились на сушу в т. М. Вторая субзона располагалась 15-20 км западнее. ПЯИ проводились здесь в шести шахтах (они указаны затемненными кружками). Приведенные номера использованы также в Приложении 5. Одно надводное испытание (6) было проведено в губе Башмачной. Центром этой зоны был поселок Башмачкино. Местоположения этих испытаний и другие особенности заимствованы из ссылки [14]. Карта была опубликована без привязки к географическим координатам. Мы привязали координатную сеть по форме береговой линии, указанной на детальной топографической карте Новой Земли (масштаб 1:250 000), которая издана Советским генеральным штабом.

К испытательному полигону был также приписан пароход *Эмба*, который переоборудовали в командный центр для дистанционного управления ядерными устройствами. Данные по результатам испытаний были собраны на этом пароходе, который стоял на якоре в точке N (см. рис. 2) в восьми км к юго-западу от того места в губе Черной, где должен был проводиться подводный взрыв. С октября 1954 г. до сентября 1955 г. были сооружены следующие постройки:

1. Административный и командный центр (Белужье);
2. Жилые помещения и аэропорт (Рогачево);
3. Командный центр на борту парохода *Эмба*;
4. Все оборудование, необходимое для проведения подводного ядерного взрыва в губе Черной и для наблюдения за ним.

В результате этой интенсивной деятельности, проведенной несколькими тысячами солдат и офицеров, первый в СССР подводный ядерный взрыв был проведен 21 сентября 1955 г. (см. рис. 2).

За период 1956-1961 гг. несколько разных участков были разработаны и оборудованы для экспериментов по ядерным испытаниям. Первым участком стала зона А на ЮНЗИП. Во время моратория на ядерные испытания (ноябрь 1958 г. - август 1961 г.) была создана обширная экспериментальная площадка специально для атмосферных испытаний с очень большой мощностью (на уровне 100 Мт) в зоне С, вблизи мыса Сухой Нос.

ИНФРАСТРУКТУРА НЗИП

Операции на испытательном полигоне включают в себя крупную организацию с тысячами рабочих (в основном, солдаты и офицеры со своими семьями), большой морской порт и аэропорт. Документы указывают, что три авиаполка были расквартированы на НЗИП. Современный аэропорт был построен около Рогачево с взлетно-посадочной полосой длиной 2,4 км, куда могли садиться практически все типы гражданских или военных самолетов. Местный административный и научный центр с его военной штаб-квартирой (рис. 3) назывался поселком Белужье, где было построено много пятиэтажных домов. Во время расцвета поселка в этих домах проживали более тысячи детей офицеров. На острове возникли другие поселки, например, Северный, Рогачево, Башмачкино и Красино. Полное число жителей могло достигать 12000 или более во время навигационного сезона. Большой океанский пароход появлялся во время летне-осеннего сезона, служа плавающей гостиницей для приезжих по деловым вопросам и рестораном для генералов и других офицеров.



Рис. 3: Вид на офицерский клуб в Белужьем

Несколько испытательных площадок были расположены в пределах каждой из трех основных зон (А, В и С), где проводились разные типы ядерных испытаний. Основные испытательные площадки, поселки и командные посты на НЗИП и их названия показаны на рис. 2. Дополнительная итоговая информация такова:

Зона А

В губе Черной (рис. 2) в период 1955-1962 гг. СССР провел первый и единственный поверхностный ядерный взрыв (№ 2 на рис. 2), три подводных (№ 1, 3 и 4) и два надводных (№ 5 и 6) ядерных испытаний. Затем были проложены скважины для проведения подземных ядерных испытаний (ПЯИ) в 20-25 км западнее начальной испытательной площадки. Между 1972 и 1975 гг. было проведено шесть ПЯИ в шести шахтах (№ 10, 13, 14, 16, 18 и 19).

Зона В

Поселок Северный был построен на южном берегу пролива Маточкин Шар вблизи устья реки Шумилиха. Гористая местность на южном берегу пролива была выбрана для проведения ПЯИ. Много штолен было построено между 1960 и 1990 гг. и в 36 из них было проведено 33 ПЯИ. Две основные экспериментальные площадки расположены в этом районе: площадка D-9 в районе, где ПЯИ проводились в штольнях - сюда же относится и поселок Северный. Другой район - площадка D-11 - содержит новые штольни, которые не были использованы.

Табл. 2. Названия и задачи основных районов испытаний, поселков и командных постов на НЗИП

Название	Задачи и типы деятельности
Белужье	Административный и научный центр НЗИП
Рогачево	Большой аэропорт, оборудованный для посадки почти всех типов военных и гражданских самолетов. Длина взлетно-посадочной полосы 2400 м
Зона А	
Район губы Черной	
А-6	Экспериментальная площадка для исследования влияния гамма-излучения на морское оборудование и на животных, а также других физических экспериментов. Небольшой поселок Красино находится рядом с площадкой
А-7	Испытательная площадка для проведения килотонных атмосферных ядерных взрывов
А-8	Экспериментальная площадка для испытаний тактического ядерного оружия (ракеты с ядерным зарядом)
Ю	Площадка для проведения подземных ядерных испытаний в шахтах. Небольшой поселок Башмакино был построен для строителей и минеров
Зона В	
Поселок Северный и местоположения ПЯИ, проведенных в штольнях в гористой местности на южной стороне пролива Маточкин Шар	
D-9	Район проведения ПЯИ в штольнях (горные районы Моисеева и Лазарева). Поселок Северный (ранее там была геофизическая станция) построен на северном берегу пролива Маточкин Шар в западной части зоны
D-11	Новый район, подготовленный для проведения ПЯИ, не использовался
Зона С (ранее зона D)	
Большой испытательный район на Северном острове для проведения атмосферных ядерных взрывов на мегатонном уровне и на больших высотах	
D-1	Порт на берегу пролива Маточкин Шар. Место расположения гавани, складов и электростанции
D-2	Большая площадка (несколько десятков километров в поперечных направлениях) для испытаний ядерных зарядов, сброшенных с самолетов. Почти все испытания с мощностью во много мегатонн были проведены над этой площадкой
D-3	Испытательная площадка для взрывов ядерных боеголовок МБР, запущенных с ракетной базы на юго-востоке Сибири (с расстояния нескольких тысяч км)
D-4	Остров Митюшков - релейная станция для ретрансляции сигналов об операциях всех приборов, установленных для регистрации эффектов ядерного оружия
D-8	Центральный командный пост в губе Грибовая, находящийся в 90 км севернее центра площадки D-2

Зона С

К северу от пролива Маточкин Шар находится район вдоль побережья Баренцева моря, который является единственной частью Северного острова Новой Земли, использованной для ядерных испытаний. Он применялся исключительно для атмосферных взрывов с максимальной мощностью и для высотных взрывов. При этих испытаниях ядерные бомбы либо сбрасывались с самолетов, либо доставлялись ракетами. Самое крупное советское испытание (30 октября 1961 г., 58 Мт) было произведено над этим районом на высоте около 4 км.

Внутри зоны С имелась испытательная площадка (без названия), использовавшаяся в качестве цели для

полезной нагрузки тяжелых стратегических ракет. Много не столь крупных испытательных площадок также было создано в зоне С - они предназначались для испытаний атомных артиллерийских снарядов, атомных торпед и других типов атомного оружия. Испытания в этих случаях состояли в изучении воздействия обычных видов взрывчатки (не ядерных) на военное оборудование. Отдельные площадки были предназначены для научных экспериментов. Главный командный центр зоны С находился слишком далеко от испытательных районов (90-100 км), чтобы можно было обеспечить хорошую передачу всей информации от сотен приборов, установленных для документирования результатов каждого испытания. Важным фактором при этом было то, что сразу же после атмосферного взрыва прохождение радиоволн становилось очень плохим в течение 30-60 минут (иногда и дольше).

Начиная с 1957 г., советский ВМФ проводил ежегодные осенние маневры на НЗИП. Во время этих маневров ракеты, торпеды и снаряды запускались с подлодок, военных кораблей и самолетов. Цели располагались на испытательных площадках А-8, D-3 и на других не столь больших площадках. Запущенные боеголовки чаще имели обычные (химическая взрывчатка) заряды, но на некоторых были ядерные заряды. Все ядерные взрывы на таких маневрах (в основном, атмосферные, и только четыре были подводными или надводными) были включены в официальный советский список ядерных испытаний.¹

ПОДВОДНЫЕ, НАДВОДНЫЕ И НАЗЕМНЫЕ ЯДЕРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ НА НЗИП В 1955-1962 гг.

Шесть ядерных испытаний трех этих типов были проведены на НЗИП с сентября 1955 г. до октября 1962 г. Из расположение указано на карте (рис. 2), где нумерация дана в хронологической порядке. Параметры испытаний приведены в табл. 3.⁴

Первым ядерным взрывом на НЗИП было испытание ядерной боеголовки торпеды Т-5. Этой боеголовкой послужило ядерное устройство РДС-9, которое поначалу испытывалось в Казахстане на семипалатинском полигоне (в неводных условиях в 1954 г.), но потерпело неудачу.

На Новой Земле испытание было проведено подводой 21 сентября 1955 г. (мощность 3,5 кт, точка взрыва № 1 на рис. 2) на глубине 12 м. Более 30 кораблей было развернуто вокруг ядерного заряда на расстояниях от 300 до 1600 м. Среди них были четыре эсминца, три подлодки, несколько тральщиков и гидросамолетов. Многие из кораблей были новыми. Более 500 коз и овец, около 100 собак и другие животные находились на этих судах. Ближайший эсминец (на расстоянии 300 м) затонул сразу, другие корабли были сильно повреждены.¹⁴

Через два года, после завершения первого этапа сооружения испытательного полигона был проведен второй взрыв на НЗИП 7 сентября 1957 г. В этом единственном поверхностном взрыве на НЗИП участвовал ядерный заряд мощностью 32 кт, установленный на башне высотой 15 м в 100 м от побережья губы Черной (№ 2 на рис. 2). Много «целей» (например, животные, военные суда и другие военные объекты) были размещены как в воде, так и на суше. Взрыв образовал кратер диаметром 80 м и глубиной 15 м. Испытание привело к значительному радиоактивному заражению - через час после взрыва интенсивность гамма-излучения вблизи эпицентра составляла 40000 рентген/ч (современная допустимая доза составляет два рентгена/год, как заявил один из важных источников информации о практике советских ядерных испытаний на Новой Земле¹⁴).

Вторая зараженная область, возникшая в результате выпадения осадков после надводного взрыва 27 октября 1961 г., также находится в губе Черная примерно в 6 км восточнее. Обе области все еще остаются зараженными (это около 100 км), а доступ в них запрещен.

Через месяц, 10 октября 1957 г. полномасштабное испытание ядерной торпеды Т-5 с мощностью 10 кт было проведено в том же месте, что и первое подводное испытание (№ 3 на рис. 2), на глубине 30 м. Торпеду выпустила обычная подлодка с расстояния в несколько километров. Три эсминца, три подлодки, два тральщика и много более мелких судов были потоплены взрывом.¹⁴

Табл. 3. Приблизительные координаты (градусы северной широты и восточной долготы) подводных, надводных и наземных ядерных испытаний, проведенных на НЗИП в 1955-1972 гг.

№	Дата	Время (по Гринвичу)	Тип	Мощность (кт)	Высота (м)	Широта (град.)	Долгота (град.)
1	21.09.55	05:00:54	Подводное	3,5	-12	70,703	54,60
2	07.09.57	08:00:01	Наземное	32	+15	70,715	54,68
3	10.10.57	06:54:32	Подводное	10	-30	70,703	54,60
4	23.10.61	10:30:47	Подводное	4,8	-20	70,703	54,60
5	27.10.61	08:30:27	Надводное	16	+1,1	70,73	54,59
6	22.08.62	09:00:00	Надводное	6	0	71,00	53,50

Последнее советское подводное испытание (№ 4 на рис. 2) было проведено 23 октября 1961 г. в том же месте, что и предыдущие подводные испытания. Но в это время были развернуты только плоты с приборами дистанционного контроля (по-видимому, слишком много кораблей было потеряно в предыдущих испытаниях). Новая подлодка В-130, находившаяся на некотором расстоянии от губы Черной, выпустила торпеду с ядерным зарядом мощностью 4,8 кт. Торпеда взорвалась точно под целью на глубине 20 м. Радиоактивность от подводного взрыва оказалась удивительно низкой.¹⁴

Первый советский надводный взрыв был проведен через четыре дня, 27 октября 1961 г. также в губе Черной (№ 5 на рис. 2). В этом эксперименте та же самая подлодка В-130 выпустила торпеду с расстояния 11 км. Тор-

педа прошла под водой 11 км на глубине 12 м, а затем поднялась в воздух и взорвалась точно над целью. Это было заключительное испытание новой торпеды, которая позднее заняла свое место среди советских морских типов вооружений.

Последнее испытание из этой серии, проведенное 22 августа 1962 г., было надводным испытанием нового противокорабельного оружия с ядерной боеголовкой. Ракета с ядерным зарядом мощностью 6 кт была запущена с самолета Ту-16 с расстояния около 200 км от цели. Боеголовка летела по баллистической траектории и взорвалась на поверхности воды. Цель находилась в губе Башмачной (№ 6 на рис. 2) в 45 км к северо-западу от мест предыдущих испытаний в губе Черной. Боеголовка попала в плавающую цель с точностью около 5 м.

Табл. 4. Число атмосферных ядерных испытаний, проведенных на НЗИП в 1957-1962 гг. и их ежегодная полная мощность

	сентябрь-октябрь	февраль-октябрь	сентябрь-ноябрь	август-декабрь	Всего
Год	1957	1958	1961	1962	
Число испытаний	2	24	24	35	85
Полная мощность (Мт)	4,5	16,2	86,2	132,7	239,6

АТМОСФЕРНЫЕ ЯДЕРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ В 1955-1962 гг.

Восемьдесят пять атмосферных ядерных испытаний (АЯИ) было проведено на НЗИП с 24 сентября 1957 г. до 25 декабря 1962 г. Из распределение по годам показано в табл. 4, а по мощностям - в табл. 5. Список всех 85 АЯИ с мощностями и высотами взрыва, если эти параметры доступны, приведен в Приложении 4. Значения мощности для 77 из этих испытаний опубликованы¹³, а значения высот взрыва опубликованы для 73 случаев.¹⁴ Итак, значения высоты взрыва остались неизвестными для 12 АЯИ, а значения мощности - для 8 АЯИ.

Табл. 5. Распределение атмосферных ядерных испытаний на НЗИП по мощностям

Мощность взрыва (М) в кт	Количество испытаний
M < 10	12
10 < M < 100	12
100 < M < 1000	21
1000 < M < 3000	24
3000 < M < 5000	5
5000 < M < 10000	5
10000 < M	6

Два атмосферных ядерных взрыва потерпели неудачу: 19 октября 1958 г. (высота - 900 м, мощность менее 1 кт) и 25 октября 1958 г. (высота - 300 м, а мощность менее 100 кт). Оба эти события включены в официальный список 85 ядерных испытаний на НЗИП, хотя они не привели к ядерному выходу.

При четырех АЯИ взрывы произошли «где-то над Баренцевым морем» в районе НЗИП. В этих случаях ядерные заряды доставлялись на МБР, запущенных из юго-восточной Сибири.

Большинство боеголовок, использованных в АЯИ на НЗИП, сбрасывались на парашютах с бомбардировщиков. Большинство этих ядерных устройств, перекрываю-

щих широкий диапазон мощностей, поступали из крупного хранилища, расположенного на расстоянии примерно 1000 км от испытательного полигона (военная авиабаза «Олень» на Кольском полуострове, где базировались тяжелые бомбардировщики Ту-95).¹ Решение о типе и мощности ядерного устройства для очередного испытания принимала государственная комиссия в Москве. Руководитель комиссии обычно присутствовал при испытаниях на Новой Земле и принимал окончательное решение о моменте взрыва в зависимости от метеорологических условий (включая ожидаемое направление ветра).

После принятия решения тяжелый бомбардировщик (обычно это был Ту-95) с ядерным устройством поднимался с аэродрома «Олень» для испытания на Новой Земле.

Координаты АЯИ не публиковались Советским Союзом. Испытания с наивысшей мощностью проводились на берегу Баренцева моря в зоне С (испытательная площадка D-2 и прибрежные воды). В тех случаях, когда интервал между двумя АЯИ не превышал 48 часов, второе АЯИ проходило на берегу Карского моря Новой Земли и никогда ни в одной из конкретных «зон» (это подтверждено картой положений АЯИ, полученной в норвежских исследованиях). Небольшие АЯИ и испытания промежуточной мощности проходили в зоне А на НЗИП.

Анализ опубликованных данных о мощностях и высотах взрыва для АЯИ на НЗИП показывают, что приведенные высоты взрывов превышают 100м/кт^{1/3}. Изменения этого параметра велики и занимают диапазон от 105м/кт («Большой Иван», см. ниже) до примерно 1000 м/кт. Самому низкому АЯИ соответствовала высота 250 м (M = 6 кт) а приведенная высота при этом составляла 140 м/кт. Самое высокое АЯИ произошло на высоте 4090 м (M = 19,1 Мт), а приведенная высота при этом была равна 145 м/кт

30 октября 1961 г. в атмосфере была взорвана самая крупная бомба («Большой Иван»), Эта «супербомба» весила 26 тонн и была слишком велика для размещения внутри самолета (только 30-40 % диаметра помешались в фюзеляж). Поэтому ее закрепили под корпусом тяжело-

го бомбардировщика Tu-95 и сбросили на гигантском парашюте с высоты 10,5 км.³¹ Она взорвалась через 188 с после сброса на высоте около 4000 м над испытательной площадкой D-2 вблизи мыса Сухой Нос. Время взрыва составляло 08:33, а приблизительные координаты равны 73,88° N, 54,50° E. Это место находится в 55 км к северу от поселка Северный и в 250 км севернее штаб-квартиры в Белуэем, откуда велось наблюдение государственной комиссией.¹⁴ Хотя взрыв произошел в атмосфере, он генерировал некоторые типы сейсмического сигнала. Как сообщил бюллетень Американской сейсмической службы, взрыв обладал сейсмической магнитудой, равной 5,0-5,25.

Зона поражения и разрушения жилых зданий простиралась на расстояние до 120 км от эпицентра, зона поражения зрения простиралась до 220 км, а воздушная ударная волна наблюдалась в поселках на острове Диксон в 700 км от эпицентра, оконные стекла частично были разрушены на расстояниях до 900 км. Люди ощущали сейсмическую волну почти одновременно со световой вспышкой от взрыва (частное сообщение участника испытания). Все здания в Северном (как деревянные, так и кирпичные) на расстоянии 55 км от эпицентра были полностью разрушены. Воздушная волна, обогнувшая весь мир, повлекла за собой изменение плотности воздуха, что привело к сигналам на сейсмометрах, измеряющих долго-периодические вертикальные смещения из-за изменения подъемной силы инерциальной массы.

Мощность 58 Мт и высота 3,5 км были указаны в ранних российских публикациях и в научных статьях.⁴ В официальных публикациях мощность была снижена до 50 Мт. Мы считаем, что более надежны научные данные, представленные теми, кто занимался ядерными испытаниями. Официально было заявлено, что только половина максимально возможной энергии для этой конструкции бомбы была выделена при испытании «Большой Иван». Как отметил Ю.Н. Смирнов - научный директор «Арзамас-16», эта конструкция позволяла иметь «мощность до 100 Мт при полной загрузке ядерным топливом». Поэтому, испытание «было фактически испытанием конструкции 100-мегатонного оружия...».³⁵

Радиоактивность, выделявшаяся при атмосферных ядерных испытаниях на Новой Земле, была обнаружена по всему миру и особенно в СССР сетью из 500 станций Государственной метеослужбы, которая наряду со станциями, работавшими для других государственных служб, были оборудованы стандартными приборами для слежения за радиоактивными ядрами. Из наблюдений, проведенных в 1958-1962 гг. и передававшихся ежедневно в Москву, были выявлены две основные траектории выпадения радиоактивных осадков: (1) в южном направлении вплоть до Каспийского моря и (2) в направлении к Охотскому морю на юго-восток от Новой Земли на расстояния в несколько тысяч километров.

ПОДЗЕМНЫЕ ЯДЕРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Два различных научных института ядерного оружия (Центры) были организованы в СССР (аналогично американским национальным лабораториям в Лос-Аламосе и Ливермор). Оба института отвечали за все этапы разработки ядерного оружия, включая конструирование и испытания.

Первый институт появился в апреле 1946 г. Сейчас его называют Институтом экспериментальной физики (ВНИИЭФ), а находится он в небольшом городе Саров (в советское время его называли Арзамас), расположенном восточнее Москвы на расстоянии около 700 км. Раньше его секретным названием был Арзамас-16. Второй институт был организован в 1955 г. и теперь называется Институтом технической физики (ВНИИТФ). Он расположен в небольшом городке Снежинск вблизи Челябинска на Южном Урале, а его секретным названием был Челябинск-70. Два эти института провели всего 39 ПЯИ на НЗИП в период 1964-1990 гг. Восемнадцать из них были разработаны, скоординированы и проведены Арзамасом-16, за тринадцать ПЯИ отвечал Челябинск-70, а в восьми ПЯИ принимали участие оба института, которые

энергично соперничали друг с другом.

Информация о каждом из 39 ПЯИ на НЗИП была представлена в широко цитируемой официальной российской публикации под редакцией Михайлова. Конкретно, этот источник содержит дату, название штольни или шахты, число ядерных устройств, взорванных в каждом испытании, приведенную глубину и полную мощность при всех испытаниях, проведенных в течение каждого года программы испытаний. Согласно Протоколу Договора о всеобщем запрещении ядерных испытаний единичное ПЯИ может содержать любое количество ядерных устройств, если они подрываются в течение временного интервала, не превышающего 0,1 с и находятся внутри круга радиусом менее 1 км. При 39 ПЯИ на НЗИП всего было взорвано 133 ядерных устройств. Полный список этих испытаний представлен в Приложении 5.

Двухсторонний Договор о пороге на ядерные испытания, подписанный в 1974 г., определил порог в 150 кт для ПЯИ, начиная с 31 марта 1976 г. У 20 ПЯИ на НЗИП, проведенных ранее этого срока, полная мощность составила 23,77 Мт - в среднем, около 1,19 Мт. Полная мощность 19 ПЯИ на НЗИП после марта 1976 г. составила 1,94 Мт со средней мощностью около 100 кт.

При каждом из трех испытаний (21 октября 1967 г., 14 октября 1969 г. и 11 октября 1980 г.) ядерные устройства располагались в двух разных штольнях и до 1997 г. многие западные и российские авторы предполагали, что в каждом случае проходило по два независимых испытания. Поэтому до 1997 г. во многих публикациях говорилось о 42 ПЯИ на НЗИП. В официальном итоговом списке Российской Федерации¹³ каждая из таких пар помещена как одно испытание, так что полное число ПЯИ, проведенных на НЗИП, теперь считается равным 39. Из них 33 были проведены на северной площадке вблизи пролива Маточкин Шар с 1964 по 1990 г. Оставшиеся шесть ПЯИ были выполнены на южной площадке между июлем 1972 г. и октябрём 1975 г. Первое из этих испытаний (27 июля 1972 г.) не было обнаружено сейсмическими средствами, и широко предполагается, что ядерное устройство потерпело неудачу при попытке взрыва.

Первые приготовления к подземным ядерным испытаниям начались в 1959 г., когда был построен поселок Северный на южном берегу пролива Маточкин Шар. Горный массив (гора Лазарева) рядом с западной частью пролива был выбран в качестве основного участка для прокладки штолен и проведения ПЯИ. Штольни выкапывались со входами на высоте 50-80 м над уровнем моря вдоль южного берега пролива внутри северо-восточного склона горы Лазарева (см. карту на рис. 4). Прокладка пяти штолен (G, B, A-1, A-2, A-3) началась в мае 1960 г.. Штольни G (длина 200 м) и B были готовы к маю 1961 г., но A-1, A-2 и A-3 не были закончены, потому что в это время шли трехсторонние переговоры с участием США, СССР и Великобритании, которые завершились заключением Договора об ограничении ядерных испытаний, запрещающего ядерные испытания в атмосфере, космосе и под водой. Советская сторона по этой причине посвятила почти все свои ресурсы на Новой Земле для завершения программы атмосферных взрывов, а подземные конструкции были временно приостановлены. Сооружение штолен возобновилось в августе 1963 г. как раз перед подписанием Договора, ограничивающего проведение ядерных испытаний.¹⁴

Первое ПЯИ на НЗИП было проведено ровно в 8 утра 18 сентября 1964 г. в штольне G. Его целью было полное повторение первого ПЯИ на семипалатинском испытательном полигоне - СИП (11 октября 1961 г.). Ядерное устройство имело такую же мощность (1 кт), такую же глубину залегания (100 м) и длину штольни (200 м) - оно также находилось в твердой породе и был использован такой же тип забойки.⁵ Тем не менее, радиологические последствия оказались совершенно различными. В то время, как радиоактивные газы после испытания на СИП не наблюдались в атмосфере вблизи штольни в течение 3-4 часов, такие газы появились вблизи эпицентра в штольне на Новой Земле в течение нескольких минут.¹⁴

Второе ПЯИ на НЗИП было проведено в 08:00 25 октября 1964 г. в штольне B вблизи места проведения пер-

вого ПЯИ на Новой Земле. Мощность этого взрыва составила около 20 кт а приведенная глубина залегания равнялась 180 м/кт. И опять, хотя ядерное испытание на СИП с такими же значениями мощности и глубины было полностью камуфлетным (без выхода продуктов взрыва в атмосферу), радиоактивные следы были обнаружены на поверхности вблизи места проведения ПЯИ всего через 38 минут после этого второго испытания.

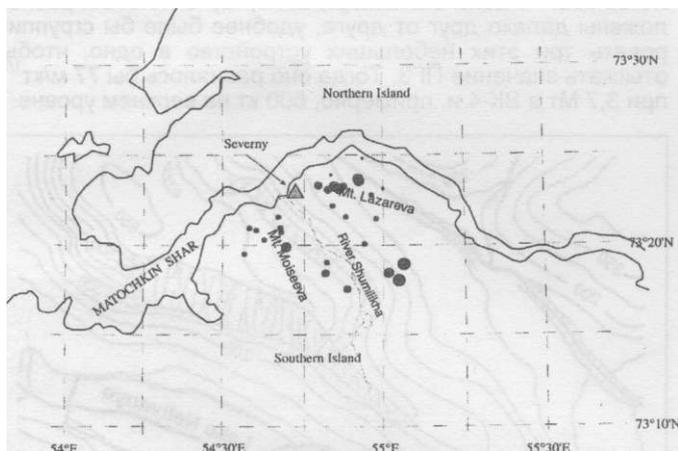


Рис. 4: Карта зоны В и участка, где проводились ПЯИ в горных массивах Моисеева и Лазарева. Затемненные кружки указывают место проведения ПЯИ в соответствии с [10]. Северный - это поселок для военного гарнизона и взрывников.

Дальнейшие анализы показали, что различие в выделении газов между СИП и НЗИП стало следствием различного содержания газов и воды в породах на этих двух площадках.

Горные породы на казахстанском испытательном полигоне состоят в основном из гранита. Они обладают низким содержанием воды (0,5-1,0 % по весу) и не имеют компонентов, которые при высоких температурах разлагаются со значительным выделением газов. Поэтому в Казахстане давление газа в полости ПЯИ быстро падает при охлаждении. В последней стадии оно становится даже ниже атмосферного давления и внешний воздух втекает в камеру через естественные швы и разломы в породе. Ситуация на НЗИП, как было найдено, оказалась совершенно иной. Местные породы - это главным образом глинистые сланцы и другие карбонатные породы. Содержание воды в них велико (1,5-2,5%) и они выделяют значительное количество газа (5-15 %) при высоких температурах, особенно, при ядерных взрывах, протекающих в карбонатных породах. Давление внутри полости после охлаждения остается значительно более высоким, чем атмосферное давление. Это приводит либо к просачиванию,¹⁴ либо к быстрому выделению радиоактивных газов.

Табл. 6. Распределение сейсмических магнитуд (по ссылке [10]) для ПЯИ на НЗИП

mb	<4,0	4,0-4,99	5,0-5,49	5,50-5,99	6,0-6,45	> 6,45
1964-1975	1	3	0	3	2	11
1976-1990	2	1	0	15	1	0

САМОЕ МОЩНОЕ ПОДЗЕМНОЕ ЯДЕРНОЕ ИСПЫТАНИЕ НА НОВОЙ ЗЕМЛЕ (4,2 МТ)

Два самых мощных советских ПЯИ были проведены на НЗИП осенью 1973 г. 12 Сентября 1973 г. четыре ядерные устройства с полной мощностью 4.2 Мт³⁹ были взорваны на северном участке¹⁴. Приведенная глубина была заявлена равной 95 м/кт^{1,3}, а сейсмическая магнитуда составила, как сообщалось, 6,97¹⁰. 27 октября одиночный заряд (3,5 Мт) был взорван на южном участке почти через месяц после первого успешного ПЯИ в этом новом районе. Его произвели в стандартной скважи-

Поэтому стратегия отбора туннелей изменилась после первых двух испытаний, и окружающие породы с содержанием газа свыше 15% (включая близость сланцев и других карбонатов или карбонатных пород) исключались из рассмотрения. В результате ряда испытаний на Новой Земле был получен вывод, что ядерные испытания можно проводить внутри пород с содержанием газа 8-15%, если приведенная глубина, по крайней мере, не выше 150-180 м/кт. Тем не менее, несколько серьезных несчастных случаев (неудачи с полным закупориванием скважины) имели место. О них рассказано ниже.

Начиная с 1966 г., подземные ядерные взрывы производились на Новой Земле систематически - примерно 1-2 раза ежегодно почти каждый год (но в 1973 г. их было три). Большинство испытаний проводилось в осенний период (август-ноябрь) до закрытия навигации из-за установления льда. Всего было проведено 39 подземных ядерных испытаний - последнее произошло 24 октября 1990 г.

Большинство подземных ядерных испытаний содержали по несколько ядерных устройств («залповые» испытания), которые подрывались почти одновременно: всего 133 ядерных устройств были использованы в 39 испытаниях. Наибольшее количество взрывных компонентов - восемь, было при ПЯИ № 17 (23 августа 1975 г.) и при ПЯИ № 39 (24 октября 1990 г.) В двух экспериментах два взрыва произошли одновременно. Так, подземные эксперименты № 3 и № 4 были проведены в одно и то же время, но в двух разных штольнях, отделенных друг от друга на расстояние более двух км. Испытания № 18 и 19 также прошли одновременно в двух разных шахтах на расстоянии 22 км друг от друга.

Одиннадцать подземных ядерных испытаний с мегатонными мощностями были проведены с 1966 г. по 1975 г. - восемь на северной площадке (Маточкин Шар) и три на южной площадке (Красино). Самое мощное советское ПЯИ (мощность около 4,2 Мт, сейсмическая магнитуда $m_b = 6,97$) было проведено на северной площадке 12 сентября 1973 г. Самое мощное испытание на южной площадке (мощность 3,5 Мт, $m_b = 6,98$) прошло 27 октября 1973 г. С марта 1976 г., когда вступил в действие Договор о пороге в 150 кт, сейсмические магнитуды при ПЯИ не превышали значение 6,00. В табл. 6 показано распределение телесейсмических магнитуд ПЯИ на Новой Земле.⁶

Поверхностный химический взрыв (мощность 974 т) произошел в 14:00 (по Гринвичу) 25 августа 1987 г. к югу от пролива Маточкин Шар на расстоянии 100 м от побережья. Координаты точки взрыва равны 73,38° N и 54,78° E³⁷. Сейсмический сигнал от него был зарегистрирован станцией NORSAR (сеть в Южной Норвегии) с магнитудой 3,2⁸, а сейсмический сигнал 15 ноября 1978 г. имел близкую по величине магнитуду (3,6). Его время возникновения (14:00) и эпицентр (73,4° N и 54,78° E) типичны для ПЯИ, и мы уверены, что это тоже был химический взрыв, хотя не знаем ни одного российского источника, сообщившего об этом событии.

Сейсмическая магнитуда составила 6,98⁴¹, а объявленная приведенная глубина - 129 м/кт^{1,3}.

Хотя мощности двух этих взрывов были почти одинаковыми, поверхностные эффекты различались очень сильно. После южного взрыва изменения на почве были замечены к юго-востоку от вершины шахты. Образовались четыре небольших гребня, область шириной 120 м поднялась на 2-3 м и на поднятом участке наблюдались крупные трещины шириной 1-1,5 м и глубиной 5 м¹⁴.

Напротив, самое крупное ПЯИ на северном участке привело к серьезному дроблению породы со сходом большого ее объема и со значительными изменениями

поверхностного рельефа. Более 80 миллионов кубометров породы были сброшены вниз в виде массивной лавины. Сход грунта заблокировал входы в долину и два ледниковых ручья. За обломками лавины образовалось озеро длиной 2 км. Протяженность схода грунта схематически представлена на рис. 5 (вертикальный разрез) и на рис. 6 (вид сверху на разрушение склона и на участок, покрытый обломками сошедшей породы). Размер разрушенного участка равен 800×1700 м. А размер площади, покрытой обломками породы равен 1600×2200 м с толщиной 20-50 м^{14 42}.

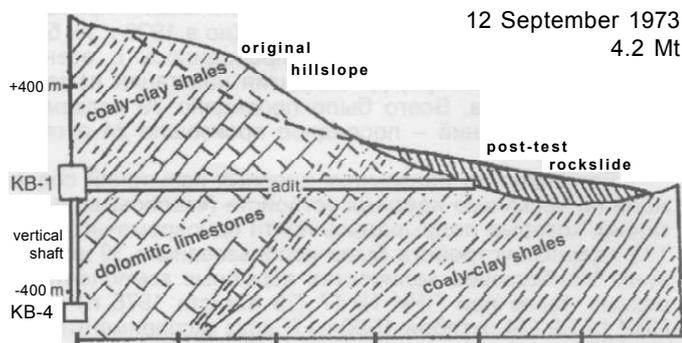


Рис. 5. Вертикальный схематический разрез [14] комбината штольня-шахта при ПЯИ 12 сентября 1973 г. с указанием положения взрывных камер ВК-1 и ВК-4. Сверху представлены результаты схода лавины, вызванного взрывом. В левом верхнем и правом нижнем углах отмечены углеглинистые сланцы, а в левом нижнем углу - доломитовые известняки. Верхняя надпись - начальный склон холма, а нижняя - лавина, сошедшая после испытания

Такой контраст результатов двух подземных ядерных взрывов с мощностями в несколько мегатонн связан с различиями рельефа и распределения мощностей во взрыве. Геометрия испытания на юге была относительно простой: единственный заряд был взорван в глубокой шахте. Северное испытание включало в себя четыре отдельные ядерные устройства, взорванные почти одновременно, но в сложной конфигурации под горой Черная. При безопасной приведенной глубине 100 м/кт^{1,3} (или больше) мощность 4,2 Мт требует, по крайней мере, 1600 м для длины линии наименьшего сопротивления (ЛНС) до свободной поверхности. Но высота горы Черная составляет всего 900 м и ее рельеф не мог обеспечить ЛНС более 650 м при использовании только горизонтальной штольни. Поэтому был спроектирован уникальный гибридный штольни и шахты внутри горы (см. рис. 5). Сначала вырыли штольню длиной 1223 м.² В конце штольни В-1 построили крупную камеру ВК-1. Затем была прорыта на дополнительную глубину 500 м вертикальная шахта диаметром 3 м, а на ее дне сооружена камера ВК-4. Упоминаются также камеры ВК-2 и ВК-3 в связи с этим ядерным испытанием, но их положение неизвестно. Они были расположены где-то вдоль штольни неподалеку от ВК-1 (возможно, даже вместе).

Совместная мощность (примерно 4,2 Мт) для этого ПЯИ определялась, таким образом, четырьмя отдельными взрывами, произошедшими в разных камерах. Один из путей выполнения испытания заключался в размещении всех устройств в самой глубокой камере - ВК-4. Величина ЛНС для этой камеры, рассчитанная в соответствии с известным поперечным сечением (рис. 5), составляла около 1200 м. Приведенная глубина заложения (ПГЗ) для 2 Мт и 1200 м составляет $74 \text{ м/кт}^{1,3}$, что только слегка превышает оценку минимального значения $70 \text{ м/кт}^{1,3}$, требуемого для предотвращения образования кратера в твердом грунте. Как же тогда можно распределить полную мощность, чтобы уменьшить ПГЗ?

В [13] приведены диапазоны значений мощностей всех четырех устройств при этом испытании: 1,5-10 Мт для самого крупного, вероятнее всего, для ВК-1 и 150-1500 кт для каждого из остальных (вероятнее всего, для

ВК-1, -2, -3) Значения ЛНС для ВК-4 и ВК-1 составляли 1200 м и 600 м, соответственно, как следует из рис. 5, и примерно 600 м для ВК-2 и ВК-3. Распределение полной мощности 4,2 Мт, которое значительно повышает общее значение ПГЗ, оцененное выше в 74 м/кт , будет соответствовать помещению 380 кт в каждую из камер ВК-1, -2, -3, а остальной мощности (около 3 Мт) в ВК-4. Значение ПГЗ для каждой камеры в этом случае составит около 83 м/кт . Если бы камеры ВК-1, -2, -3 не были расположены далеко друг от друга, удобнее было бы группировать три этих небольших устройства в одно, чтобы отыскать значение ПГЗ. Тогда оно равнялось бы 77 м/кт при 3,7 Мт в ВК-4 и, примерно, 500 кт на верхнем уровне.

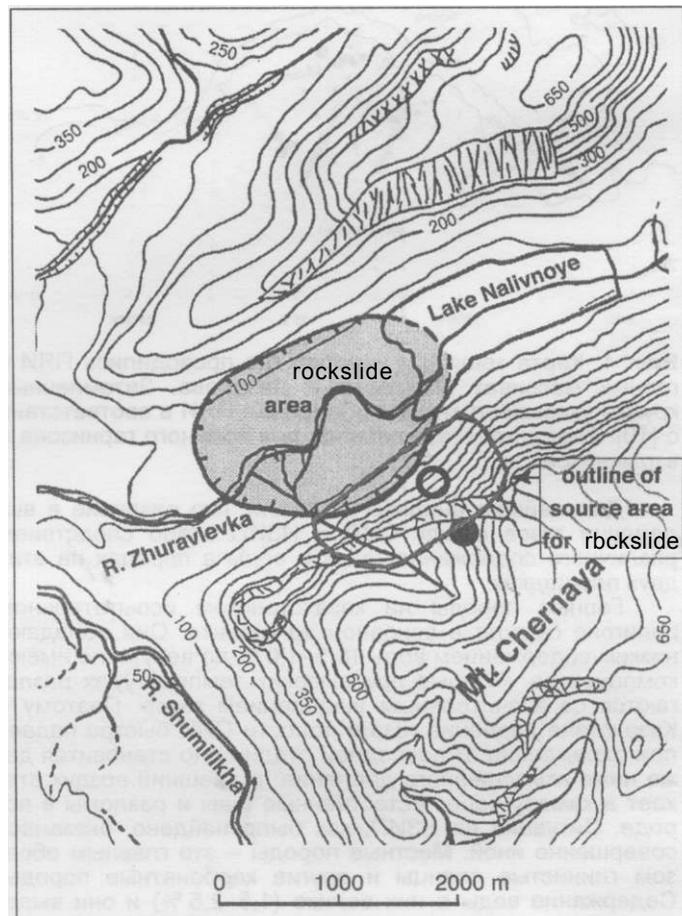


Рис. 6. Топографическая карта [13, английское издание] местности в районе проведения ПЯИ 12 сентября 1973 г. Интервалы между изолиниями 50 м. Обведены площадь, где возникла лавина, и площадь, занятая сошедшим грунтом. Затемненный кружок - положение взрывных камер ВК-1 и ВК-4. Открытый кружок - конец линии наименьшего сопротивления изверженных на поверхность пород из ВК-4. В правом нижнем углу - гора Черная. Снизу вверх - река Шумилиха, река Журавлевка и озеро Наильное.

Вне зависимости от того, каким было распределение зарядов при этом испытании, похоже, что условие безопасности - длина ЛНС не должна быть меньше 100 м/кт , не было выполнено, а приведенное значение 95 м/кт несовместимо с полной мощностью 4,2 Мт и обсужденными величинами ЛНС. Естественно, наложение ударных волн от основного заряда в ВК-4 и от остальных зарядов в ВК-1, ВК-2 и ВК-3 превосходит сейсмический эффект от воздействия каждой отдельно взятой камеры. Лавина оказалась результатом такого наложения. Можно также отметить, что любое распределение мощностей, когда на верхнем уровне главной штольни располагаются значительные сейсмические источники, неизбежно приведет к более крупным сейсмическим сигналам, чем размещение всей мощности 4,2 Мт на уровне камеры ВК-4, поскольку подземные взрывы при фиксиро-

ванном размере заряда генерируют более высокие сейсмические сигналы при подрыве ближе к поверхности.

Наряду с различием внешнего воздействия этих двух крупнейших подземных испытаний существует разница в том, что наибольший ПЯИ в шахте (27 октября 1973 г.) привел к значительному количеству повторных ударных волн («афтершоков»)'. Так, Логачев сообщил, что 19 землетрясений были зарегистрированы в течение 14 часов после этого взрыва. Девять событий из них с телесейсмическими магнитудами в диапазоне от 4,0 до 4,6 были замечены Международным сейсмологическим центром. Но ни о каких значительных афтершоках не сообщалось в связи с ПЯИ 12 сентября 1973 г.

АВАРИИ И РАДИОАКТИВНЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Три случайных выделения значительной радиоактивности произошли на НЗИП в течение программы подземных ядерных испытаний, хотя только два из них привели к тому, что официальные российские источники^{14, 46} характеризуют как «критическая ситуация».

Первая авария произошла 14 октября 1969 г., когда два ядерные заряда общей мощностью 540 кт (заявленная величина¹³) были подорваны в двух разных штольнях в районе пролива Маточкин Шар (А-7 и А-9). Это был самый серьезный несчастный случай во всей программе ПЯИ на НЗИП. Струя газа и пара вырвалась на поверхность через час после испытания из-за тектонического повреждения на горном склоне на некотором расстоянии от штольни А-9. Уровень гамма-излучения подскочил до нескольких сотен рентген/ч. В течение 40-50 минут значительная часть персонала, обслуживавшего испытание, подвергалась радиационной опасности. Многие получили дозу около 40-80 рентген. Плана действий в чрезвычайных ситуациях не было, и похоже, что начальство впало в панику, немедленно покинув испытательную площадку и бросив оставшихся несколько сотен людей.¹⁴ Только через 40-60 минут персонал был эвакуирован в безопасное место. Через 10 дней те, кто пострадал от облучения, были перевезены в московский госпиталь (кораблями и поездами), чтобы пройти первое медицинское обследование примерно через три недели после аварии.¹ Более 80 человек получили дозу около 40 рентген, а 344 участника испытания пострадали от высокого уровня радиации.¹⁴ Радиация в этом районе сейчас характеризуется как близкая к уровню фона.

До сих пор не опубликовано официальное объяснение этого радиоактивного выброса. Согласно неформальному мнению экспертов, произошло тепловое разложение доломитового цемента, который применялся для забивки взрывной камеры и для преграждения вдоль длины штольни. Давление в камере могло достигнуть 45 атмосфер из-за большого выделения диоксида углерода, который содержался в породе и в преграде, при контакте с излучением от ядерного взрывного заряда.¹⁴

Здесь можно отметить, что Михайлов в своем личном рассказе о ядерных испытаниях на Новой Земле¹⁸ объяснял, почему распространение радиоактивного газа ассоциировалось с запахом сероводорода: «Это означало, что кристаллы пирита (которые присутствовали в избытке вблизи точки подрыва под землей) разложились...»

Второй известный несчастный случай произошел 2 августа 1987 г. после испытательного взрыва мощностью 150 кт в штольне А-37 в районе пролива Маточкин Шар (мощность взята у Михайлова¹³). Мощная вспышка радиоактивной «газовой струи» произошла как раз у выхода из штольни всего через полторы минуты после взрыва. Позднее было установлено, что газ проникал через геологический разрыв, протянувшийся вдоль оси штольни, а горячие газы растопили поверхностный лед. В этом случае немедленно была введена в действие аварийная программа действий. Четырнадцать вертолетов, дежурившие в трех км от места испытания, эвакуировали всех сотрудников за несколько минут. Как сообщалось, ни у одного из участников испытания не возникло лучевой болезни.

Еще один несчастный случай (27 сентября 1973 г.)

описан только в книге Логачева. В этом случае, через 20 минут после проведения взрыва в скважине Ю-4 (Красино) внезапно прорвалась через почву газовая струя примерно в 1500 м от эпицентра. Мощность этого взрыва (если судить по его сейсмической магнитуде 5,89) была около 120 кт. Позднее было обнаружено, что газ из полости, оставшейся после взрыва, проникал наружу по тектоническому разлому. Небольшой участок (около 0,2 км²) вокруг этого разлома все еще остается закрытой зоной. Даже недавно уровень излучения там в 40-50 раз превышал соответствующие значения у входа в скважину. В других российских обзорах, подводящих итоги радиоактивных последствий ПЯИ на НЗИП, этот случай не упоминается, а говорится только о «небольшой утечке газа, замеченной вблизи входа в шахту». Из этого примера видно, что радиационные эффекты, проявившиеся после взрыва, обычно игнорировались авторами официальных российских публикаций. Обратите внимание, что во всех трех приведенных аварийных ситуациях радиоактивный газ быстро проходил к поверхности через геологические дефекты.

Обобщение радиологических последствий каждого ПЯИ на НЗИП приводится в Приложении 6. Регистрация происшествий, приведенных в Приложении, - это перечень значительных технических проблем, с которыми сталкивается страна, пытающаяся выполнить важную в военном отношении программу ядерных испытаний и одновременно скрыть ее. Обзор средств закупоривания скважин для советских ядерных испытаний был опубликован в 2001 г.

ГИДРОЯДЕРНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ И ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ВОЗДЕЙСТВИЮ ИЗЛУЧЕНИЯ

Кроме ядерных испытаний НЗИП был использован для т. н. гидроядерных⁴⁸ и гидродинамических экспериментов для изучения поведения ядерных материалов и для понимания физических процессов, протекающих при развитии взрыва ядерного заряда. Ряд испытательных площадок был оборудован специально для изучения моделей ядерных устройств и компонентов ядерного оружия.

Гидроядерный взрыв был определен как «физический эксперимент с моделью ядерного устройства без значительного выделения ядерной энергии (не более, чем энергия химической взрывчатки). Такие эксперименты представляют собой уникальный путь к изучению физических процессов в ядерном устройстве в процессе взрыва».¹⁴ Всего 89 гидроядерных экспериментов было проведено в СССР до 1990 г.: два в атмосфере, 72 на поверхности и 15 под землей. Четыре из них прошли на НЗИП.¹⁴

Касаясь соответствующих российских определений «гидроядерных» и «гидродинамических» экспериментов (смотрите Введение к главе 3¹), отметим следующее: «Эксперименты с выделением ядерной энергии менее, чем от одной тонны химической взрывчатки, не включены в список ядерных испытаний (как военных, так и мирных). Такие эксперименты - это лабораторные взрывные опыты с радиоактивными делящимися материалами и они не классифицируются как испытания ядерного оружия. Согласно американской классификации такие эксперименты называются *гидроядерными* экспериментами. Более 90 таких экспериментов было проведено в СССР. Выделение ядерной энергии в большинстве из этих экспериментов было меньше, чем от 100 кг химической взрывчатки».

В том же определении отмечается, что «эксперименты с ядерными и делящимися материалами, естественно, не включены в список ядерных испытаний. Подобные эксперименты проводились на площадках для ядерных испытаний. Они не связаны с ядерным взрывным зарядом или с реализацией взрывной цепной реакции, а также любого иного типа цепной реакции. Согласно американской классификации такие эксперименты называются *гидродинамическими испытаниями* или экспериментами. Эти эксперименты включают лабораторное изучение материалов и параметров неядерных процессов».⁴

Начиная с 1994 г., многие дополнительные гидроди-

намические и гидроядерные эксперименты были успешно проведены на НЗИП. Их основными целями были моделирование ядерных аварий и разработка методов предотвращения ненамеренного выделения взрывной ядерной энергии.¹⁴ Серия гидродинамических экспериментов была проведена в 1995-96 гг. Михайлов пишет в предисловии к книге Логачева¹⁴, что результаты этих экспериментов оказались «сверх положительными» и позволили России в дальнейшем подписать Договор о всеобщем запрете на ядерные испытания.¹⁵ Спешные эксперименты были также проведены в 1997 г.⁵

Как и в США, были также проведены эксперименты по оценке способности разных образцов военного оборудования, включая ракеты, действовать соответствующим образом при воздействии высоких уровней излучения. Логачев¹⁴ упоминает о двух испытаниях, использованных для этой цели (9 октября 1977 г. и 26 августа 1984 г.), и указывает, что такие эксперименты сопровождали большинство ПЯИ. Была сооружена сложная система транспортировки интенсивного излучения вдоль туннеля в специальную закрытую камеру, где располагалось оборудование, которое предполагалось подвергнуть облучению.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

В главной официальной российской публикации¹³, где приводится описание ядерных испытаний в СССР, отмечается:

Ядерные испытания установили стандарты и в значительной степени оказались уникальной технологической деятельностью, основанной на усилиях многочисленных групп, куда входили десятки тысяч специалистов. Результаты этой деятельности привели к созданию основ военной эффективности, надежности и безопасности ядерного арсенала и национальной безопасности России... Программа ядерных испытаний в СССР с 1949 г. до 1962 г. оказалась решающим шагом по созданию системы ядерного оружия для СССР и превратила СССР в ядерную сверхдержаву.

В этой статье мы рассказали о деятельности на Новоземельском испытательном полигоне, приводя большие сравнения с ядерными испытаниями в других местах, но, конечно, работы на НЗИП не проходили изолированно. Только что процитированная публикация отмечает, что при выполнении программы ядерных испытаний в СССР почти всегда оказывалось необходимым догонять США. За первым американским ядерным испытанием и двумя бомбами, сброшенными на Японию, в 1945 г. только через четыре года, в августе 1949 г. последовало первое ядерное испытание в СССР. Первое камуфлетное подземное ядерное испытание в США было проведено в США в 1957 г. и почти через четыре года оно было повторено в СССР. Другие «первые» в программе американских ядерных испытаний, как правило, повторялись в СССР менее чем четыре года. Это относится к первому испытанию ядерного устройства с мощностью на уровне 100 кт, первому испытанию термоядерного устройства, и первому ядерному взрыву на большой высоте. С другой стороны, Советский Союз обогнал США, когда первым испытал термоядерное устройство, сброшенное с самолета, и когда испытал бомбу «Большой Иван», мощность которой никогда не была превзойдена. Обе сверхдержавы разрушили много судов при подводных ядерных испытаниях и проверили воздействие ядерных взрывов на солдат. Таким образом, кажется более уместным отметить, насколько аналогичными были американская и советская программы ядерных испытаний, нежели обращать внимание на то, где одна сторона обогнала другую. Движимым побуждением для каждой стороны был успех другой, а осознанная необходимость состязаться в ядерных испытаниях стала одним из наиболее непосредственных проявлений гонки ядерных вооружений между двумя странами. Частично это было, возможно, крупномасштабным «разжиганием войны», нежели спокойной технической оценкой новых ядерных ус-

ройств.

Конечно, десятилетия советских ядерных испытаний на Новой Земле были предметом интенсивных наблюдательных усилий со стороны западных стран. Мы не касаемся здесь этих усилий, но отметим, что со временем стало возможным следить даже за подземной обстановкой на Новой Земле на случай проведения ядерных испытаний с очень малой мощностью. Практическим примером небольшого землетрясения, обнаруженного и отождествленного в августе 1997 г., но ошибочно интерпретированного поначалу (согласно новому изложению) в правительстве США как небольшое ядерное испытание, стал известный случай¹, который привел к появлению ряда открытых статей, указывающих на то, что происхождение зафиксированных сигналов связано с землетрясением. Землетрясения с магнитудой 3,0 и 2,5 вблизи испытательного полигона на Новой Земле были обнаружены в феврале 2002 г. и октябре 2003 г., соответственно, с большим превышением сигналов над шумами датчиками Международной системы слежения, работающей для Организации Договора по всеобщему запрещению ядерных испытаний.² Такие магнитуды, если они вызваны подземными ядерными испытаниями с высокой сейсмической связью, могут быть связаны с небольшими мощностями на уровне до нескольких десятков тонн тротилового эквивалента.

С учетом удаленности Новой Земли и ее сильных ветров, неровной топографии и вечной мерзлоты, а также с учетом проведения здесь ядерных испытаний с полной мощностью около 265 Мт, уместно сделать вывод с использованием фразы, взятой из приведенного чуть ранее высказывания: ядерные испытания на Новой Земле были действительно «уникальной технологической деятельностью», хотя в нее были вовлечены обе сверхдержавы.

БЛАГОДАРНОСТИ

Мы благодарим сотрудников библиотеки РАН, работающих в Институте физики Земли и в Институте динамики геосфер, за значительное содействие. Эта работа частично поддержана Государственным департаментом США.

ПРИМЕЧАНИЯ И ССЫЛКИ

1. V.I. Khalturin, T.G. Rautian, and P.G. Richards, "Absolute locations for underground nuclear tests at Novaya Zemlya" ms. in preparation for the *Bulletin of the Seismological Society of America*, 2005; V.I. Khalturin, T.G. Rautian, and P.G. Richards, "Yields for underground nuclear explosions at the Novaya Zemlya Test Site," ms. in preparation for the *Bulletin of the Seismological Society of America*, 2005. Соотношение магнитуда-мощность для северного района подземных испытаний на Новой Земле слегка отличается от аналогичного соотношения для южного района.
2. F. von Hippel, "Arms Control Physics: the New Soviet Connection," *Physics Today* 42: 39-46 (1989).
3. В.С. Бочаров, Л.П. Владимирский и А.М. Новиков, «Оценка точности мощности взрыва сейсмическими методами для ПЯИ, проведенными в известных условиях», *Атомная Энергия* 65: 114-119 (1988); В.С. Бочаров, М.Н. Георгиевский, В.В. Кириченко и А.В. Пешков, «Оценка мощности ПЯВ с учетом их сейсмической эффективности». *Атомная Энергия* 65: 653-659 (1988); В.С. Бочаров, С.А. Зеленцов и В.И. Михайлов, «Характеристики 96 подземных ядерных взрывов на семипалатинском испытательном полигоне», *Атомная энергия* 87: 210-214 (1989).
4. Ю.Е. Шипко и Н.П. Филонов, «Северный испытательный полигон», *Информационный бюллетень Центра научной информации по атомной энергии* (Москва, 4 июня 1990). 22 е.; В.Н. Михайлов, Г.А. Цырков, В.М. Иванов. Ю.Е. Шипко и 19 соавторов, «Новая Земля: Отчет советских экспертов на советско-финской встрече» (Москва, 28 февраля 1991г.); В.Н. Михайлов, Г.А. Цырков. В.М. Иванов, Ю.Е. Шип-

- ко и 19 соавторов, «Новая Земля: Отчет советских экспертов на международном симпозиуме» (Оттава, 21-26 апреля 1991 г.); В.Н. Михайлов, Г.Е. Золотухин, А.М. Матущенко и Ю.В. Дубанов (редакторы), «Советские ядерные взрывы». Выпуск первый. Северный испытательный полигон: ядерные взрывы, радиология и радиационная безопасность *Справочная информация* (Санкт-Петербург, Радиевый институт имени Хлопина, 1992), 195 е.; К.Н. Андрианов, В.Н. Баженов и 29 соавторов, «Ядерные взрывы в СССР». Т. 1, Северный испытательный полигон. Информационный справочник, (Москва, 1992); В.Н. Михайлов, Г.Е. Золотухин и А.М. Матущенко (редакторы). «Северный испытательный полигон: Доклады и представления российских экспертов на международных конференциях». *Встречи и симпозиумы в 1990-92 гг.* (Санкт-Петербург, Институт имени Хлопина, 1993). 406 с.
5. Ю.В. Дубасов, А.М. Матущенко и В.Н. Михайлов (редакторы), «Ядерные взрывы в СССР. Северный испытательный полигон». *Справочная публикация*, (Санкт-Петербург, Издательство Радиевого института имени Хлопина, 1999), 163 с.
 6. Речь идет о десяти сборниках трудов Института динамики геосфер (ИДГ) РАН: ИДГ-1990, В.В. Адушкин и А.А. Спивак (редакторы), *Взрывы в гетерогенных средах*, (Москва: «Недра»), 287 с. ИДГ-1994а, *Механические эффекты при подземных взрывах*, (Москва: ИДГ), 390 с. Это 28 статей сотрудников ИДГ, выпущенных за последние 25 лет. ИДГ-1994б, *Динамические процессы в геосферах*, (Москва: ИДГ), 333 с. 35 статей. ИДГ-1995, *Динамические процессы во внутренних и внешних геосферах*, (Москва: ИДГ), 285 с. 33 статьи. ИДГ-1996а, *Физические процессы в геосферах при воздействии сигналов с большой энергией*, (Москва: ИДГ), 327 с. 35 статей. ИДГ-1996б, *Сейсмический мониторинг ПЯВ. Федеральная система сейсмических наблюдений и Бюллетень предсказания землетрясений*, специальный выпуск, т. 3, (Москва: ИДГ), 194 с. 12 статей. ИДГ-1998, *Динамические процессы в геосферах*, (Москва: ИДГ), 320 с. 37 статей. ИДГ-1999, *Физические процессы в геосферах*, (Москва: ИДГ), 390 с. 39 статей. ИДГ-2001, *Основные результаты научных проектов, проводимых и завершенных в Институте в течение 1996-2001 гг.*, (Москва: ИДГ), 119 с. (Краткий обзор 64 проектов). ИДГ-2002, *Нестационарные процессы в верхних и нижних геосферах*, (Москва: ИДГ), 627 с. 58 статей.
 7. W. Leith, J.R. Matzko, J. Unger, and D.W. Stimpson, "Geology and Image Analysis of the Soviet Nuclear Test Site at Matochkin Shar Novaya Zemlya, USSR," *Proceedings of the 12th Annual DARPA/PL Seismic Research Symposium*, DARPA, Arlington, VA (1990).
 8. J.R. Matzko, "Underground Nuclear Testing on Novaya Zemlya: The Physical Background." *Post-Soviet Geography* 35(3): 123-141 (1994); J.R. Matzko, "Physical Environment of the Underground Nuclear Test Site on Novaya Zemlya, Russia," *Open File Report 93-501*, U.S. Geological Survey (Reston, VA, 1993), 28 p.
 9. J. Skorve and J.K. Skogan, "The NUPI Satellite Study of the Northern Underground Nuclear Test Area on Novaya Zemlya," *Report N 164*, Norwegian Institute of International Affairs (NUPI), (1992), 51 p.
 10. P.D. Marshall, D. Porter, J.D. Young, and P.A. Peachell, "Analysis of short-period seismograms from explosions at the Novaya Zemlya test site in Russia," *Atomic Weapons Establishment Report O 294*, available from Her Majesty's Stationary Office (London, U.K., 1994).
 11. P.G. Richards, "Accurate Estimates of the Absolute Location of UNTs at the Northern NZTS," *Proceedings of Second Workshop on IMS Location Calibration*, 10-24 March 2000 (Oslo, Norway, 2000).
 12. "Revolution in Map Making facilitates Verification Research" in the *MONITOR*, newsletter of the Nuclear Monitoring Research Office, DARPA, v.3. No. 1 Fall 1992.
 13. Существуют два российских и одно английское издания этой книги: В.Н. Михайлов и др., *Ядерные испытания в СССР, т.1. Задачи, общие характеристики и организация ядерных испытаний. Первые ядерные испытания*, (Саров, ВНИИЭФ, 1997), 287 с.; В.Н. Михайлов и др., *Ядерные испытания в СССР*, (Москва, Атомиздат, 1997), 303 с.; V.N. Mikhailov, et al., *USSR Nuclear Tests, v.1*, (Begell-Atom, 1999).
 14. В.А. Логачев и др. *Испытательный полигон на Новой Земле. Обеспечение общей и радиологической безопасности от ядерных испытаний. Факты, свидетельства, воспоминания* (М.: ИздАТ, 2000), 485 с.
 15. Б.И. Огородников (составитель), *Ядерный архипелаг*, (М.: ИздАТ, 1995), 255 стр. Собрание воспоминаний участников программы ядерных испытаний на НЗИП.
 16. *История атомного проекта* в 17 томах, (М.: Российский научный центр «Курчатовский Институт, 1994-1998 г.). Воспоминания нескольких сотен участников проекта советского ядерного оружия.
 17. А.П. Васильев и др. *Служба, рожденная в ядерный век: История советской специальной службы контроля (ССК)*, первое издание в двух томах (М.: ССК, 1998), 840 с. Второе издание в трех томах (М.: ССК, 2002), 1112 е., включая сотни снимков и рассекреченные ранние документы.
 18. V.N. Mikhailov, *I am a Hawk, Memoirs of Atomic Energy Minister Mikhailov*, (The Pentland Press: Durham), 195 p.
 19. В.С. Бочаров, С.А. Зеленцов, В.Н. Михайлов, «Характеристики 96 подземных ядерных взрывов на семипалатинском испытательном полигоне», *Атомная Энергия* 67:210-214 (1989). См. также ссылку [13].
 20. В принципе, мы используем объявленную информацию о мощности для калибровки сейсмических магнитуд [1]. Соотношение магнитуда-мощность слегка различается для северного и южного районов испытаний.
 21. К.А. Кондратьева, «Толщина льда и криолитовые зоны Новой Земли: картирование в масштабе 1:2 500 000», *Геологический бюллетень МГУ* 33(6):57-69 (1978); К.А. Кондратьева, «Карта температур замерзшего льда на Новой Земле в масштабе 1:2 500 000», *Проблемы криологии* 18:80-10 (1979).
 22. К.А. Кондратьева, С.Ю. Пармузин и И.И. Петрожицкий, «Криологическое картирование Новой Земли как места для захоронения радиоактивных отходов», *Геозкология* 6:83-92 (1996).
 23. При рассмотрении ПЯИ содержание газа, как обычно определяется в советской литературе, соответствует весовой относительной доле (в процентах) газа, обычно двуокиси углерода, проходящего через разрушенную нагреванием породу при 1000 градуса Цельсия.[^] Наличие пиритовых кристаллов в породе штолен приводит к выделению сероводорода при некоторых ПЯИ.
 24. Д.Д. Султанов, «Сейсмические наблюдения ПЯИ на НЗИП», *Проблемы сейсмического мониторинга подземных ядерных испытаний. Федеральная система сейсмологических наблюдений* 3:23-26 (Москва, 1996). См. также [14].
 25. Л.А. Дараган-Сущева, А.Д. Павленко и Ю.И. Дараган-Сущева, «Поверхностная структура Южной Баренцевой депрессии», *Доклады Российской Академии наук*, 343,2:217-219 (1995); Б.М. Шипилов и Б.В. Сенин, «Глубокая структура дна Баренцева моря», *Геотектоника* 3 (1988); T. Zhang and T. Lay. "Effect of crustal structure under the Barents and Kara Seas on short-period regional wave propagation for Novaya Zemlya explosions: Empirical relations," *Bull. Seism. Soc. Amer.* 84(4): 1132-1147 (Aug. 1994).
 26. Как сказано в т. 2 на с. 13 книги «Ядерные испытания в СССР» (Саров, 1997, [13]), типичная штольня на семипалатинском и новоземельском испытательных полигонах имела площадь поперечного сечения около 10-12 кв. м и уклон порядка 0,25-0,3 градуса по направлению к выходу. Стандартная скорость сооружения штольни составляла около 100 м в месяц.
 27. Е.А. Шитиков, «В интересах флота», *Ядерный архипелаг*, с. 60-75.
 28. В.Д. Христофоров, «Подводные взрывы в губе Черной», *История атомного проекта* 6:110-117 (М.:

- Курчатовский институт, 1997).
29. См. [15], с. 73.
 30. См. [14], с. 144-148.
 31. Бомба «Большой Иван» имела 8 м в длину и 2,1 м в диаметре согласно [42], с. 82-84.
 32. K-L. Gronhaug, "The Nuclear Atmospheric Explosions on Novaya Zemlya. Estimate of Positions, Energy and Radiation Release", *Conference on Radiological Problems in the Nordic Regions*, (Tromse, Norway, November 21-22, 1991).
 33. *Комсомольская правда*, 31 октября 1991 г.
 34. В.В. Адушкин и К.И. Горелый, «Реакция ионосферы на атмосферные ядерные взрывы», в сборнике *Динамические процессы в геосферах*, (М.: ИДГ, 1994), с. 239-248; В.В. Адушкин и К.И. Горелый, «Глобальные изменения слоев F-2 после атмосферного ядерного взрыва мощностью 58 Мт на НЗИП», в сборнике *Динамические процессы во внутренних и внешних геосферах*, (М.: ИДГ, 1995), с. 82-87.
 35. Yu.N. Smirnov, "Three interesting episodes un the Soviet nuclear program", in E.S. Husebye and A.M. Dainty (eds.), *Monitoring a Comprehensive Test Ban Treaty*, (Kluwer Academic Publishers, 1996), p. 11-24.
 36. Магнитуды взяты из [10].
 37. В.Д. Гарнов, «Двенадцать атмосферных ядерных взрывов в районе губы Сулейменова», *История атомного проекта* (М.: Курчатовский институт, 1997), 11: 215-219; M. Eneva, J.L. Stevens, and J. Murphy, "Analysis of Russian hydroacoustic data," *Technical Report DRTA-TR-01-19* to the Defense Threat Reduction Agency, 190 p., Nov. 2004.
 38. F. Ringdal. "Study of Low-Magnitude Seismic Events near the Novaya Zemlya Nuclear Test Site," *Bull. Seism. Soc. Am.* 87(6): 1563-1575 (1997).
 39. Наше значение 4,2 Мт для полной мощности ПЯИ 12 сентября 1973 г. выведено следующим образом: ежегодная полная мощность за 1973 г. приведена Михайловым и др. (1997) и равна 7820 кт; в этом году было всего три ПЯИ с магнитудами 6,97 (12 сентября, Маточкин Шар), 5,89 (27 сентября, Красино) и 6,98 (27 октября, Красино). Мощность последнего испытания - 3500 кт, была приведена Адушкиным и др. (1996), а также Логачевым (2000, с. 241). Относительно слабое событие в Красино с $m_b = 5,89$ соответствует мощности около 120 кт с ошибкой не более, чем примерно 50 кт. Отсюда следует, что мощность ПЯИ 12 сентября была равна 4200 кт. Точность этой величины зависит в основном от того, насколько точны значения 3500 кт и 7820 кт для мощности ПЯИ 27 октября и полной мощности на НЗ в 1973 г.
 40. В.В. Адушкин, Ю.В. Дубасов, А.М. Матущенко и др., *Описание и оценки окружающих условий в районе испытательного полигона на Новой Земле*, (Саров: Российский федеральный научный центр, 1996), 114 с.
 41. По мощности и глубине заложения этот единичный взрыв в 3,5 Мт, проведенный в глубокой шахте, аналогичен американскому подземному ядерному испытанию "CANNIUKIN", проведенному на Алеутских островах в 1971 г.
 42. V.N. Mikhailov, et al. *USSR Nuclear Tests, v.2, Technology of Nuclear Tests*, (Begell-Atom, 1999), 302 p.
 43. F.A. McKeown, "Buried pressurized cavity model of venting from nuclear explosion cavities," *U.S. Geological Survey report 474-146 to the Nevada Operations Office*, U.S. Atomic Energy Commission (NTS 236), (1972), 44 p.
 44. P.G. Richards and W.Y. Kim, "Equivalent Volume Sources for Explosion at Depth: *Theory and Observations*," ms. accepted for publication, *Bull. Seism. So. Am.*
 45. H. Israelsson, R. Shunga, and O. Dahlman, "Aftershocks caused by the Novaya Zemlya explosion on October 27, 1973." *Nature* 247: 450-452 (1974).
 46. В.П. Баженов, В.П. Думик и др., «Северный испытательный полигон: хронология и радиационная феноменология ПЯИ», (Москва, 1992), перевод в *Science & Technology* (1993); V.N. Mikhailov, V.P. Dumik, A. M. Matushchenko, and V.G. Safronov, "Ecology Safety of the Underground Nuclear Explosions at Novaya Zemlya," *Proc. of Conference: The Radiological Problems in Nordic region* (Norway, 21-22 November, 1991), 50 p.
 47. V.V. Adushkin and W. Leith, "The containment of Soviet underground nuclear explosions," *U.S. Geological Survey Open File Report 01-0312*, (2002), 52 p.
 48. В.Н. Михайлов и др., «Ядерные испытания в СССР. Гидроядерные эксперименты», (Саров: Российский федеральный ядерный центр, 1998), 22 с.
 49. Из этих определений можно сделать вывод, что термин «гидроядерный» применим к экспериментам, где достигается критичность, сопровождаемая некоторым выделением ядерной энергии, а термин «гидродинамический» применим к экспериментам, которые остаются ниже уровня критичности. Для экспериментов, которые считаются критичными, требуется ограничить количество выделенной ядерной энергии, например (это один из вариантов), не быть больше примерно четырех фунтов (1,8 кг) тротилового эквивалента. До середины 80-х гг. и до решения о том, что Договор о всеобщем запрещении ядерных испытаний будет обладать нулевым порогом, рассматривались различные варианты верхнего предела, превышающие четыре фунта.
 50. Эти эксперименты описаны в предисловии Михайлова к книге Логачева [14].
 51. См. новые сообщения в *Washington Post*, Oct. 20 and Nov. 4, 1997; also P.G. Richards and W.Y. Kim, "Testing the nuclear test-ban treaty," *Nature* 389: 781-782 (1997).
 52. NORSAR Scientific Report No. 2-2004, Semiannual Technical Summary, 1 January - 30 June 2004, Frode Ringdal (ed.), p.36-37.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Содержание книги В.Н.Михайлова и др., «Ядерные испытания в СССР» (1997)

Номера страниц даются по саровскому изданию [13].

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	1
Глава 1. Ядерные испытания и разработка советского ядерного оружия.....	9
Глава 2. Государственная система проведения ядерных испытаний.....	45
Глава 3. Испытания ядерного оружия и мирные ядерные взрывы.....	91
Приложение 1. Ядерные взрывы, проведенные в СССР в 1949-1990 гг.....	125
Приложение 2. Советские мирные ядерные взрывы....	165
Приложение 3. Итоги ядерных взрывов, проведенных пятью ядерными державами.....	175
Глава 4. Первое (1949) ядерное испытание в СССР ...	179
Глава 5. Первые (1953) термоядерные испытания РДС-6 и РДС-37.....	212
Глава 6. Военные маневры с реальной атомной бомбой (40 кт) в районе Тоцка (сентябрь 1954 г.).....	239

Полный официальный список советских ядерных испытаний содержится в Главе 3/Приложение 1.

Следующая информация о каждом испытании представлена в списке:

1. Порядковый номер взрыва. Всего было проведено 715 ядерных взрывов, включая 496 ПЯИ.
2. Дата и московское время взрыва.
3. Место взрыва (для мирных ядерных взрывов) или оружейный испытательный полигон (для ПЯИ).
4. До 1963 г.: среда проведения взрыва (атмосфера, поверхность и т.д.). После 1963 г.: номер туннеля или шахты для каждого компонента взрыва, участвовавшего в испытании.
5. Основная цель ядерного взрыва для каждого компонента.

6. Один из четырех диапазонов мощности взрыва для каждого одиночного ядерного устройства при испытании: меньше 0,001 т; 0,001-20, 20-150, 150-1500 кг. Диапазон 1500-10000 кг приведен только для двух наиболее мощных взрывов на НЗИП: 12 сентября 1973 г. и 27 октября 1973 г. Конкретная мощность указана для всех 124 мирных ядерных взрывов, включая семь из них, проведенных на СИП, и 20 ПЯИ на СИП. Для всех остальных ПЯИ указаны диапазоны мощностей.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Содержание книги В. Логачева и др (2000)

Номера страниц даются в соответствии с [14]

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие академика В.Н. Михайлова.....	10
Введение 15	
Часть 1. Географические и исторические аспекты.....	24
Глава 1. Новая Земля. История и география.....	25
Глава 2. История НЗИП, подводные и атмосферные испытания.....	59
Часть 2. Обеспечение общей и радиологической безопасности подводных и атмосферных ядерных испытаний, проведенных на НЗИП.....	92
Глава 3. Общие принципы безопасности.....	93
Ссылки (36 наименований).....	135
Глава 4. Обеспечение безопасности участников испытаний.....	138
Ссылки (19 наименований).....	176
Глава 5. Обеспечение безопасности населения Новой Земли.....	177
5.1. Система радиологического мониторинга на территории СССР.....	179
5.2. Радиологическая ситуация на Новой Земле после атмосферных взрывов.....	184
5.3. Радиологическая ситуация на территории Новой Земли - 198.....	225
Ссылки (37 наименований).....	225
Часть 3. Безопасность участников и населения при проведении ПЯВ.....	229
Глава 6. Основные цели, параметры и особенности.....	232
6.1. Основные цели, этапы и документы.....	232
6.2. Опасные ситуации, возникавшие при ПЯВ.....	237
6.3. Главные характеристики ПЯВ.....	241
6.4. Меры безопасности при проведении ПЯВ.....	258
Ссылки (15 наименований).....	275
Глава 7. Обеспечение радиологической безопасности персонала и населения.....	276
Ссылки (22 наименования).....	314
Глава 8. Обеспечение сейсмической безопасности.....	316
Ссылки (8 наименований).....	344
Часть 4. Медико-биологические исследования. Радиозоологическая ситуация в районе Новой Земли и на окружающих территориях.....	346
Глава 9. Медико-биологические исследования на территории Новой Земли во время проведения ядерных взрывов.....	348
Ссылки (29 наименований).....	393
Глава 10. Недавняя радиологическая обстановка на НЗИП и на всем архипелаге Новая Земля.....	396
Ссылки (19 наименований).....	431
Глава 11. Радиоактивное загрязнение от ядерных взрывов на НЗИП и от других ядерных испытаний во всем мире.....	433
Ссылки (27 наименований).....	470
Постскриптум.....	473
Заключение.....	479
Приложения (включая хронологию всех советских ядерных испытаний в течение 1949-1962 г. и высоты 193 атмосферных ядерных взрывов на СИП и НЗИП)	

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Содержание книги Дубасова и др. «Ядерные взрывы в СССР, Северный испытательный полигон (1999)

Под редакцией Ю.В. Дубасова, А.М. Матущенко и В.Н. Михайлова, Издательство Радиового института, Санкт-Петербург, 1999, 163 с.

Номера страниц даются в соответствии с [5]

СОДЕРЖАНИЕ

Глава 1. Основная информация об ядерных испытаниях на НЗИП.....	13
Количество испытаний и основные параметры.....	13
Метеорологические условия и климатические факторы.....	15
Параметры и недавний уровень радиологической обстановки на российском Дальнем Севере.....	23
Критерии радиологической и сейсмической безопасности подземных ядерных испытаний.....	26
Последние радиологические исследования в районе НЗИП и связь со средствами массовой информации.....	31
Глава 2. Северный испытательный полигон. Хронология и радиационная феноменология подземных ядерных взрывов.....	42
Радиологические последствия ПЯИ на Северном испытательном полигоне.....	46
Детальное описание радиационной феноменологии каждого ПЯИ, проведенного на НЗИП.....	48
Глава 3. Доклады экспертов.....	63
Глава 4. Библиография и другие источники информации.....	155

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Хронология, мощности и высоты 85 атмосферных ядерных испытаний, проведенных на испытательном полигоне Новой Земли с 1957 по 1962 г.

№	Дата	Мощность(кт)	Высота(м)	Примечание
1	24.09.57	1600	2000	
2	06.10.57	2900	2120	
3	23.02.58	860	2500	
4	27.02.58	250	2500	
5	27.02.58	1500	-	
6	14.03.58	40	-	
7	21.03.58	650	2500	
8	30.09.58	1200	1500	
9	30.09.58	900	2500	
10	02.10.58	290	1400	
11	02.10.58	40	-	
12	04.10.58	9	800	
13	05.10.58	15	1200	
14	06.10.58	5,5	1200	
15	10.10.58	68	-	
16	12.10.58	1450	-	
17	15.10.58	1500	2150	
18	18.10.58	2900	-	
19	19.10.58	40	-	
20	19.10.58	0	900	Осечка
21	20.10.58	440	-	
22	21.10.58	2	270	
23	22.10.58	2800	2070	
24	24.10.58	1000	1525	
25	25.10.58	190	1500	
26	25.10.58	<0,1	300	Осечка
27	10.09.61	2700	2000	
28	10.09.61	12	390	
29	12.09.61	1150	1190	
30	13.09.61	6	250	
31	14.09.61	1200	1700	
32	16.09.61	830	-	МБР
33	18.09.61	1000	1500	МБР
34	20.09.61	150-1500	1600	
35	22.09.61	260	1300	

№	Дата	Мощность(кт)	Высота(м)	Примечание
36	02.10.61	250	1500	
37	04.10.61	1500-10000	2100	МБР
38	06.10.61	4000	2700	
39	08.10.61	15	1450	
40	20.10.61	1450		
41	23.10.61	12500	3500	
42	25.10.61	300	1450	
43	30.10.61	58000	4000	
44	31.10.61	5000	2200	
45	31.10.61	150-1500	1530	
46	02.11.61	120	1400	
47	02.11.61	280	1500	
48	04.11.61	15	1770	
49	04.11.61	150-1500	1750	
50	04.11.61	6	2240	
51	05.08.62	21100	3600	
52	10.08.62	150-1500	1560	
53	20.08.62	2800	2500	МБР
54	22.08.62	1600	1700	
55	25.08.62	1500-10000	2980	
56	27.08.62	4200	3000	
57	02.09.62	80	1300	
58	08.09.62	1900	1730	
59	15.09.62	3100		
60	16.09.62	3250		
61	18.09.62	1350	2000	
62	19.09.62	1500-10000	3280	
63	21.09.62	2400	3000	
64	25.09.62	19100	4090	
65	27.09.62	>10000	3900	
66	07.10.62	320	1400	

№	Дата	Мощность(кт)	Высота(м)	Примечание
67	09.10.62	15	3000	
68	22.10.62	8200	3230	
69	27.10.62	260	1550	
70	29.10.62	360	1550	
71	30.10.62	280	1500	
72	01.11.62	240	1500	
73	03.11.62	390	4000	
74	03.11.62	45	710	
75	18.12.62	110	1600	
76	18.12.62	69	1500	
77	20.12.62	8,3	1070	
78	22.12.62	6,3	1050	
79	23.12.62	430	1460	
80	23.12.62	8,3	1470	
81	23.12.62	2,4	1270	
82	24.12.62	1100	1320	
83	24.12.62	24200	3750	
84	25.12.62	3100	2250	
85	25.12.62	8,5	990	

Примечания:

1 - Отсутствует информация о высоте 12 атмосферных ядерных взрывах (АЯВ) и не были уточнены мощности для восьми АЯВ [13, 14].

2 - АЯВ 19.10.58 и 25.10.58 были проведены неудачно и они обладали почти нулевой мощностью.

3 - При четырех АЯВ ядерные заряды были доставлены на МБР, которые запускались с базы в юго-восточной Сибири (3000-4000 км от НЗИП). Они взрывались «где-то над Баренцевым морем» и включены в список испытаний на НЗИП.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Информация о 39 ПЯИ на НЗИП, включая их сейсмические магнитуды и ежегодные мощности (кт)

№	Дата	Туннель/шахта	Компоненты	Магнитуда	Ежегодная мощность
1	2	3	4	5	6
1	18.09.64	т. G	1	4,19	20
2	25.10.64	т. B	1	4,82	
3	27.10.66	т. A-1	1	6,49	1400
4	27.10.66	т. A-2	1		
5	27.10.67	т. A-4	1	5,98	260
		т. A-5	1		
6	07.11.68	т. A-3	3	6,13	330
7	14.10.69	т. A-7	2	6,18	540
		т. A-9	1		
8	14.10.70	т. A-6	3	6,79	2200
9	27.09.71	т. A-8	4	6,67	2450
10	27.07.72	ш. Ю-31	1	<3,0	
11	28.08.72	т. A-16	4	6,49	1130
12	12.09.73	т. B-1	4	6,97	7820
13	27.09.73	ш. Ю-4	1	5,89	
14	27.10.73	ш. Ю-1	1	6,98	
15	29.08.74	т. A-11	5	6,58	3430
16	02.11.74	ш. (0-5N)	1	6,81	
17	23.08.75	т. A-10	8	6,55	4190
18	18.10.75	ш. Ю-6N	2	6,75	
19	18.10.75	ш. Ю-7	1		
20	21.10.75	т. A-12	5	6,60	
21	29.09.76	т. A-14	2	5,83	140
22	20.10.76	т. A-15	5	4,98	
23	01.09.77	т. A-17	4	5,66	130
24	09.10.77	т. A-7P	1	4,30	
25	10.08.78	т. A-18	6	6,00	240
26	27.09.78	т. A-19	7	5,63	
27	24.09.79	т. A-32	3	5,77	280
28	18.10.79	т. A-20	4	5,79	
29	11.10.80	т. A-25	4	5,76	130
		т. A-30	3		
30	01.10.81	т. A-23	4	5,97	140
31	11.10.82	т. A-37	4	5,58	80
32	18.08.83	т. A-40	5	5,91	250
33	25.09.83	т. A-21	4	5,77	

№	Дата	Туннель/шахта	Компоненты	Магнитуда	Ежегодная мощность
34	26.08.84	т. А-100	1	3,80	110
35	25.10.84	т. А-26	4	5,82	
36	02.08.87	т. А-37А	5	5,82	150
37	07.05.88	т. А-24	3	5,58	220
38	04.12.88	т. А-27	5	5,89	
39	24.10.90	т. А-13N	8	5,61	70

Примечания: Комментарии к отдельным колонкам таблицы:

1 - Номер каждого ПЯИ соответствует порядковому номеру в официальном российском списке [13].

3 - Коды туннеля приведены для ПЯИ на северном участке полигона (Маточкин Шар), а коды шахт - для южного участка (Красино).

4 - Указано число отдельных ядерных устройств в туннеле или шахте.

5 - Телесейсмическая магнитуда для каждого испытания [10].

6 - Полная мощность (кТ) всех испытаний в конкретном году [131].

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Обобщение информации от российских источников относительно радиоактивного загрязнения, включая просачивание благородных радиоактивных газов, гамма-излучение и эпизоды с выходом газов для 39 ПЯИ на НЗИП

№	Дата	Изоляция или тип утечки	T (мин)	Гамма-фон (Рентген/ч)	Район	Примечание
1	18.09.64	УИРГ	1	2	Внутри	
2	25.10.64	УИРГ	30	1,5	Снаружи	
3	27.10.66	УИРГ	10	7	Снаружи	
4	27.10.66	УИРГ	10	7	Снаружи	
5	27.10.67	УИРГ	23	20	Внутри	
	27.10.67	Газ изолирован	Нет	Нет	Полная изоляция	
6	07.11.68	УИРГ	60	5	Внутри	
7	14.10.69	Газ изолирован	Нет	Нет	Полная изоляция	
	14.10.69	Выход газов и пыли	60	1000	Аварийная ситуация	A
8	14.10.70	УИРГ	15	250	Снаружи	
9	27.09.71	УИРГ	15	1	Снаружи	
10	27.07.72	Газ изолирован	Нет	Нет	Полная изоляция	
11	28.08.72	УИРГ	10	100	Снаружи	
12	12.09.73	УИРГ	10	2,2	Снаружи	
13	27.09.73	УИРГ	12	3	Снаружи, авария	B
14	27.10.73	Газ изолирован	Нет	Нет	Полная изоляция	
15	29.08.74	УИРГ	12	3	Снаружи	
16	02.11.74	Газ изолирован	Нет	Нет	Полная изоляция	
17	23.08.75	УИРГ	50	1,5	Снаружи	
18	18.10.75	УИРГ	3	0,4	Внутри	
19	18.10.75	Газ изолирован	Нет	Нет	Полная изоляция	
20	21.10.75	УИРГ	10	250	Снаружи	
21	29.09.76	УИРГ	10	3	Снаружи	
22	20.10.76	Газ изолирован	Нет	Нет	Полная изоляция	
23	01.09.77	УИРГ	15	Нет данных	Снаружи	C1
	01.09.77	Газ изолирован	Нет	Нет	Полная изоляция	C2
24	09.10.77	УИРГ	5	1000	Снаружи	D
25	10.08.78	УИРГ	7	7	Снаружи	
26	27.09.78	Газ изолирован	Нет	Нет	Полная изоляция	
27	24.09.79	УИРГ	10	300	Внутри	
28	18.10.79	УИРГ	10	1,5	Внутри	
29	11.10.80	Газ изолирован	Нет	Нет	Полная изоляция	
	11.10.80	УИРГ	10	8	Снаружи	
30	01.10.81	Газ изолирован	Нет	Нет	Полная изоляция	
31	11.10.82	УИРГ	12	0,25	Внутри	
32	18.08.83	УИРГ	10	0,5	Внутри	
33	25.09.83	УИРГ	15	0,5	Внутри	
34	26.08.84	Газ изолирован	Нет	Нет	Полная изоляция	
36	02.08.87	Выход газов и пыли	1,5	> 500	Радиоактивная аварийная ситуация	E
37	07.05.88	УИРГ	10	1	Внутри	
38	04.12.88	Газ изолирован	Нет	Нет	Полная изоляция	F
39	24.10.90	Газ изолирован	Нет	Нет	Полная изоляция	F

/ Пояснения к колонкам:

1 - Порядковый номер ПЯИ по российскому официальному списку [13].

3 - Изоляция взрывной камеры или тип радиоактивного заражения: УИРГ - утечка радиоактивных инертных газов; Газ изолирован - речь идет о т. н. «камуфлетном» взрыве; выход газов и пыли - более серьезная утечка - возможная авария.

4 - T - Время (мин) после взрыва, когда начинает наблюдаться утечка радиоактивности.

5 - Уровень гамма-излучения (Рентген/ч) вблизи выхода из туннеля (шахты) после завершения взрыва.

6 - Район, в пределах которого было обнаружено гамма-излучение. Используются четыре уровня заражения - полная изоляция - это камуфлетный взрыв; внутри - радиоактивные газы были обнаружены только в пределах НЗИП; снаружи - радиоактивные газы были обнаружены вне территории НЗИП; аварийная ситуация - выброс горячих газов и пара

1 - Комментарии: A - Чрезвычайная ситуация, о которой рассказано в статье. B - Угрожающий случай о котором рас-

сказано в статье. Оба российских важнейших источника не включили его в перечень радиоактивных последствий ПЯИ. С1 - См. [14]. С2 - Сравнение [5] и [14] указывает на некоторые разночтения в российских официальных публикациях относительно уровней радиоактивного заражения. D - Сильная утечка радиоактивных газов привела к высокому уровню гамма-излучения (свыше 1000 рентген в час). Это было второе ПЯИ в туннеле А-7 (первое прошло 14.10.69). Повторное использование туннеля стало основной причиной интенсивной утечки газов. E - Последняя и наиболее опасная аварийная ситуация. О ней рассказано в статье. F - Два последних ПЯИ прошли на приведенной глубине, значительно превышающей величину 120 м/кт^{1,3}. Они были проведены в период горбачевской перестройки и гласности. В это время возникло сильное общественное мнение (и движение) против ядерных испытаний. Впервые представители общественности посетили НЗИП. Местные власти получили указание заглубить эти взрывы, чтобы избежать возможных аварийных ситуаций.