

ЯДЕРНАЯ ИНДУСТРИЯ

Курс лекций

Лекция 6. РАЗВИТИЕ ЯДЕРНОЙ ИНДУСТРИИ В РАЗНЫХ СТРАНАХ: Китай, Индия, Пакистан, ЮАР и Япония

Содержание

1. КИТАЙ	1
2. ИНДИЯ	2
3. ПАКИСТАН	11
4. ЮЖНО-АФРИКАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА	12
5. ЯПОНИЯ	13
6. ЭВОЛЮЦИЯ ЯДЕРНЫХ АРСЕНАЛОВ	13

1. КИТАЙ

14 сентября 1954 заместитель председателя Чжу Дэ, министр обороны КНР Пэн Дэ Хуай вместе с министрами обороны других социалистических стран присутствуют в СССР на Тоцких войсковых учениях с применением атомной бомбы (40 кт ТНТ)

15 января 1955 Мао Дзэдун в ответ на американские угрозы применить против Китая ядерное оружие объявил на расширенном заседании Секретариата ЦК КПК, что Китай должен разработать собственную атомную бомбу с помощью СССР или без его участия

27 апреля 1955 - первое соглашение между СССР и КНР о поддержке развития исследований в области атомной энергии и ядерной физики в КНР

15 мая 1955 - обсуждение возможностей начала ядерной оружейной программы КНР под председательством Мао Дзэдуна

16 ноября 1956 - создание ядерного министерства КНР - Третьего министерства машиностроения, переименованного в феврале 1958 года во Второе министерство

Апрель 1958 - принято решение о строительстве полигона для ядерных испытаний. По предложению советских специалистов было выбрано место в северо-западной части Синьдзянского уезда (полигон Лоб Нор).

31 мая 1958 Утверждены места для создания основных комплексов ядерной промышленности КНР, в том числе завода по производству ядерного топлива в Батоу, комбината по обогащению урана в Ланчжоу, объединенного ядерного производства в Чжуване.

21 июня 1958 Мао Дзэдун ставит задачу, в соответствии с которой за 10 лет КНР должна создать атомную бомбу, термоядерное оружие и межконтинентальные ракеты.

20 июня 1959 Решение СССР не предоставлять КНР данных о технических особенностях атомной бомбы

Начало 1960 Создание Института по разработке ядерного оружия в Пекине

18 июля 1960 Посольство СССР в Пекине сообщило об отзыве всех советских специалистов и прекращении поставок оборудования

1 сентября 1960 Урановый начало работы горного комбината в Чэнсиане (Хэньяне).

1950-1960 В Китай прибывают 10 тысяч советских специалистов, включая непосредственных разработчиков ядерного оружия, а в СССР проходят подготовку и обучение 11 тысяч специалистов и 1000 ученых. СССР предоставляет Китаю исследовательский реактор, циклотрон, обеспечивает разведку урановой руды

3 ноября 1960 Мао Дзэдун одобряет сроки испытания первой атомной бомбы в 1964 году

- 29 ноября 1963** Получена первая партия гексафторида урана (комплекс в Чжуване).
- 14 января 1964** Получена первая партия высокообогащенного урана на комбинате в Ланчжоу.
- Апрель 1964** Получены первые урановые детали для атомной бомбы (комплекс в Чжуване).
- 25 августа 1964** Выпуск первой урановой продукции на заводе в Батоу.
- 17 сентября 1964** Первое производство в Батоу лития, обогащенного по изотопу Li-6.
- 16 октября 1964** Испытание первой атомной бомбы КНР на основе высокообогащенного урана, мощность 22 кт ТНТ
- 3 декабря 1964** Второе Министерство КНР определяет 1968 год как время испытания термоядерной бомбы
- 14 мая 1965** Первое воздушное ядерное испытание со сбросом атомной бомбы с самолета
- Октябрь 1965** Завод в Батоу произвел урановое топливо для реактора по производству плутония с графитовым замедлителем
- 9 мая 1966** Первое ядерное испытание КНР с использованием лития-6.
- Октябрь 1966** Пуск ядерного реактора в Чжуване для производства плутония
- Февраль 1967** Завершение разработки первого термоядерного заряда
- Май 1967** Завершение производства компонент и сборка первого термоядерного заряда
- 17 июня 1967** Первое успешное испытание полномасштабного двухстадийного термоядерного заряда на основе U-235, U-238, лития-6 и дейтерия
- 27 декабря 1968** Испытание термоядерного заряда, в котором впервые в ЯИ КНР использовался плутоний.
- 23 сентября 1969** Первое подземное ядерное испытание
- 16 октября 1980** Последнее атмосферное ядерное испытание
- 29 июля 1996** Последнее ядерное испытание.

Всего Китаем проведено 47 ядерных испытаний.

По оценкам различных специалистов помощь СССР в атомной области позволила Китаю существенным образом ускорить создание ядерного оружия.

Табл.1 Развитие ядерного арсенала КНР

Год	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
N_{БГ}	1	5	20	25	35	50	75	100
Год	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
N_{БГ}	130	150	170	185	190	200	220	235
Год	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
N_{БГ}	280	330	360	380	414	426	423	415
Год	1988	1989	1990	1991	1992	1992	2000	
N_{БГ}	430	433	432	434	434	434	400	

N_{БГ} – число боеголовок

Возможности межконтинентальных ядерных сил КНР в настоящее время весьма ограничены. КНР имеет 20 МБР DF-5, оснащенных термоядерными зарядами большой мощности (~ 4-5 Мт). Кроме того, КНР имеет сейчас одну ПЛ ("Xia"), оснащенную 12 БРПЛ среднего радиуса действия (эта ПЛ не покидает территориальных вод КНР и считается уязвимой для современных противолодочных средств)

2. ИНДИЯ

Окончание второй мировой войны кардинально изменило мировой порядок - изменились нации и отношения между нациями, появились новые технологии, в корне изменившие картину военного противостояния. На протяжении двух лет и двух месяцев, с 1945 по 1947 произошли три важных события, чьи отголоски несут угрозу ядерной войны в Южной Азии. Эти три события -

образование ООН 26 июня 1945; демонстрация разрушений, на которое способно ядерное оружие в августе 1945; и разделение Британской Индии на современные Индию и Пакистан 15 августа 1947. Последствия разделения сейчас движущая сила ядерного противостояния между Индией и Пакистаном. Британское решение разделило на части единый регион, вызвав массовую религиозную резню невиданных ранее масштабов и оставив неразрешенным вопрос борьбы за Кашмир - преимущественно мусульманский регион, принадлежащий индуистской Индии. Приграничные перестрелки, продолжающиеся более полувека, три раза перерастали в войны (в 1947, 1965 и 1971), давшие сильное желание разработать могущественное оружие для получения преимущества над противником или восстановления равновесия.

Другая индийская мотивация к овладению ядерным оружием - потенциальная угроза со стороны ядерного Китая, стремящегося стать региональным лидером и имеющего общую границу с Индией. Существуют разногласия, охватывающие более 80000 км² этого пограничного региона: оккупированное Китаем плато Аксайчин; Китай претендует на занимаемую Индией северо-восточную часть границы. Эти территориальные споры вылились в индийско-китайскую войну 1962, когда Китай начал массированную атаку на Индию. Индийские силы оказались слишком слабы и плато Аксайчин перешло в китайские руки. Индия, сохранявшая теплые отношения с СССР надеялась на его помощь, однако СССР занял позицию Китая, отказав в поддержке. Тогда премьер-министр Неру обратился за помощью к США. Но до того, как ВВС США смогли развернуться в Индии, Китай остановил наступление и частично отступил, правда продолжая удерживать регион Аксайчина, захваченный при первом наступлении. Возможно, последствия данного инцидента привели к тому, что Индия несколько разочаровалась в СССР как в союзнике и приобрела глубочайшее желание не допускать такого урона от Китая в будущем.

Еще один фактор - кампания по достижению международного влияния, соответствующего величине Индии и ее важности на протяжении всей истории как одной из основных мировых цивилизаций. Со времен основания ООН в 1945 состав Совета Безопасности, наиболее влиятельного и мощного международного органа, был фиксирован и с тех пор никогда не изменялся. По иронии истории, Индия не была независимой страной на тот момент, ее единственной возможностью на представительство в конференции была администрация Черчилля, которая сильно сопротивлялась стремлению Индии к независимости. Как результат - Китаю, со сходным географическим положением, численностью населения и состоянием экономики - было дано место постоянного члена Совета Безопасности, а Индии - нет. Когда обсуждался вопрос состава Совбеза, ядерное оружие только создавалось, но через некоторое время пять его государств-членов обзавелись ядерным, затем термоядерным оружием. С подписанием Договора о нераспространении ядерного оружия в 1970, де-факто принцип, что постоянные члены Совета Безопасности и «ядерный клуб» - одно и то же, твердо установился.

Важность желания Индии утвердиться как мировая держава при продвижении ядерной программы подчеркивается замечаниями бывшего главы оружейной программы Раджы Раманна: «Среди нас даже не обсуждалось, должны ли мы сделать бомбу. Более существенно было как создать ее. Для нас это было дело престижа, достойного нашего древнего прошлого. Вопрос использования ядерного оружия как средства устрашения и сдерживания пришел много позже. К тому же, мы - индийские ученые - были обязаны показать западным коллегам, бывшим в небольшом количестве среди нас в те дни, что мы тоже способны сделать это».

Таким образом, не должно быть неожиданностью, что Индия, занимающая третье место среди крупнейших мировых экономик и собирающаяся скоро стать самой населенной державой мира, заключила, что чтобы занимать должное место в мировых делах она должна также стать членом ядерного клуба.

Индийские работы в области ядерной науки и технологии были начаты удивительно рано. Первые шаги были предприняты Хоми Джеханжиром Бхабха в **марте 1944**, когда он отправляет предложение в трест сэра Дораба Тата (созданный дядей Бхабха - сэром Дорабом Татой) об

учреждении ядерного исследовательского института, за три года до обретения независимости и за год до первого испытания ядерного оружия.

19 декабря 1945 - организация Института фундаментальных исследований им. Тата (директор Бхабха).

15 апреля 1948 - менее чем через год после обретения независимости правительство Индии принимает Акт по атомной энергии, ведущий к образованию Комиссии по атомной энергии (ИКАЭ). Премьер-министр Джавахарлал Неру заявил: «Мы должны использовать эту атомную энергию не для войны - я уверен, мы должны применять ее только в мирных целях. ... Конечно, если мы как нация будем вынуждены применить ее для другого, вероятно не ханжеские мнения кого-либо из нас остановят государство от использования этого пути». Эта двойственность в речи Неру предзнаменовала его политику в ядерных исследованиях на следующее десятилетие. Неру завоевал заметную роль в международной политике, основывая Движение неприсоединения и поддерживая ядерное разоружение. Однако, он отказался закрыть для Индии возможность создать ядерное оружие пока остальные страны сохраняли ядерные арсеналы и одобрял программы направленные на поддержку индийского военного потенциала.

3 января 1954 Комиссия по атомной энергии решает организовать Институт по изучению атомной энергии, Тромбэй, позднее ставший "индийским Лос-Аламосом". (сейчас - Атомный Исследовательский центр им. Х.Дж.Бхабха). Директор Джеханджир Бхабха, основатель всей индийской ядерной отрасли и первый секретарь Комиссии по атомной энергии Индии.

3 августа 1954 создано министерство атомной энергетики, во главе с Бхабха. Это министерство напрямую подчиняется премьер-министру и существует и по сей день.

Программа развивалась быстро. Атомный бюджет увеличился двенадцатикратно с 1954 по 1956 года. К 1958 министерство расходовало одну треть индийского научно-исследовательского бюджета. К 1959 году в Институте по изучению атомной энергии работало около тысячи ученых и инженеров.

1955 - сооружение с британской помощью первого индийского реактора, 1-мегаватного исследовательского реактора "Апсара".

Сентябрь 1955 Канада соглашается поставить Индии мощный 40-мегаваттный исследовательский реактор. Согласно программе администрации Эйзенхауэра «Мирный атом» США согласились поставить 21 тонну тяжелой воды для него в феврале 1956, таким образом сложилось название реактора «Cirus» - Canada-India Reactor, U.S. Приобретение Cirus'a было переломным моментом на пути к индийской атомной бомбе. Хотя продажа состоялась с условием, что реактор может быть использован только для мирных целей, она прошла ранее установления международной политики в отношении регулирования передачи таких технологий и без условия инспекций. Индия позаботилась, чтобы никто не мог регулировать работу реактора. Индия отказалась от канадского топлива и развернула программу производства природного уранового топлива для Cirus с тем, чтобы полностью контролировать выработку плутония на нем. Реактор имел конструкцию, идеальную для производства оружейного плутония и обладал удивительно большими исследовательскими возможностями, на нем можно было производить достаточно плутония для одной-двух бомб в год. Приобретение Cirus было особенно нужно Индии для обеспечения возможности создания оружия; на нем был выработан плутоний для первого индийского ядерного испытания в 1974; он стал прототипом для более мощного индийского реактора «Дхрава» для получения плутония; и на канадском реакторе выработано около половины плутония, который, как считается, есть в распоряжении Индии. Эта продажа в дальнейшем создала прецедент на передачу подобных технологий, который вскоре помог Израилю в получении от Франции своего реактора для наработки плутония.

20 января 1957 премьер-министром Неру формально открывает Институт по изучению атомной энергии, Тромбэй. Институт обретает свое современное название - Атомный исследовательский центр им. Бхабха 12 января 1967, когда Индира Ганди переименовала его в память погибшего в авиакатастрофе 24 января 1966 Х.Д.Бхабха.

4 августа 1957 реактор «Апсара», заправленный обогащенным ураном из Великобритании, переходит в критическое состояние, став первым действующим реактором в Азии, за исключением реакторов Советского Союза (хотя и всего на несколько дней ранее первого японского реактора).

10 июля 1960 реактор «Cirus» достигает критичности.

Вследствие изобилия **тория** (возможного топлива для бридерных реакторов), но ограниченных запасов урана, с самого начала своей ядерной программы Индия всегда делала особый акцент на разработку топливных циклов для бридерных реакторов. Такие реакторы требуют для своей работы высокообогащенное ядерное топливо: как то высокообогащенный уран или плутоний. Это дает мирное оправдание для разработок мощностей по отделению плутония, но главной движущей силой создания первых индийских перерабатывающих предприятий была возможность обретения ядерного оружия.

Июль 1958 премьер-министр Неру одобряет проект «Феникс» по строительству завода с мощностью 20 тонн ядерного топлива в год - в соответствии с производственной мощностью Cirus'a. Предприятие основывалось на созданной в США технологии Purex, проект был подготовлен американской фирмой Vitro International.

27 марта 1961 начало строительства плутониевого завода в Тромбе (введён в строй в середине 1964).

В этот же период создавалась и индийская мирная атомная программа. Переговоры с американскими фирмами по созданию в Индии первой АЭС в Тарапуре велись в 1960-61. К началу 1970-х годов Индия уже имела атомную промышленность, исследовательские реакторы и вела разработку атомного взрывного устройства.

1964 – пуск первого радиохимического предприятия в Атомном исследовательском центре Бхабха (BARC – Bhabha Atomic Research Centre) в Тромбее. Оно перерабатывает топливо, поступающее с исследовательских реакторов «Сайрус» и «Дхрува». В 1973 предприятие в Бхабха из-за интенсивной коррозии было выведено из эксплуатации; в 1982 г. оно вновь вступило в строй. На BARC выделено 400 кг плутония. Этот плутоний использовался для создания атомного оружия.

1969 – начало коммерческой эксплуатации АЭС TAPS (Tarapur Atomic Power Station), на территории ядерного комплекса в Тарапуре, штат Махараштра. Ее первые два энергоблока, TAPS-1 и TAPS-2, спроектированы для работы с максимальной мощностью в 210 МВт каждый, но в данный момент работают на уровне 160 МВт. TAPS-1 и TAPS-2 – это реакторы типа BWR (то есть Boiling Water Reactor – водяной реактор кипящего типа). В таких реакторах в качестве теплоносителя и замедлителя нейтронов применяется обычная вода, которая, проходя через активную зону реактора и отбирая тепло с тепловыделяющих элементов (так называемых ТВЭЛов), вскипает. В отличие от реакторов на тяжелой воде, реакторы BWR не могут использовать в качестве топлива природный уран, не обогащенный хотя бы до нескольких процентов по изотопу уран-235. **2000** - начало закладки бетона в фундамент двух новых энергоблоков АЭС: TAPS-3 и TAPS-4. Строящиеся реакторы будут типа PHWR (Pressurized Heavy Water Reactor – реактор на тяжелой воде под давлением). Это значит, что в качестве топлива они будут использовать необогащенный уран, а в качестве теплоносителя и замедлителя – тяжелую воду. Номинальная мощность каждого энергоблока – 500 МВт. Оба строящихся реактора будут помещены в сейсмически устойчивые здания. Из соображений безопасности каждый реактор также будет заключен в два контейнента. Энергоблоки TAPS-3,4 станут самыми мощными в Индии из числа самостоятельно построенных. На АЭС Тарапур не только производится электроэнергия, но и перерабатывается ОЯТ, иммобилизируются сопутствующие отходы, а также производится МОКС-топливо.

7 сентября 1972 Во время посещения Атомного исследовательского центра премьер-министр Индира Ганди даёт устное распоряжение ученым разработать ядерное устройство и подготовить его к испытанию. Вслед за этим разрешением начались реальные работы по воплощению проекта. Так же начались поиски, геологические изыскания для подготовки подходящего испытательного полигона. Руководителем команды разработчиков этого устройства (формально называемого «Мирный ядерный заряд», но гораздо чаще «Улыбающийся Будда») был Раджа Раманна, директор АИЦ. Раманна работал совместно с Басанти Дулал Наг Чаудхури, директором Организации по оборонным исследованиям (ООИ) и научным советником министра обороны для координации работ по созданию имплозионной системы бомбы. П. К. Янгар, как второй человек в команде Раманны, играл ведущую роль в управлении разработками; Р. Чидамбарам возглавил усилия по проектированию ядерной части. Нагапаттинам Самбасива Венкатесан возглавлял Баллистическую исследовательскую лабораторию, которая разрабатывала и производила имплозионную систему. В соответствии с большой степенью секретности, распространявшейся на усилия по разработке и испытанию первого индийского ядерного устройства, в

проекте участвовало не более чем 75 ученых и инженеров, работавших в период с 1967 по 1974. Конечно, это без учета тысяч людей, необходимых для постройки и обслуживания инфраструктуры АИЦ и производства плутония. Кроме тех, кто был реально задействован в проекте, только три человека в Индии знали о нем - премьер-министр Индира Ганди, ее доверенный советник П. Н. Хаксар и секретарь Д. П. Дхар. Никто из министров правительства, включая министра обороны, не был проинформирован.

1973 предприятие в Бхабха из-за интенсивной коррозии выведено из эксплуатации; в дальнейшем на нем сменено оборудование и в 1982 оно вновь вступило в строй. Всего на предприятии BARC выделено 400 кг плутония. Имплозионная система ядерного заряда предназначена для сжатия плутониевого ядра в два раза по отношению к его нормальной плотности. Взрывные линзы, формирующие сходящийся фронт ударной волны, были разработаны по системе быстрого/медленного по скорости детонации ВВ, впервые примененной американцами во время второй мировой. Как и изделие «Gadget» («Толстяк») в испытании Тринити (США) в 1945, они использовали смесь гексоген/тротил как "быстрое" ВВ и баратол (нитрат бария и ТНТ) как "медленное". В устройстве используются 12 линз, которые описываются Ченгаппой так: «способ размещения взрывчатки вокруг плутониевой сферы напоминал лепестки лотоса». Это свидетельствует, что каждая полусфера имплозионной системы состоит из 6 продолговатых сегментов-линз, соединенных вместе на вершине, так что они образовывали треугольный зубья по экватору, где соединялись с противоположной полусферой. Эта конструкция более простая, нежели 32-х линзовая система «футбольного мяча» Gadget'a/«Толстяка». С 1971 по 1973 Венкатесан из Баллистической лаборатории в ходе разработок подорвал более 500 вариантов линз. Детонаторы для этого устройства были искровыми с азидом свинца. Они способны обеспечить быстрое срабатывание, необходимое для имплозионной системы и менее сложны созданных Альваресом во время Манхеттского проекта шунтовых проводников взрывааемых импульсами тока. Искровые детонаторы - самый небезопасный тип детонаторов, так как статический разряд или всплеск напряжения от грозового разряда может взорвать их. Эти детонаторы применялись только в испытании 1974 и позднее заменились на более безопасные. Высокоскоростные газонаполненные электрические выключатели для запуска заряда разработаны лазерным отделением АИЦ.

Получение плутония для ядра представляло собой проблему. В 1970 в плутониевом производстве "Феникс" обнаружился утечки и оно было закрыто. Небольшое количество плутония для изготовления ядра накапливалось на "Пурниме". После восьми месяцев работы, Раманна в январе 1973 распорядился отключить "Пурнима", так как часть его топлива могла использоваться для производства ядерного устройства. Тип спроектированного монолитного ядра требовал 6 кг плутония, "Пурнима" содержал 18 кг. Таким образом, в 1974 индийские запасы плутония позволяли создать не более трех бомб.

Вместо производства ядра состоящего из двух полусфер, как было сделано во время Манхеттского проекта, Сони и Какодкар спроектировали ядро из шести долей, которые составлялись в сферу. Для обеспечения скользящей посадки, сочленяющиеся поверхности частей ядра сводились с поворотом, так что они могли надежно соединиться вместе. Эта конструкция позволяла работать с меньшими количествами плутония. Рабочее плутониевое ядро было произведено под руководством П.Р.Роя, который так же делал урановые стержни для «Пурнима». Работа над нейтронным инициатором началась в середине 1972. Глава группы, В.К.Ия, быстро осознал сложности в разработке. Принципиальная трудность состояла в освоении техник производства и обработки больших количеств полония (так же как и в Манхеттском проекте). Инициатор получил название Цветок; Ченгаппа поясняет: «вполне вероятно, что индийская команда разместила полоний на платиновой сетке в форме лотоса для получения наибольшей площади поверхности». Ченгаппа утверждает, что покрытая полонием сетка была заключена в танталовую сферу, которая размещалась внутри урановой оболочки с бериллиевыми гранулами внутри. Система была спроектирована так, что имплозионная ударная волна втолкнет кусочки бериллия через тантал для того, чтобы смешать их с полонием. Вталкивание бериллиевых «зарядов» осуществляется по клиновидным щелям (как в первом американском нейтронном инициаторе - Урчин'е). Полоний используется, как источник альфа-частиц. Бериллий, смешиваясь с полонием, начинает поглощать альфа-частицы и, в свою очередь, испускать нейтроны. Поэтому

в данном типе нейтронного инициатора особенно важно обеспечить очень хорошее и быстрое перемешивание бериллия и полония.

Февраль 1974 - успешные огневые испытания полусферических сборок имплозионных линз.

Февраль 1974 начало бурения двух шахт под испытание ядерного заряда.

18 мая 1974 в 8:05 утра – взрыв плутониевого «ядерного заряда мирного назначения» (на самом деле – прототипа атомной бомбы), более известного как «Улыбающийся Будда», на полигоне Похран, пустыня Тар (штат Раджастан). Мощность – около 8 кт тола. Несмотря на это испытание, до мая 1998 Индия относилась к неядерным государствам, отказываясь присоединиться к Договору о нераспространении ядерного оружия, мотивируя это тем, что договоры ущемляют права неядерных государств.

1974 – начало коммерческого использования тяжеловодного энергетического реактора Раджастан-1 (RAPS-1). Номинальная мощность 220 МВт, построен канадскими компаниями.

1975 – завершение строительства второго радиохимического предприятия - Объекта по переработке топлива энергетических реакторов (REFRE – Power Reactor Fuel Reprocessing facility) в Тарапуре. 1982 – начало переработки на нет отработанного топлива. Завод предназначен для переработки топлива из натурального и низкообогащенного урана (в первую очередь - реакторов CANDU) поступающего с АЭС в Мадрасе, Раджастане и Тарапуре). Проектная мощность – 150 т по тяжелому металлу в год. Однако его реальный уровень производства ограничен по техническим и организационным соображениям.

1981 – завершение строительства WIP (Waste Immobilization Plant) – завода по иммобилизации отходов. Начало работы - 1985. На нем производится остекловывание высокоактивных отходов в боросиликатные блоки, при помощи так называемого процесса витрификации, с производительностью около 25 л жидких отходов в час, или 125 кг остеклованных отходов в день.

1982 пуск второго радиохимического предприятия в Тарапуре, предназначенного для переработки топлива энергетических реакторов (REFRE - Power Reactor Fuel Reprocessing facility). Оно предназначалось для переработки топлива реакторов CANDU. Проектная мощность этого предприятия - 100 т топлива в год. Однако его реальный уровень производства был ограничен по техническим и организационным соображениям. В настоящее время в Тарапуре перерабатывается топливо, поступающее только с двух АЭС - Раджастанской и Мадрасской. К концу 1995 в Тарапуре переработано 310 т отработанного топлива с АЭС, что позволило выделить не 900 кг плутония.

18 октября 1985 испытательный реактор быстрого размножения (FBTR) мощностью 40 мегаватт достиг критической массы. Индия стала шестой по счету страной мира после США, Великобритании, СССР, Франции и Японии, построившей и введшей в эксплуатацию бридер. FBTR работает на разработанном отечественным способом топливе (обогащенном плутонием).

1990 – завершение строительства SSSF (Solid Storage Surveillance Facility) – хранилища иммобилизованных отходов с завода WIP с воздушным охлаждением естественной циркуляцией. Предполагается, что его емкости хватит для размещения в течение 20 лет витрифицированных отходов с АЭС в Тарапуре и Тромбее. В настоящее время в Тарапуре перерабатывается топливо, поступающее только с двух АЭС – Раджастанской и Мадрасской. К концу 1995 г. в Тарапуре переработано 310 т отработанного топлива с АЭС в Мадрасе и Раджастане, что позволило выделить 400 кг плутония.

1994 - первая загрузка индийской кассеты с МОКС-топливом в реактор в Тарапуре. С тех пор доля таких кассет повышается.

1995 - произошла серьезная утечка радиоактивности на заводе по ликвидации отходов, связанном с объектом в Тарапуре.

Март 1996 – пуск радиохимического предприятия в Калпаккаме (KARP – Kalpakkam Reprocessing Plant) недалеко от Мадраса в Центре атомных исследований им. Индиры Ганди. Предприятие перерабатывает топливо с Мадрасской АЭС и имеет проектную мощность в 100 т топлива реакторов CANDU в год (350 кг плутония ежегодно). AFFF – Advanced Fuel Fabrication Facility – завод по производству МОКС-топлива, разработан и поддерживается с участием Центра ядерных исследований им. Хоми Бабы. На этом предприятии, в частности, были изготовлены кассеты с МОКС-топливом, загруженные в TAPS-1 и 2. Плутоний, использованный в этих кассетах, был получен с завода REFRE.

11 и 13 мая 1998 – три подземных ядерных взрыва (ядерные и термоядерные заряды) с общим энерговыделением около 60 кт тола в одном ядерном испытании. Испытание состоялось в

буддистский фестивальный день Будда Пурнима, как и первое индийское ядерное испытание 1974 года. В понедельник, 11 мая 1998 Индия объявила себя полноценной ядерной державой. Это соответствовало детонации термоядерного устройства, одного из трех ядерных зарядов килотонного класса, подорванных одновременно под землей в пустыне Тхар штата Раджастан, вблизи Индо-Пакистанской границы. Премьер-министр Атала Бихари Ваджпайи сказал: "Я хочу заявить: сегодня в 15:45 Индия произвела три подземных ядерных испытания на полигоне Покхран (в штате Раджастан). Ни один из трех тестов не привел в результате к выбросам в атмосферу. Он продолжил, сказав, что испытанными устройствами были: термоядерное изделие, бомба деления и маломощный заряд. Всего два дня спустя, 13 мая Индия взорвала под землей еще два субкилотонных ядерных устройства. Серия испытаний получила название операция Шакти-98 (Могущество-98). В последнее время обобщенно на все пять взрывов серии испытаний ссылаются как на Покхран II, а на взрыв 1974 - Покхран I. Самый большой испытанный заряд, Shakti I, был двухступенчатым термоядерным устройством, использовавшим триггер с усилением, для которого Чидамбарам объявил мощность в 43 ± 3 кт. Shakti II, следующий по мощности, представлял собой легкий заряд деления с мощностью в 12 кт. Shakti III - третий испытанный заряд в серии 11 мая был 0.3-килотонный заряд деления, использовавший плутоний неоружейного качества. Оба устройства из второй серии, с зарядами 0.5 и 0.3 кт, были экспериментальными изделиями, взорванными для получения дополнительных данных для улучшенного компьютерного моделирования проектов оружия. Есть определенные сомнения по поводу соответствия заявленных величин взрывов - в особенности это касается термоядерного устройства. Его мощность можно оценить в 22-25 кт.

Вполне возможно, что Индия сейчас способна развернуть полноценное оружие с усиленным синтезом используя реакторный, неоружейного качества плутоний, получаемый на атомных электростанциях или плутоний промежуточного качества. В первом случае все значительные индийские запасы плутония можно использовать для производства оружия, во втором - запас плутония оружейного качества может быть смешан с реакторным. Цель второй серии испытаний - получение дополнительной информации - совпадает с целями испытаний других ядерных держав. Использование одновременной детонации нескольких ядерных устройств - одна из обычных практик. Различная мощность (и размер) зарядов соответствует трем путям возможного использования ядерных бомб. Малый заряд обладал размером, позволявшим использовать его в артиллерийском снаряде или в малой авиабомбе. Средний по размеру являлся обычным зарядом деления с тротиловым эквивалентом 12 кт, который мог бы быть сброшен с фронтового бомбардировщика. Самым же большим по размеру было полноценное термоядерное устройство. Оно содержало только символическое количество термоядерного горючего.

Народная реакция на испытания в самой Индии была крайне положительной. Их одобряло около 90% населения. Ядерные испытания Индии (как чуть позже и Пакистана) получили в мире широкую негативную оценку. США постарались повлиять на своих союзников с целью оказания как можно большего давления как на Индию, так и на Пакистан. Австралия пересмотрела свое сотрудничество в военной области с Пакистаном и Индией. Япония прекратила предоставление кредитов Индии, Бразилия заявила о выходе из бразильско-индийском проекта в области атомной энергетики. Однако санкции против Индии ввели не все государства. Осудили, но не прекратили сотрудничество с Индией такие страны как Франция, Германия, Россия. Исламские страны отказались осудить испытания Пакистана. Оказалось практически невозможно предпринять какие-либо действенные шаги, чтобы заставить два новых ядерных государства отказаться от своих ядерных программ, тем более что оба они не являются участниками Договора о нераспространении, и одно из них - Индия - держава с миллиардным населением, а второе - Пакистан - поддерживается мусульманским миром.

Не существует официальных данных по поводу количеств находящихся на хранении зарядов. Типы индийских ядерных зарядов можно определить исходя из испытаний 1998: плутониевая бомба деления мощностью 12 кт; бомба деления с усилением, 15-20 кт, оружейный плутоний; бомба с усилением, реакторный плутоний; небольшие плутониевые заряды 0.1-1 кт; термоядерный заряд 200-300 кт. К концу 1999 Индия располагала 240-395 килограммами оружейного плутония, что достаточно для производства 45-95 зарядов. Производство оружейного

плутония еще выше, но в год расходуется 130 кг плутония на заправку двух плутониевых реакторов. Запасы неоружейного (реакторного) плутония - 4100 кг находятся под контролем МАГАТЭ и еще 4200 кг официально несуществующего плутония. Этого "неофициального" плутония достаточно для изготовления около 1000 ядерных зарядов.

Фундаментальной задачей ядерных сил является сдерживание ядерной угрозы Индии и ее силам со стороны любого государства. Индия не будет инициатором первого ядерного удара, но она обеспечит все необходимое для ответного удара. Одной из основных компонент реализации ядерной доктрины Индии является развитие ее ракетных вооружений. Индийская программа разработки собственных ракетносителей была начата в 70-е годы проектом «SLV» и вступила в практическую стадию в июле 1980 года, когда ракетой «SLV-3» на эллиптическую орбиту был выведен искусственный спутник Земли "Рохини" весом в 40 кг. Индия имеет баллистические ракеты малой и средней дальности, способные нести ядерный заряд. Это "Пришви" (дальность полета 250 км, груз 500 кг) и "Агни-II" (2500 км и 1000 кг). Ракеты "Пришви" (SS-250) были приняты на вооружение в 1997. Индия создает межконтинентальную баллистическую ракету "Сурья".

В течение долгого времени Индия проводила политику по созданию замкнутого топливного цикла путем переработки плутония в быстрых реакторах. Это делалось в рамках программы по разработке энергетических реакторов типа CANDU, использующих в качестве топлива природный уран. Долгосрочной целью индийской программы является производство электроэнергии на АЭС путем использования больших запасов тория-232.

В настоящее время в Индии имеется три радиохимических предприятия. Они находятся в ведении Управления атомной энергии (DAE - Department of Atomic Energy) и имеют общую проектную мощность около 230 т. Ни одно из этих предприятий не находится под гарантиями МАГАТЭ.

Руководство ядерной программой осуществляет Комиссия по атомной энергии Индии под председательством Р.Чидамбарам. Исполнительным органом Комиссии является департамент ядерной энергии. В стране действуют десять реакторов на атомных электростанциях (АЭС) в г.г. Калпаккам (Тамилнаду), Нарора (Уттар-Прадеш), Ранапратасгар (Раджастан), Кафалар (Гуджарат) и Тарапур (Махараштра), а также два исследовательских реактора в Бомбейском центре ядерных исследований (BARC). Две АЭС (в г.г. Тарапур и Ранапратасгар) поставлены под гарантии МАГАТЭ. Индия является членом Агентства, но международные инспекторы допущены не на все ядерные объекты.

На февраль 2001 Индия имела 14 небольших энергетических реакторов в коммерческой эксплуатации, два больших реактора находились в стадии создания и еще 10 планировались. 14 реакторов включали: два 150-МВт американских реактора на кипящей воде, запущенных в 1969, сейчас использующие уран местного обогащения; два небольших канадских реактора на тяжелой воде (1972 и 1980); десять реакторов местного производства, основанных на канадских проектах, два на 150 МВт, и восемь на 200 МВт.

Индия сформулировала трехэтапную программу производства ядерной энергии. Первый этап ее, в который входит строительство реакторов тяжелой воды высокого давления (PHWR) и ассоциированных систем циркуляции топлива, уже нашел применение в индустрии. На втором этапе предусматривается строительство реакторов размножения. В него входит создание установок по переработке и установок по производству топлива, базирующихся на плутонии. Бридеры необходимы для умножения запасов расщепляющегося вещества. А умножение этих запасов необходимо для создания более мощной базы для применения тория на третьем этапе программы. Третий этап будет основан на топливной системе с использованием тория/урана-233. В целях ускорения перехода к этой системе создается передовой реактор на тяжелой воде работающий на тории с ассоциированными системами циркуляции топлива.

Сейчас в Калпаккаме строится большой комбинат, способный обслужить все действующие ядерные реакторы. Имея очень большие запасы тория, Индия заинтересована в разработке

ториевого-уран-233 топливного цикла. Индия может производить ^{233}U в килограммовых количествах путем облучения тория в своих реакторах. Крупномасштабное производство ^{233}U нецелесообразно на реакторах на природном уране. Ториевый топливный цикл требует более высоко обогащенного топлива для получения приемлемого коэффициента воспроизводства при присутствии неделяющейся ториевой оболочки. Реакторный плутоний с АЭС может послужить начальным топливом для электростанций на ^{233}U в будущем. Кроме того, ^{233}U такой же эффективный оружейный материал, как и плутоний.

Индия разрабатывает собственные технологии выделения тяжелой воды для снабжения своих будущих реакторов. В настоящий момент почти все существующие реакторы работают на импортированной тяжелой воде. Около 110 тонн воды для реактора "Дхрва" и Мадрасской АЭС поставил Китай. Технология обогащения урана на центрифугах была освоена Индией в 1980-х гг., когда были построены производства в Тромбее и Майсуре. (Фабрика редких металлов, как её называют, имеет каскад, способный производить 30% уран в килограммовых количествах). Эти заводы сейчас обеспечивают альтернативную возможность для производства оружия и паритет с Пакистаном. Индия разрабатывает реактор на обогащенном уране и ядерную подводную лодку.

Строятся исследовательские реакторы для производства радиоизотопов и осуществляются программы по применению изотопов и технологии радиации в медицине, сельском хозяйстве и промышленности.

Для того, чтобы дать старт программе по производству ядерной энергии, в 60-ые годы было принято решение построить в Тарапуре возле Бомбея реакторы кипящей воды. Эти реакторы все еще находятся в эксплуатации. Первые два реактора мощностью 220 мегаватт электроэнергии были построены в Раватбхате возле Коты в Раджастане в сотрудничестве с Канадой. Затем были построены два агрегата в Калпаккаме возле Мадраса без помощи извне. Строительство реакторов в Нароре, каждый мощностью 220 мегаватт электроэнергии, позволило индийским инженерам разработать собственный отечественный дизайн, основанный на их опыте оперирования и других требованиях, таких как, строгие нормы безопасности и сейсмический дизайн. В Какрапаре оперируют два реактора по 220 МВ. Еще четыре реактора высокого давления, работающие на тяжелой воде, по 220 мегаватт каждый находятся на стадии строительства, приближающейся к завершению: два в Кайге и два в Раватбхате. Следующим шагом является проектирование реакторов тяжелой воды мощностью 500 МВ электроэнергии, и на основе этого проекта в Тарапуре уже строятся два таких реактора.

На исследовательских реакторах Центра ядерных исследований имени Бхабхи производятся радиоизотопы. Они удовлетворяют потребности во всех видах радиоизотопов, за исключением кобальта-60, производимого в энергореакторах. BARC производит изотопы для целей здравоохранения, промышленности и исследований. Более половины всех изотопов, произведенных в Индии, применяется для целей медицинской диагностики и терапии или же в качестве источников радиации. Изотопы, применяемые в гидрологии и промышленных программах, помогают в управлении водными ресурсами страны. Их сферы применения самые разнообразные: от оценки перезарядки грунтовых вод до выявления просачивания в плотинах и каналах. Очень важной областью применения ядерной энергии является улучшение качеств урожайных культур с помощью ионизированной радиации. Непрерывные усилия прилагаются к генетическому улучшению сортов. BARC вывел 21 сорт улучшенных урожайных культур. Обширные исследования, проводимые на протяжении более трех десятилетий убедительно продемонстрировали преимущества стерилизации продуктов питания иррадиацией. Неразрушительные технологии, такие, как промышленная радиография, ультразвуковое тестирование магнетизированными частицами и вихревыми токами, индустриальная томография, методы акустической эмиссии, сейчас находят широкое применение в стране.

Ускорители являются важными инструментами исследований и используются для производства изотопов. Они находят применение в обработке промышленных материалов, в медицине и переработке пищи. В будущем они будут подкреплять усилия в области переработки

ядерного топлива, особенно в производстве ядерной энергии, топливном размножении и управлении ядерными отходами. АЭС Индии уже поставлено 120 миллиардов единиц электроэнергии. Ядерная индустрия вносит вклад в здравоохранение, помогая лечить сотни тысяч больных, и предоставляет стерилизованные медицинские товары, которые так удобны для использования, особенно на селе. Она вносит свою лепту в обеспечение достаточного продовольствия, поскольку с ее помощью увеличивается его производство и улучшается хранение.

В предстоящие годы ожидается значительное расширение технологической базы. Индия планирует иметь к 2020 20000 МВт установленных мощностей. Это будет подкреплено таким же увеличением мощностей в горном деле, производстве топлива, его переработке и захоронении отходов.

Председатель Комиссии по атомной энергии Индии Анил Какодкар заявил, что в дополнение к 14 действующим энергоблокам общей установленной мощностью 2720 МВт, ведется строительство восьми реакторов на четырех АЭС. Продолжаются работы на АЭС «Куданкулам», где по российскому проекту будут сооружены два блока с реакторами ВВЭР-1000. Всего на момент завершения 11-го пятилетнего плана (2007-2012) в стране будут действовать 29 блоков АЭС общей установленной мощностью 9935 МВт.

3. ПАКИСТАН

Начало реализации ядерной программы Пакистана относится к 1972 году, когда президент З.А.Бхутто подписал приказ о создании Министерства науки и технологии и расширении деятельности Комиссии по атомной энергии (КАЭ). На начальном этапе в КАЭ работало менее 300 ученых и инженеров, к концу 90-х годов в ядерной программе Пакистана участвовало уже от 7 до 10 тысяч человек.

Реализация ядерной программы Пакистана опирается на развитую инфраструктуру, в которую входят:

- предприятия по добыче урановой руды и производству уранового концентрата;
- производство гексафторида урана;
- производство обогащенного урана;
- производство ядерного топлива;
- ядерные энергетические реакторы;
- ядерные исследовательские реакторы;
- производство тяжелой воды;
- производство по переработке ОЯТ;
- научно-исследовательские ядерные центры.

Большинство предприятий атомного цикла построены с помощью западноевропейских, канадских, американских или китайских фирм и не находятся под гарантиями МАГАТЭ. Завод в Кахуте (1982) имеет производительность более 45 кг в год урана высокой степени обогащения. По различным оценкам к 1998 Пакистан имел до 700 кг оружейного урана. Ядерные энергетические реакторы строились с помощью США и Канады, которые поставили в Пакистан ядерное топливо и тяжелую воду (на АЭС "Канупп" распространяются гарантии МАГАТЭ).

На начальном этапе разработка ядерных боеприпасов осуществлялась на уровне проектирования, изготовления и отладки неядерных компонент взрывного устройства и проведения соответствующих НИОКР. В 1999 году руководитель исследовательского комплекса А.К. Хан заявил, что уже в 1984 году Пакистан осуществил успешные "холодные" испытания ядерного взрывного устройства. По заявлению бывшего начальника штаба сухопутных войск генерала Аслама Бега, специалисты KRL в 1986 году завершили проектирование, конструирование и разработку систем обеспечения и создали прототип ядерного взрывного устройства. В 1989 году началось серийное производство ядерных боеприпасов.

По мнению западных экспертов, Пакистан, начиная с середины 80-х годов, осуществлял разработку ядерных боеприпасов на основе оружейного урана. По их мнению, в это время

Пакистану было очень трудно наработать необходимое количество плутония, поскольку мощность исследовательских реакторов была незначительной, и на них, как и на реактор "Канупп", распространялись гарантии МАГАТЭ. В то же время, в 1999 году А.К. Хан заявил, что Пакистану удалось параллельно разработать технологию создания ядерных боеприпасов как на основе оружейного урана, так и на основе оружейного плутония. Рассматриваются две основные возможности скрытого получения плутония Пакистаном. В первом сценарии Пакистан мог получить некоторое количество плутония или ОЯТ из Китая. Во втором сценарии рассматривается возможность скрытого помещения специальных ТВС для наработки плутония в реактор "Канупп", избегая контроля МАГАТЭ.

Ежегодная наработка энергетического плутония в ОЯТ реактора "Канупп" может быть оценена в 55 кг. Если предположить, что наработка плутония в скрытых ТВС была около 1-2% от этой величины, и скрытая наработка плутония производилась в течение 10-20 лет, то общий объем наработанного таким образом плутония не превышал 5,5-22 кг. Что касается возможности приобретения ОЯТ на мировом "черном" рынке, то отметим, что одна тонна ОЯТ наиболее распространенных легководных реакторов содержит около 10 кг энергетического плутония. Приобретение ОЯТ, содержащее плутоний оружейного качества, представляется несравненно более сложной задачей.

28.05.98 - первое ядерное испытание Пакистана со взрывом от 2 до 5 ядерных зарядов и общим энерговыделением около 40-50 кт. Испытание проводилось на полигоне Чагай в провинции Белуджистан.

30 мая 1998 года Пакистан произвел там же испытание еще одного взрывного устройства с энерговыделением от 15 до 18 кт.

30 мая 1998 - второе ядерное испытание Пакистана с энерговыделением около 20 кт.

Свою ракетную программу Пакистан реализует с начала 80-х гг. на основе как иностранных, так и собственных разработок. При этом руководители страны исходят из необходимости создания "минимального потенциала сдерживания" в количестве 40-50 боеголовок. Речь идет о том, чтобы за два года пройти путь от ядерного устройства, взорванного в мае 1998 г., до компактных боезарядов, предназначенных для доставки к цели с помощью ракет, самолетов и других транспортных средств.

14 апреля 1999 года Пакистан осуществил испытание жидкотопливной мобильной ракеты средней дальности "Гхаури-2". Эта ракета способна нести ядерный боеприпас на расстояние около 1100 км. По некоторым данным, дальность "Гхаури-2" может быть увеличена до 2300 км.

По некоторым данным, Пакистан разрабатывает баллистическую ракету "Шахин-2", способную доставить полезную нагрузку массой до 1000 кг на расстояние 2000 км. Ракета "Шахин-2" может использоваться как с обычным, так и с ядерным оснащением. В процессе разработки находится также ракета "Гхазнави" с дальностью 2000 км. Существуют планы разработки баллистической ракеты "Типу" с дальностью 4000 км.

Отмечается, что успехи Пакистана в создании ракет средней дальности в значительной степени базируются на сотрудничестве с другими странами, в первую очередь КНР и КНДР. Не исключается возможность расширения сотрудничества Пакистана с Ираном, которое поможет разрешить сложные финансовые проблемы, стоящие перед Пакистаном.

Ядерные испытания Индии и Пакистана относятся к классу подземных ядерных испытаний.

4. ЮЖНО-АФРИКАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА

1948 - создано Управление по атомной энергии.

Получив научно-техническую помощь от США, Франции, Германии, Израиля в области атомной энергии, Южная Африка в **1974** принимает политическое решение о создании "ограниченного" ядерного арсенала.

1979 - разработан первый ядерный заряд пушечного типа на основе урана (с обогащением 80%). К

1989 арсенал состоял из 6 ядерных зарядов.

Февраль 1990 - президент ЮАР де Клерк объявляет о начале уничтожения ядерных зарядов.
1991 Южная Африка присоединяется к Договору о нераспространении ядерного оружия.

5. ЯПОНИЯ

Научным руководителем Японской ядерной программы был профессор Иосио Нисина, который в юности был учеником Нильса Бора в Копенгагене. По просьбе профессора свыше ста молодых специалистов, занимавшихся ядерной энергией, были откомандированы из армии в его распоряжение. Первые два года они главным образом вели теоретические исследования, изучали методы ускорения реакции распада, а также вели поиски урановой руды.

5 мая 1943 года Нисина направил главнокомандующему военно-воздушных сил доклад, в котором сообщал, что создание атомной бомбы технически возможно. Генерал Ясуда переслал доклад Тодзио, который был тогда уже премьер-министром. Этим было ознаменовано рождение проекта "Ни" ("Ни" по-японски обозначает цифру два, но в данном случае это не номер, а первый иероглиф имени шефа проекта).

18 июля 1944 года правительство Хидеки Тодзио подало в отставку. В тот же день группа проекта "Ни" успешно провела эксперимент по распаду изотопов урана. Оповещенное об удаче военное командование решило оказать проекту самую широкую поддержку. Руководство работами возложили на Восьмой отдел науки и техники министерства вооружений, который насчитывал более пятисот человек.

Воздушные налеты американской авиации на Токио помешали японским ученым продолжить свою работу над созданием ядерного оружия.

6. ЭВОЛЮЦИЯ ЯДЕРНЫХ АРСЕНАЛОВ

По состоянию на 2000 семь государств мира обладают ядерным оружием. К их числу относятся США, Россия, Великобритания, Франция, Китай, Индия и Пакистан. По неофициальным данным, атомным оружием в количестве 100-200 боезарядов располагает Израиль.

Ядерное оружие являлось существенным фактором для СССР и США во взаимном противоборстве после Второй мировой войны с целью установления военно-политической гегемонии и контроля над развитием цивилизации. Идеальный смысл противостояния был выражен в двух концепциях: Pax Americana ("американский мир") и коммунистического преобразования мира. Было создано два военно-политических блока, которые своими сферами влияния охватывали в различное время десятки государств и миллиарды людей. Ядерное оружие являлось олицетворением гигантской военной мощи двух "сверхдержав", и в то же время, именно оно вынуждало СССР и США в процессе противостояния действовать сдержанно и не допускать возможности прямого столкновения. Военный конфликт между сверхдержавами в любых острых политических ситуациях стал практически нереальным.

С другой стороны, антагонизм противостояния сделал неизбежным процесс поисков достижения решающего военного превосходства и противодействия таким усилиям. Для каждой из сторон ядерное оружие являлось материальным гарантом ее безопасности и источником постоянного беспокойства по отношению к возможностям его уничтожения противником.

В этом ключе нужно рассматривать понятие ядерного паритета в эпоху противостояния, предполагавшее примерное количественное и качественное равенство систем ядерных вооружений, удовлетворявших условию возможности нанесения гарантированного ответного удара и тем самым обеспечивавших сдерживание агрессии.

В арсеналах пяти официальных ядерных государств на 2000 год находилось более 30000 ядерных зарядов (ЯЗ). Арсеналы Индии, Израиля и Пакистана не могут быть оценены с приемлемой точностью. За период 1945-2000 произведено более 128000 ЯЗ. При этом максимальные запасы ядерных вооружений приходятся на 1986 год - около 70000 ЯЗ.

Табл.3 Ядерные заряды, произведенные в период 1945-2000

США	70000
------------	--------------

СССР (РФ)	55000
Великобритания	1200
Франция	1260
КНР	600
Полное число	128060

Табл.4 Ядерные арсеналы официальных ядерных государств в 1945-2000

Год	США	СССР (РФ)	Великобритания	Франция	КНР	Полное число
1945	2	0	0	0	0	2
1946	9	0	0	0	0	9
1947	13	0	0	0	0	13
1948	56	0	0	0	0	56
1949	169	1	0	0	0	170
1950	298	5	0	0	0	303
1951	438	25	0	0	0	882
1952	832	50	0	0	0	882
1953	1161	120	1	0	0	1282
1954	1630	150	5	0	0	1785
1955	2280	200	10	0	0	2490
1956	3620	400	15	0	0	4035
1957	5828	650	20	0	0	6498
1958	7402	900	22	0	0	8324
1959	12305	1050	25	0	0	13380
1960	18638	1700	30	0	0	20368
1961	22229	2450	50	0	0	24729
1962	27100	3100	205	0	0	30405
1963	29800	4000	280	0	0	34080
1964	31600	5100	310	4	1	37015
1965	32400	6300	310	32	5	39047
1966	32450	7550	270	36	20	40326
1967	32500	8850	270	36	25	41681
1968	30700	10000	280	36	35	41051
1969	28200	11000	308	36	50	39594
1970	26600	12700	280	36	75	39691
1971	26500	14500	220	45	100	41365
1972	27000	16600	220	70	130	44020
1973	28400	18800	275	116	150	47741
1974	29100	21100	325	145	170	50840
1975	28100	23500	350	188	185	52323
1976	26700	25800	350	212	190	53252
1977	25800	28400	350	228	200	54978
1978	24600	31400	350	235	220	56805
1979	24300	34000	350	235	235	59120
1980	24300	36300	350	250	280	61480
1981	23400	38700	350	274	330	63054
1982	23000	40800	335	274	360	64769
1983	23400	42600	320	279	380	66979
1984	23600	43300	270	280	414	67864
1985	23500	44000	300	359	426	68585
1986*	23400	45000	300	355	423	69478
1987*	23700	44000	300	420	415	68835
1988*	23400	42500	300	411	430	67041
1989*	22500	40000	300	412	433	63645
1990*	21000	38000	300	504	432	60236
1991*	19500	35000	300	538	434	55772
1992*	18200	33500	300	538	434	52972
1993*	16750	32000	300	524	434	50008

1994*	15380	30000	250	512	400	46542
1995*	14000	28000	300	500	400	43200
1996*	12900	26000	300	500	400	40000
1997*	12425	24000	260	450	400	37525
1998*	11425	22000	260	450	400	34535
1999*	10925	20000	185	450	400	31960
2000*	10500	20000	185	450	400	31535

* - для США (с 1988 г.) и СССР (РФ) (с 1986 г.) принято, что 50% ЯЗ находится на боевом дежурстве, а 50% - в резерве или ожидают демонтажа.

Избыточность наработанных ядерных оружейных материалов проявилась после подписания Президентом СССР М.Горбачевым и Президентом США Р.Рейнаноном Договора о ликвидации ракет средней и меньшей дальности 8 декабря 1987 года. Последующие действия России и США в области сокращения ядерных вооружений - подписание Договоров СНВ-1, СНВ-2, подготовка Договора СНВ-3 дают возможность России и США высвободить из ядерных военных программ значительное количество ядерных оружейных материалов и использовать их в энергетических и иных невоенных программах. Прекращение и запрещение производства расщепляющихся материалов является надежным средством нераспространения ядерного оружия.

США наработали около 100 т плутония и 650 т оружейного урана, СССР - около 125 т плутония и 1020-1380 т оружейного урана.

К середине 60-х годов в СССР плутоний для оружейных целей вырабатывался на 13 промышленных ядерных реакторах на трех комбинатах: Челябинск-65, Томск-7, Красноярск-26. С октября 1994 года нарабатываемый плутоний не используется для производства оружия. Два реактора в Томске-7 (ныне г.Северск) и один реактор в Красноярске-26 (ныне г.Железногорск) используются для производства тепла и электричества для нужд населения, и они будут работать до введения замещающих мощностей.

В США производство высокообогащенного урана для ядерного оружия было прекращено в 1964 году, производство плутония - в 1988 году. Максимальное число действующих промышленных реакторов в США равнялось 14. В июле 1992 года президент Буш объявил, что США не будут возобновлять производство плутония и урана для ядерного оружия.

Франция прекратила производство оружейного плутония в 1992 году, а высокообогащенного урана в 1996 году.

18.02.1993 Россия и США подписали соглашение, в соответствии с которым США приобретают за 12 млрд. долларов низкообогащенный уран, полученный при разобогащении 500 т оружейного урана, демонтируемого в процессе сокращения ядерного оружия.

В совместном Заявлении президентов России и США В.В.Путина и У.Дж.Клинтона от 2 сентября 1998 о принципах обогащения и утилизации плутония, заявленного как не являющегося более необходимым для целей обороны, обе стороны принимают на себя обязательства выделения по 50 т оружейного плутония для использования в МОКС - топливе или ликвидации его остекловыванием.

В Заявлении президентов России и США В.В.Путина и У.Дж.Клинтона от 4.07.2000 об обращении с оружейным плутонием, заявленным как не являющимся более необходимым для целей обороны, его утилизации и о сотрудничестве в этой области детально развернуто совместное заявление от 2.09.1998. В частности, утилизации подлежит по 34 т оружейного плутония. В России 34 т плутония предполагается использовать в АЭС, а в США - 25,5 т в качестве топлива для АЭС и 8,5 т будет иммобилизовано.

Из всех «пороговых» стран, имеющих программу по созданию ядерного оружия, разработки ведут Израиль, Индия, Пакистан и Северная Корея. Собственно говоря, Индия и Пакистан, произведя испытания, объявили об этом де-факто. ЮАР и Аргентина присоединились к Договору о нераспространении, Бразилия свернула свою ядерную программу, хотя формально и не подписала Договор. Индия - страна, находящаяся в оппозиции Договору как к дискриминационному по отношению к неядерным странам. Ее, и Пакистана, пример показывает,

что при наличии политической воли, никто не в состоянии заставить суверенное государство отказаться от ядерного оружия. Нет сомнений, что ядерное оружие в этих странах будет продолжать разрабатываться и совершенствоваться, равно как и системы его доставки и боевого управления. Станет ли пример этих стран "заразительным", появится ли атомная бомба, к примеру, на ближнем востоке - покажет время.