

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИГОДНЫХ ДЛЯ ОРУЖИЯ РАСЩЕПЛЯЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ В КИТАЕ

Хуэй Чжан

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривается состояние военной и гражданской ядерных программ Китая, производство расщепляющихся материалов и связанные с этим ядерные предприятия, и точки зрения китайских ядерных экспертов и официальных лиц по поводу угрозы ядерного терроризма. В ней приводятся подробные сведения о практике, позиции и нормативных документах по ядерной безопасности в Китае, и отождествляются проблемные области. В статье приводятся рекомендации по усилению защиты, контроля и систем учета китайских ядерных материалов, и предлагаются возможности для усиления международного сотрудничества.

Автор выражает благодарность тем китайским ядерным экспертам, кто участвовал в интервью. Автор также желает поблагодарить Мэтью Банна и Мартина Малина за полезные обсуждения и Корпорацию Карнеги в Нью-Йорке и Фонд Джона Д. и Кэтрин МакАртур за финансовую поддержку этой работы.

Автор статьи работает в Проекте управления атомом Белферовского центра науки и международных отношений Гарвардской школы управления им. Джона Ф. Кеннеди, Кембридж, штат Массачусетс, США.

Почтовый адрес для корреспонденций: Hui Zhang, Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School of Government, 79 John F. Kennedy Street, Cambridge, MA 02138, USA

Адрес электронной почты: hui_zhang@harvard.edu

Статья получена 19 июля 2013 года и принята к публикации 2 ноября 2013 года.

ЗАПАСЫ РАСЩЕПЛЯЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ И ПРЕДПРИЯТИЯ

Как страна, обладающая ядерным оружием и большим и расширяющимся сектором ядерной энергетики, Китай обладает запасами как военных, так и гражданских ядерных материалов, в частности, высокообогащенного урана (ВОУ) и плутония, и связанных с ними производственных предприятий и хранилищ.

Сведения о китайских запасах расщепляющихся материалов довольно неопределенны. По оценкам, военные запасы Китая составляют 16 ± 4 тонны ВОУ и $1,8 \pm 0,5$ тонны плутония оружейного качества¹.

Китай производил оружейный ВОУ на двух предприятиях: газодиффузионном заводе (GDP) в Ланчжоу, который начал работу в январе 1964 года, и газодиффузионном заводе (GDP) в Хэпине, предприятии «Третьей линии», начавшем работу в 1975 году. Заводы в Ланчжоу и Хэпине прекратили производство ВОУ соответственно в 1979 и 1987 годах².

Китай производил оружейный плутоний на двух ядерных комплексах. В первом Комплексе атомной энергии в Цзюцюане расположен первый китайский реактор для производства плутония, который начал работу в 1966 году, и связанные с ним перерабатывающие предприятия. Второй комплекс производства плутония расположен в Гуаньюане. Его реактор начал работу в 1973 году. Оба реактора прекратили производство плутония в 1984 и 1989 годах соответственно. Все эти военные производственные предприятия были закрыты, конвертированы, или демонтируются³.

Оценивается, что менее половины китайских запасов расщепляющихся материалов содержатся в его ядерных боеголовках. Остальная часть материалов может располагаться на нескольких площадках, в том числе на комплексах производства плутония в Цзюцюане и Гуаньюане, на которых проводится обработка ВОУ и плутония, изготовление компонентов боеголовок, и сборка оружия; Китайской академии инженерной физики, в которой проводятся исследования, разработки и конструирование ядерного оружия, и хранилищах расщепляющихся материалов (смотрите таблицу 1). Использование ВОУ и плутония вне программ ядерного оружия в Китае весьма ограничено. Китайские атомные подводные лодки используют топливо из низко обогащенного урана.

Таблица 1. Китайские институты и ядерные предприятия, связанные с производством расщепляющихся материалов.

Предприятия по разработке и изготовлению ядерного оружия	
Китайская академия инженерной физики (САЕФ), Мянъян, Сычуань.	Исследования, разработка и конструирование ядерного оружия.
Комплекс атомной энергии в Цзюцзюане, Юймынь, Ганьсу (завод 404)	Бывшее предприятие по производству плутония. Проводит обработку ВОУ и плутония, производит компоненты боеголовок и сборку оружия.
Гуаньюаньский комплекс производства плутония, Гуаньюань, Сычуань (завод 821)	Бывшее предприятие по производству плутония. Не ясно, проводится ли на нем обработка плутония и производство боеголовок.
Реакторы для производства плутония	
Реактор в Цзюцзюане на заводе 404	Работал в 1964–1984 годах.
Реактор в Гуаньюане на заводе 821	Работал в 1973–1989 годах; демонтируется.
Перерабатывающие заводы	
Промежуточный перерабатывающий завод в Цзюцзюане (малый) на заводе 404.	Работал в 1968–начале 1970-х годов.
Военный перерабатывающий завод в Цзюцзюане на заводе 404.	Работал в 1970–1984 годах.
Перерабатывающий завод в Гуаньюане на заводе 821.	Работал в 1976–1991 годах.
Экспериментальный перерабатывающий завод в Гуаньюане на заводе 821.	Гражданский; работает с декабря 2010 года.
Обогатительные заводы	
Газодиффузионный завод в Ланчжоу (завод 504), Ланчжоу, Ганьсу.	Бывшее военное предприятие; выключено; начал работу в 1964 году и прекратил производство ВОУ в 1979 году.
Газодиффузионный завод в Хэпине (завод 814), Хэпин, Сычуань.	Бывшее военное предприятие; выключено; начал работу в 1975 году и прекратил производство ВОУ в 1987 году. Производит низко обогащенный уран для военно-морских реакторов?
Центрифужный завод в Ланчжоу (завод 504), Ланчжоу, Ганьсу.	Работает с 2001 года. Производит низко обогащенный уран для гражданского использования.
Центрифужный завод в Ханьжуне, Ханьжун, Шэньси.	Работает с 2001 года. Производит низко обогащенный уран для гражданского использования. Находится под гарантиями МАГАТЭ.

Военные запасы

По оценкам, полный китайский арсенал состоит из приблизительно 170 ядерных боеголовок, включающих около 110 оперативно развернутых ядерных ракет, и 60 боеголовок для баллистических ракет на подводных лодках и бомбардировщиков⁴.

Сообщалось, что в Китае имеется весьма централизованная система хранения и обращения с боеголовками, управляемая 22 базой второго артиллерийского корпуса⁵. Большая часть китайских боеголовок хранится на 22 базе, и весьма ограниченное количество находится на шести ракетных базах. Центральный комплекс хранения боеголовок расположен в горе Тайбай⁶. На 22 базе используются современные системы физической защиты, включая мониторинг реального времени в видимом и инфракрасном диапазонах, отпечатки пальцев, контроль температуры и влажности, и компьютеризованную систему учета боеголовок⁷.

Гражданские запасы

Гражданское использование ВОУ в Китае ограничено. Китайский экспериментальный реактор на быстрых нейтронах (CEFR), достигший критичности в июле 2010 года, провел первую загрузку с почти 240 кг ВОУ (64,4% урана-235), предоставленную Россией. Реактор CEFR со временем будет использовать топливо со смесью оксидов (MOX), так же как и запланированные в Китае будущие реактора на быстрых нейтронах. В Китае имеется несколько исследовательских реакторов с ВОУ-топливом (смотрите таблицу 2). После 2007 года несколько этих реакторов было выключено или переведено на низко обогащенное топливо. Сейчас основные действующие установки включают два реактора миниатюрных источников нейтронов (MNSR) с приблизительно 1 кг 90% урана-235 в каждом, один критический реактор на быстрых нейтронах с нулевой мощностью (90% урана-235, 0,05 кВт) и один импульсный реактор PPR (20% урана-235, 1 МВт (тепл.)).

Китай решил выключить свои реакторы MNSR и построить новые реакторы с низко обогащенным топливом. В сентябре 2010 года Китайское управление по атомной энергии (САЕА) и Министерство энергетики США подписали соглашение по преобразованию миниатюрного исследовательского реактора в Китае с ВОУ-топлива на низко обогащенное топливо⁸. Проект был реализован в 2013 году. Китай желает помочь другим странам в конвер-

тировании их исследовательских реакторов, используя опыт и навыки работы, полученные в результате сотрудничества с Соединенными Штатами. Применение ВОУ для исследовательских реакторов в Китае в будущем станет незначительным.

Таблица 2. Исследовательские реакторы в Китае.

Реактор	Оператор	Характеристики	Состояние
Китайский экспериментальный реактор на быстрых нейтронах (CEFR)	Китайский институт атомной энергии (СИАЕ), Пекин	Реактор на быстрых нейтронах, 64,4% ВОУ, 65 МВт (тепл.) / 25 МВт (эл.)	Работает с июля 2011 года
Критический реактор нулевой мощности на быстрых нейтронах	Китайский институт ядерной энергетики (NPIC), Ченгду, Сычуань	Критический, на быстрых нейтронах, 0,05 кВт	Работает
Импульсный реактор PPR	NPIC, Ченгду	Бассейн, 20% ВОУ, 1 МВт	Работает
MNSR-SZ	Шэньчжэньский университет, Гуаньюань	Бак в бассейне, легкая вода, 90% ВОУ, 30 кВт (тепл.)	Работает (будет конвертирован)
MNSR-IAE	Китайский институт атомной энергии (СИАЕ), Пекин	Бак в бассейне, легкая вода, 90% ВОУ, 27 кВт (тепл.)	Работает (будет конвертирован по соглашению США с КНР)
HFETR	NPIC, Ченгду	Бак, легкая вода, НОУ, 125 МВт (тепл.)	Конвертирован в 2007 году, работает
MJTR	NPIC, Ченгду	Бассейн, легкая вода, НОУ, 5 МВт (тепл.)	Конвертирован в 2007 году, работает
MNSR-SD	Исследовательский институт геологических наук, Цзинань, Шаньдун	Бак в бассейне, легкая вода, 90% ВОУ, 33 кВт (тепл.)	Выключен (предположительно в 2010 году)
MNSR-SH	Шанхайский институт технологии измерений и испытаний, Шанхай	Бак в бассейне, легкая вода, 90% ВОУ, 30 кВт (тепл.)	Выключен в 2007 году
HFETR, критическая сборка	NPIC, Ченгду	Критическая сборка, легкая вода, НОУ, 0 кВт	Конвертирован в 2007 году, предположительно выключен
Критическая сборка на быстрых нейтронах	Китайский институт атомной энергии (СИАЕ), Пекин	0 кВт, предположительно ВОУ	Работает
HWRR	Китайский институт атомной энергии (СИАЕ), Пекин	НОУ, 15 МВт (тепл.)	Работает
SPR	Китайский институт атомной энергии (СИАЕ), Пекин	Бассейн, НОУ, 3,5 МВт	Работает
Китайский передовой исследовательский реактор	Китайский институт атомной энергии (СИАЕ), Пекин	Бак в бассейне, легкая вода, 19,75% НОУ, 60 МВт (тепл.)	Первая критичность в мае 2010 года
NHR-5	Университет Циньхуа, Пекин	Реактор теплоснабжения, НОУ, 5 МВт (тепл.)	Работает
HTR-10	Университет Циньхуа, Пекин	Высокотемпературный реактор с газовым охлаждением, топливо в виде покрытых шариков, НОУ, 10 МВт (тепл.)	Работает
ESR-901	Университет Циньхуа, Пекин	Бассейн, две активных зоны, 1 МВт (тепл.), 19,75% НОУ	Критичность в 1964 году, работает
<i>Примечания:</i> Ministry of Environmental Protection, National Nuclear Safety Administration, Comprehensive Safety Inspection Report on Civilian Nuclear Facilities, 2012, < http://www.mep.gov.cn/zjyj/201206/W020120615619308262677.pdf >; NTI, Civilian HEU: China < http://www.nti.org/analysis/articles/civilian-heu-china/ >; IAEA Research Reactor, data at http://nucleus.iaea.org/RRDB/RR/ReactorSearch.aspx .			

Китай не производил никакого гражданского плутония до тех пор, пока в 2010 году не заработал экспериментальный перерабатывающий завод на ядерном комплексе в Гуаньюане. Производительность этого завода равнялась 50 тоннам тяжелого металла в год. После того, как 21 декабря 2010 года началась эксплуатация завода, в своем ежегодном отчете МАГАТЭ по запасам гражданского плутония на 31 декабря 2010 года INFIRC/549, Китай объявил запас выделенного плутония в 13,8 кг «на складе продукта на перерабатывающих заводах»⁹. В сентябре 2013 года Китай доложил, что на 31 декабря 2012 года его полный запас выделенного плутония был равен 13,8 кг, что указывало на то, что между 2010 и 2012 годами не было произведено никакого дополнительного плутония, и что завод работал всего 10 дней с производительностью меньше заявленной¹⁰.

В последние годы Китайская национальная ядерная корпорация (CNNC) вела переговоры с французской компанией Areva о строительстве коммерческого перерабатывающего завода (с производительностью 800 тонн тяжелого металла в год). Недавно CNNC обсуждала планы строительства коммерческого перерабатывающего

завода среднего размера (с производительностью 200 тонн тяжелого металла в год) к 2020 году и завода большего размера (с производительностью 800 тонн тяжелого металла в год) между 2025 и 2030 годами¹¹.

Экспериментальный завод производство топлива с оксидами металлов (МОХ) с производительностью 0,5 тонны в год строится рядом с экспериментальным перерабатывающим заводом. Он будет снабжать первым МОХ-топливом китайский экспериментальный реактор на быстрых нейтронах. Плутоний для МОХ-топлива будет приходиться с экспериментального перерабатывающего завода. Более того, CNNC подписало соглашение с Россией с намерением приобрести два российских реактора-размножителя BN-800 на быстрых нейтронах (FBR) мощностью 800 МВт (эл.). CNNC планирует также построить к 2032 году серию коммерческих реакторов FBR¹². После того, как эти перерабатывающие заводы и реакторы FBR начнут работать, в гражданском секторе будут производиться значительные количества выделенного плутония.

В дополнение, на октябрь 2013 года Китай будет владеть 17 действующими энергетическими реакторами с совокупной установленной мощностью около 14 ГВт (эл.) с дополнительными 29 строящимися реакторами, что сделает китайскую ядерную индустрию самой быстро растущей в мире. Китай планирует к 2015 году установить полную ядерную мощность в 40 ГВт (эл.), а к 2020 году – в 58 ГВт (эл.)¹³. Однако, все эти реакторы будут работать на топливе с НОУ.

КИТАЙСКАЯ ОЦЕНКА РИСКА ЯДЕРНОГО ТЕРРОРИЗМА

Правительство Китая подчеркнуло в своей «белой книге» по национальной обороне, опубликованной в 2000 году, что «Ядерные силы Китая находятся под прямым командованием Центральной военной комиссии (СМС)». Этот документ подчеркивает, что Китай исключительно осторожен и ответственен в управлении ядерным оружием, и он установил строгие правила и предписания, и предпринял эффективные меры для обеспечения по безопасности и защите своего ядерного оружия¹⁴.

После террористических атак на Соединенные Штаты 11 сентября 2001 года (9/11) китайские эксперты начали анализировать риски и обсуждать отношение к ядерному и радиологическому терроризму. В 2003 году Китайская инженерная академия организовала проект оценки риска, в котором участвовали эксперты из различных национальных ядерных агентств, в числе и Национальной администрации ядерной безопасности (NNSA), Китайского института атомной энергии, Китайской национальной ядерной корпорации, и Китайской академии инженерной физики. В результате этого проекта был выпущен авторитетный отчет «Отношение к инцидентам ядерного и радиологического терроризма»¹⁵.

В 2006 году Китайское управление по атомной энергии (САЕА) и МАГАТЭ организовали «Объединенный тренировочный центр САЕА и МАГАТЭ по ядерным гарантиям и безопасности» с целью усиления возможностей тренировки по ядерным гарантиям и безопасности. В январе 2011 года Китай и Соединенные Штаты подписали «Меморандум о взаимопонимании по сотрудничеству в организации Центра высокого качества ядерной безопасности» (СОЕ). Строительство центра началось 29 октября 2013 года, и оно должно быть завершено в 2015 году¹⁶. Центр должен будет служить форумом для обмена технической информацией, совместного использования наилучшей практики, разработки курсов обучения, и продвижения технического сотрудничества для укрепления ядерной безопасности в Китае и во всей Азии.

На встрече на высшем уровне по ядерной безопасности 2012 года президент Китая Ху Цзинтао подчеркнул, что «В будущем Китай будет [предпринимать] меры по ядерной безопасности, обеспечивать безопасность наших собственных материалов и предприятий, и улучшать ... всеобщую ядерную безопасность»¹⁷. Недавно Пекин повысил свои опасения в отношении к угрозе терроризма¹⁸. Его последняя «белая книга» по национальной обороне заявляет, что «Китай все еще сталкивается с многочисленными и усложненными угрозами и вызовами безопасности». Эти угрозы характеризуются как «три силы» – терроризм, сепаратизм и экстремизм, о которых сказано, что они находятся на подъеме¹⁹. Среди китайских экспертов также усилились опасения угрозы контрабандного ввоза расщепляющихся материалов или оружия в Китай²⁰. Китай граничит с Центральной Азией и Пакистаном, где высок уровень активности международных террористов, что служит причиной повышенного уровня опасений.

Китайские эксперты, ученые и официальные лица различают четыре основных типа ядерного терроризма: 1) кражу, захват и взрыв ядерного оружия; 2) кражу, контрабанду, покупку, и другие способы приобретения ядерных материалов, и изготовление и взрыв ядерного устройства; 3) саботаж на ядерных предприятиях; и 4) устройство для разбрасывания радиологических материалов, или «грязная бомба»²¹. Но многие китайские эксперты не считают угрозу терроризма реальной или настоящей. Они отмечают, что террористам будет исключительно сложно получить необходимые расщепляющиеся материалы или ядерное оружие в самом Китае, из-за строгой системы безопасности для своих весьма ограниченных пригодных для оружия ядерных материалов и ядерного арсенала. Многие китайские эксперты полагают, что невероятно (если не невозможно) украсть

китайское ядерное оружие из-за того, что китайский арсенал относительно невелик, строго контролируется, и охраняется тяжело вооруженными силами²². Более того, большая часть китайских боеголовок хранится глубоко под землей в удаленных горных районах и их местоположение поддерживается строго секретным, и доступ посторонних к ним будет очень трудным.

Китайские эксперты по ядерному оружию полагают, что у террористов не будет возможностей для производства высокообогащенного урана и выделенного плутония. Тем не менее, как только они приобретут достаточное количество расщепляющихся материалов в результате кражи, контрабанды, приобретения, или других способов, они смогут изготовить и подорвать грубое ядерное оружие. В частности, при наличии достаточного количества ВОУ, бомба пушечного типа будет находиться в пределах возможностей опытной террористической группы. Хотя китайские эксперты считают ВОУ предпочтительным для террористов материалом, они соглашались с тем, плутоний любого качества, включая реакторное, может быть использован для создания бомбы на принципе имплозии²³.

Китайские ядерные эксперты полагают, что вероятность получения доступа террористов к расщепляющимся материалам внутри Китая и изготовления грубой бомбы очень мала. Они полагают, что китайским террористам будет очень трудно получить доступ к технологиям, необходимым для изготовления, доставки и детонации оружия. Однако, эксперты не могут исключить возможность контрабанды террористами ядерного оружия или расщепляющихся материалов из-за границы Китая²⁴.

Поскольку количество китайских атомных электростанций быстро возрастает, риск саботажа на гражданских ядерных предприятиях, в особенности на атомных электростанциях, становится более вероятным²⁵. Кроме того, авария на Фукусиме может увеличить интерес террористов к нападению на энергетические реакторы Китая. Но эксперты воспринимают риск большого радиоактивного выброса от саботажа террористов на атомной электростанции очень низким, из-за того, что у террористов не хватает способов или средств для проведения таких атак, и что современная система безопасности будет достаточно хороша для того, чтобы предотвратить такие атаки²⁶.

Вместо этого, китайские эксперты полагают, что наиболее реальной угрозой ядерного терроризма в Китае является устройство для разбрасывания радиологических материалов, или «грязная бомба»²⁷. Одной из причин такого опасения является то, что в Китае широко распространены много радиоактивных источников, и среди них много бесхозных или запасных источников. Более того, система контроля и управления такими распределенными источниками намного слабее²⁸. Согласно результатам анализа Государственного бюро защиты окружающей среды, Министерства здравоохранения и Министерства общественной безопасности 2002 года в Китае имеется 63 721 радиоактивный источник и 8 312 их пользователей, включая больницы, промышленность, сельское хозяйство, исследовательские и образовательные учреждения. Кроме того, примерно 13 000 отработавших радиоактивных источников ожидают утилизации²⁹. Как оценил один ядерный эксперт, приблизительно 2 000 радиоактивных источников полностью вышли из-под контроля из-за проблем в системе управления³⁰. Хотя правительство и предпринимает усилия для поиска бесхозных источников, около 1 000 радиоактивных источников считаются утерянными³¹.

Некоторые эксперты рассматривают обязательства Китая по усилению ядерной безопасности скорее, как международные требования, чем как ответ на серьезную угрозу. Некоторые полагают, что ядерный терроризм может быть проблемой для Соединенных Штатов, но он может быть не столь насущным для Китая³². Китай также сталкивается с проблемой самодовольства, проявляющейся среди значительного числа старших ядерных экспертов и в ядерной промышленности. Они полагают, что у Китая уже есть строгие системы ядерной безопасности, которые хорошо работали «без происшествий» в течение последних 50 лет. Один ядерный эксперт из Китайской национальной ядерной корпорации (CNNC) указал, что в отношении ядерных материалов записи показывают, что за последние 50 лет «ни один грамм не был потерян, и ни одна позиция не исчезла»³³.

Кроме того, некоторые считают, что чем строже будут принятые стандарты безопасности, тем выше станут капитальные и эксплуатационные расходы. В частности, ограниченные финансовые ресурсы предприятий массовой переработки (например, заводов по производству топлива, перерабатывающих предприятий и обогатительных заводов) часто заставляют операторов при распределении ресурсов отдавать охране и безопасности меньший приоритет. Более того, охране дают еще меньший приоритет, чем безопасности. В некоторых случаях охранники выключали детекторы на порталах обогатительных предприятий, чтобы избежать их износа и преждевременной замены³⁴. Кроме того, некоторые сомневаются в том, что оправдана ли более строгая система безопасности затраченных на нее времени и средств.

Быстрый рост ядерной промышленности вызвал серьезный недостаток достаточно подготовленных работников охраны и другого необходимого персонала. При привлечении сотрудников из неядерных отраслей культура охраны и безопасности ослабляется еще больше. При переводе предприятий с военных задач на гражд-

данские культура секретности продолжает существовать, и операторы не хотят делиться информацией с лицами не своего круга, в том числе и с инспекторами³⁵.

Для того, чтобы преодолеть эти вызовы, операторы должны считать угрозу терроризма реальной. Возможность кражи ядерных материалов инсайдерами нельзя исключать, в особенности из-за того, что Китай все быстрее превращается в рыночно-ориентированное общество с соответствующим ростом коррупции. В самом деле, некоторые китайские эксперты опасаются, что большие изменения в китайском обществе за последние десятилетия могут увеличить криминальную активность, что приведет к увеличению вероятности попыток краж и контрабанды³⁶. Многие эксперты полагают, что чем большим станет проникновение коррупции, то тем выше станут потенциал кражи материалов и необходимость усиления охраны³⁷.

Риск кражи инсайдером, возможно, будет наиболее серьезным, потому что инсайдеры обладают узаконенным доступом к участкам с ядерными материалами, и понимают операции, правила, политику и нормативные документы, относящиеся к ядерным материалам³⁸. Некоторые инсайдеры хорошо подготовлены к обращению с ядерными материалами и имеют возможность понять, как можно обойти системы охраны и безопасности. Один такой работник, или более, могут работать вместе с другим персоналом на площадке, или с посторонними лицами, и обладать преимуществами доступа при выполнении действий кражи или саботажа, и потенциально помогать террористам.

ВОУ и выделенный плутоний в гражданском секторе Китая могут быть более уязвимыми для инсайдеров. В частности, некоторые китайские ядерные эксперты обеспокоены опасностью свежего ВОУ или отработавшего топлива с ВОУ на исследовательских реакторах³⁹. Эти реакторы располагаются в институтах, которые из-за недостатка финансирования не так хорошо контролируются и охраняются, как военные площадки. Более того, система контроля и охраны не некоторых старых установках находится на более низком уровне, чем на новых.

Выделенный плутоний на китайском гражданском экспериментальном перерабатывающем заводе представляет другую проблему. Строительство экспериментального завода началось в 1995 году и в его проекте не учитывались требования к охране. В новый завод входили некоторые участки из предыдущего военного перерабатывающего завода, которые также не были спроектированы с учетом современных требований к системе контроля и учета материалов (MC&A). Вследствие этого система учета может оказаться несоответствующей новой миссии. В самом деле, одна из проблем состоит в том, что количество неучтенных материалов (MUF) будет выше, чем это приемлемо⁴⁰. Китайские ядерные эксперты обеспокоены тем, что произведенный плутоний может стать мишенью ядерных террористов.

ЯДЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КИТАЯ – ПРОГРЕСС И ВЫЗОВЫ

Правовые рамки

С середины 1980-х годов в Китае было выпущено несколько нормативных документов, правил и технических руководств, относящихся к безопасности ядерных и радиоактивных материалов и ядерных установок. В Китае существует несколько категорий законов и нормативных документов: статутное право, требующее утверждения Национальным народным конгрессом, право и нормативные документы Государственного совета, ведомственное право, и указания или документы регулятивного органа⁴¹. В Китае до сих пор отсутствует статутное право в отношении ядерного развития, охраны и безопасности; закон об атомной энергии все еще находится в стадии подготовки.

Китай присоединился почти ко всем международным правовым инструментам, относящимся к ядерной безопасности, включая дополнение 2005 года к Конвенции по физической защите ядерного материала и Международную конвенцию по пресечению актов ядерного терроризма. Он также связан Резолюцией 1540 Совета безопасности Организации Объединенных наций. Выполнение этих международных обязательств – это основная движущая сила развития ядерной безопасности в Китае. Китай улучшил и построил свою юридическую систему в нескольких направлениях, относящихся к ядерной безопасности, включая ядерный экспортный контроль, контроль за радиоактивными материалами и их перемещениями, и отклик на ядерные аварийные ситуации⁴². Однако, нормативные документы и правила, относящиеся к ядерным материалам и установкам, не обновились.

В настоящее время единственным первостепенным правовым инструментом по контролю над расщепляющимися материалами являются Нормативные документы для контроля над ядерными материалами, выпущенные в 1987 году⁴³. На основании этих документов в Китае в 1990 году были выпущены «Правила» для Осуществления Нормативных документов для контроля над ядерными материалами⁴⁴. Этот документ является также единственными правилами, управляющими контролем над ядерными материалами.

Когда выпускались Нормативные документы 1987 года и Правила 1990 года, все пригодные для оружия расщепляющиеся материалы в Китае были выпущены на его военных производственных установках, и применялись почти исключительно для военных целей (очень малая их часть использовалась в реакторах с ВОУ-топливом), так что Нормативные документы 1987 года и Правила 1990 года все еще могут применяться к военным ядерным материалам и ядерным установкам Китая.

В 2008 году Национальная администрация ядерной безопасности (NNSA) выпустила Руководящие указания по физической защите ядерных установок, которые обновили указания по мерах физической защиты для всех гражданских ядерных установок⁴⁵. Однако неясно, были ли обновлены требования к мероприятиям по защите военных ядерных установок.

Китайское агентство по атомной энергии (CAEA) отвечает за безопасность ядерных материалов в Китае и за принятие системы лицензирования. Для того, чтобы получить лицензию, оператор должен будет реализовать эффективную систему защиты, контроля и учета ядерного материала (MPC&A), которая удовлетворяет регулятивным требованиям. Инспекционная деятельность включает верификацию целостности учетных записей, физических изменений инвентаризации, систем измерений и контроля качества, материального баланса, и эффективности и надежности мероприятий по физической защите. Если будет обнаружено нарушение указанных правил, то оператор может быть наказан предупреждением, штрафом, или отзывом лицензии, в зависимости от серьезности нарушения.

Следует отметить, что эти нормативные документы и правила по безопасности ядерных материалов и установок были выпущены до атак 9/11, и в них не упоминается угроза ядерного терроризма. Эти нормативные документы следует обновить с учетом отражения потенциальных угроз, появившихся после атак 9/11.

Система физической защиты

Управление безопасностью и физической защитой расщепляющихся материалов в Китае в основном базируется на Правилах 1990 года и соответствующими рекомендациями МАГАТЭ (INFCIRC/225 Rev.4). Все операторы предприятий должны создать организацию на уровне предприятия, отвечающую за безопасность установок и ядерных материалов. Аналогично рекомендациям МАГАТЭ по физической защите ядерных материалов, Китай подразделяет свои требования по защите ядерного материала на три категории на основании типа, количества и опасности ядерного материала (смотрите таблицы 3 и 4)⁴⁶.

Таблица 3. Категоризация расщепляющихся материалов в Китае.

Категория I	2 кг, или более, необлученного плутония 5 кг, или более, ВОУ
Категория II	Менее 2 кг, но более 10 г, необлученного плутония Менее 5 кг, но более 1 кг ВОУ 20 кг, или более, необлученного урана-235 (с обогащением 10%, но менее 20%) 300 кг, или более, необлученного урана-235 (с обогащением менее, чем 10%; не включая природный или обедненный уран)
Категория III	10 г, или менее, необлученного плутония 1 кг, или менее, но более 10 г ВОУ 1 кг, или более, но менее 20 кг, необлученного урана-235 (с обогащением 10%, но менее 20%) 10 кг, или более, но менее 300 кг необлученного урана-235 (с обогащением менее, чем 10%; не включая природный или обедненный уран)
<i>Примечание.</i> Rules for Implementation of the Regulations on Nuclear Materials Control of the People's Republic of China, National Nuclear Safety Administration (NNSA), the Ministry of Energy, and the Commission of Science, Technology, and Industry for National Defense, September 25, 1990. Китайская версия доступна на веб-сайте CAEA <www: http://www.caea.gov.cn/n16/n1130/77224.html>. Отметим, что Правила 1990 года не покрывают других материалов, таких, как уран-233.	

Наиболее новые подробные документы по физической защите китайских ядерных предприятий можно прочесть в руководящих указаниях Национальной администрации ядерной безопасности (NNSA) «Руководящие указания по физической защите ядерных установок» 2008 года. До атак 9/11 китайские ядерные предприятия в основном проектировались для защиты от стихийных бедствий или аварий. Однако, атак 9/11 Китай ввел существенные изменения в свои подходы к ядерной безопасности, такие, как защита ядерных предприятий от базовой проектной угрозы (DBT), включающей как внешних, так и внутренних нарушителей. Руководящие указания 2008 года также требуют специфических мероприятий физической защиты для трех категорий ядерных предприятий в Китае (смотрите таблицы 5 и 6). Мероприятия по защите ранжируются в соответствии с относительной привлекательностью хранящегося материала, природы ядерных материалов и предприятий, и потен-

циальных последствий кражи. Все китайские гражданские ядерные предприятия должны удовлетворять требованиям Руководящих указаний 2008 года. Многие старые предприятия обновили свои системы безопасности.

Таблица 4. Мероприятия по физической защите расщепляющихся материалов на стационарных площадках.

Категория I	По крайней мере два полных, надежных физических барьера; камера или специальный защитный контейнер для хранения. Техническая система защиты с сигналом тревоги и установками для мониторинга. Круглосуточная вооруженная охрана. Специальный пропуск для всех лиц, входящих на площадку. Строгий регистрационный контроль и обязательное сопровождение всех лиц, не работающих на площадке. Доступ к камере, контролируемый системой «два человека и два замка».
Категория II	Два физических барьера, один из которых является полным и надежным; хранилище типа «защищенная комната» или «прочный контейнер». В важных областях устанавливаются сигналы тревоги или защитное оборудование наблюдения. Круглосуточная вооруженная охрана или специально назначенные лица. Специальный пропуск для всех лиц, входящих на площадку.
Категория III	Один полный и надежный физический барьер. Специально назначенные лица для наблюдения или разрешения размещения ядерного материала в контейнерах безопасности.
<i>Примечание.</i> Rules for Implementation of the Regulations on Nuclear Materials Control of the People's Republic of China, National Nuclear Safety Administration (NNSA), the Ministry of Energy, and the Commission of Science, Technology, and Industry for National Defense, September 25, 1990. Китайская версия доступна на веб-сайте CAEA <www: http://www.caea.gov.cn/n16/n1130/77224.html>.	

Таблица 5. Три категории гражданских ядерных предприятий в Китае.

Категория I	Категория II	Категория III
Предприятия, содержащие ядерные материалы категории I	Предприятия, содержащие ядерные материалы категории II	Предприятия, содержащие ядерные материалы категории III
Реакторы мощностью 100 МВт (тепл.) или более	Реакторы мощностью от 2 до 100 МВт (тепл.) или более	Реакторы мощностью до 2 МВт (тепл.)
Бассейны для отработавшего топлива с некоторым недавно выгруженным топливом и полной радиоактивностью более 10^{17} Бк цезия-137	Хранилища высокоактивных твердых и среднеактивных жидких ядерных отходов и перерабатывающие предприятия	Хранилища среднеактивных твердых и низкоактивных жидких ядерных отходов и перерабатывающие предприятия
Предприятия по переработке отработавшего топлива	Бассейны для отработавшего топлива, требующие систем активного охлаждения, не подпадающие под категорию I	Предприятия, на которых любые аварии с критичностью на площадке без мероприятий по контролю могут вызвать последствия на расстоянии до 0,5 км за периметром предприятия.
Хранилища высокоактивных жидких ядерных отходов и перерабатывающие предприятия	Предприятия, на которых любые аварии с критичностью на площадке без мероприятий по контролю могут вызвать последствия на расстоянии более 0,5 км за периметром предприятия.	Предприятия, на которых мощность прямой экспозиционной дозы излучения без защитных мероприятий превышает 100 мГр/час на расстоянии в 1 метр
Прочие предприятия	Прочие предприятия	Прочие предприятия
<i>Примечания.</i> Ministry of Environmental Protection, National Nuclear Safety Administration, "Nuclear Facility Physical Protection Guidelines," 2008, HDA501/502. Отметим, что руководящие указания не содержат исчерпывающего перечня, так что они могут быть применены к предприятиям, которые явно не указаны в перечне.		

Однако, в Руководящих указаниях 2008 года отсутствуют четко определенные стандарты для каждого ядерного предприятия. Операторы предприятия обычно разрабатывают свои собственные варианты базовой проектной угрозы (DBT) в соответствии с несколькими факторами, включающими социально-экономическую ситуацию в окружающей области⁴⁷. Текущие варианты базовой проектной угрозы (DBT) для ядерных предприятий могут не включать экстремальные сценарии противника, такие, как атака типа 9/11⁴⁸. Как отметил директор Национальной администрации ядерной безопасности (NNSA) Ли Ганджи, при существующих вариантах базовой проектной угрозы (DBT) гражданские предприятия могут оказаться неспособными отразить атаки больших и хорошо организованных террористических групп, или атаки с применением мощного оружия⁴⁹. Некоторые эксперты считают, что Китай не мог построить более систематический и строгий подход к вариантам базовой проектной угрозы (DBT) в основном из-за того, что он был недостаточно знаком с необходимыми концепциями и процессами⁵⁰.

Китай применяет к своим ядерным предприятиям современные концепции Системы физической защиты

(PPS), например, современные технологии и методы для функции *обнаружения* PPS, включая микроволновые детекторы, активные инфракрасные датчики и видеодетекторы перемещения, а также несколько технических мер для функции задержки на ядерных предприятиях, включая двойные ограждения с детекторами вторжения и чистыми зонами между ними, и укрепленные бетонные барьеры⁵¹. Имеются, например, системы обнаружения радиоактивных материалов и запрещенных предметов, установленные в пунктах доступа в защищенные и жизненно важные зоны ядерных предприятий. Для контроля доступа на предприятия на заводах используются ворота с передвижными барьерами, ворота с металлодетекторами, электрические втягивающиеся ворота, поворотные ворота от пола до потолка с системами считывания штриховых кодов, системами биометрической идентификации, и системами сигналов тревоги и видеомониторинга на всех пунктах доступа⁵².

Таблица 6. Мероприятия по физической защите для гражданских ядерных предприятий в Китае.

Категория I	Категория II	Категория III
<p>Круглосуточная вооруженная охрана на пунктах доступа в жизненно важные, контролируемые и защищенные области.</p> <p>Система сигналов тревоги и мониторинга на всех входах и областях доступа.</p> <p>Требуется пропуск или именная карточка для авторизованного персонала и транспортных средств.</p> <p>Строгий регистрационный контроль и требуемое сопровождение для всего персонала и транспортных средств из-за пределов площадки.</p> <p>Правило «двух человек и двух замков» для жизненно важной области.</p> <p>Системы обнаружения радиоактивного материала, установленные на доступе в защищенную и жизненно важную область.</p> <p>Аварийная система резервного питания.</p> <p>Централизованный контроль для управления системы физической защиты.</p>	<p>Круглосуточная вооруженная охрана на пунктах доступа в контролируемые и защищенные области.</p> <p>Система сигналов тревоги и мониторинга на всех входах и областях доступа.</p> <p>Требуется пропуск или именная карточка для авторизованного персонала и транспортных средств.</p> <p>Строгий регистрационный контроль и требуемое сопровождение для всего персонала и транспортных средств из-за пределов площадки.</p> <p>Системы обнаружения радиоактивного материала, установленные на доступе в защищенную область.</p> <p>Аварийная система резервного питания.</p> <p>Централизованный контроль для управления системы физической защиты.</p>	<p>Предприятия размещены в контролируемой области.</p> <p>Система связи и мониторинга на всех входах и областях доступа.</p> <p>Требуется пропуск или именная карточка для авторизованного персонала и транспортных средств.</p> <p>Аварийная система резервного питания.</p> <p>Помещение с персоналом охраны на дежурстве.</p>
<p><i>Примечания.</i> Ministry of Environmental Protection, National Nuclear Safety Administration, "Nuclear Facility Physical Protection Guidelines," 2008, HDA501/502. Отметим, что руководящие указания не содержат исчерпывающего перечня, так что они могут быть применены к предприятиям, которые явно не указаны в перечне.</p>		

От операторов ядерных предприятий категории I требуется иметь упрочненные центральные станции сигналов тревоги, вооруженные отряды на круглосуточном дежурстве, и выполнение правила «два человека и два замка» в жизненно важной области. Кроме того, от получателя лицензии требуется создать группу и подготовить подробные планы на случай чрезвычайных обстоятельств для предотвращения актов ядерных террористов и ядерных аварий⁵³. Кроме того, от оператора ядерного предприятия требуется улучшать и обновлять его систему физической защиты и поддерживать эффективность системы.

До 1998 года концепция анализа уязвимости физической защиты не получала должного внимания и не проводилось никакой оценки и теоретического анализа систем физической защиты⁵⁴. Теперь от китайских предприятий требуется проводить глубокие оценки уязвимости со своевременным исправлением идентифицированных уязвимостей⁵⁵. Кроме того, от оператора требуется использовать технические подходы для усиления надежности системы безопасности, включая испытания в рабочих условиях, оценку и использование надежных и компенсаторных методов⁵⁶. Однако, Китай не проводит реалистичных учений «сила-на-силу» для испытаний эффективности его систем ядерной безопасности⁵⁷.

Система контроля и учета материалов

Базируясь на Правила 1990 года и соответствующие стандарты МАГАТЭ, Китай учредил и исправлял свою систему контроля и учета ядерных материалов. В 2008 году Национальная администрация ядерной безопасности (NNSA) выпустила новые руководящие указания по «стандартному формату и содержанию отчета анализа безопасности ядерных предприятий по системе контроля и учета материалов MC&A»⁵⁸. Система MC&A должна включать четкое присваивание областей баланса материалов и ключевых пунктов измерений, контроль качества измерений, физическую инвентаризацию материалов, оценку неучтенного материала (MUF) и систему записей и отчетности. Получатель лицензии должен определить процедуры физической инвентаризации ядерного материала с требованиями, включающими проведение полной и строгой физической инвентаризации по меньшей мере один раз в год, и проведение физической инвентаризации таких материалов, как плутоний-239, уран-233 и ВОУ, по меньшей мере, два раза в год. От получателя лицензии требуется обеспечить, чтобы записи учета ядерных материалов были ясными, точными, систематическими и полными, и чтобы они поддерживались в течение по меньшей мере пяти лет. Если масса неучтенных материалов (MUF) более, чем вдвое превышает стандартное отклонение массы MUF, то должно быть начато расследование такой потери.

Большой проблемой для Китая стала организация эффективной системы контроля и учета материала MC&A на его перерабатывающих предприятиях. На деле эксплуатация его экспериментального перерабатывающего завода вскрыла некоторые проблемы. Например, количество произведенных отходов и масса неучтенного материала оказались очень большими⁵⁹. Большие перерабатывающие предприятия с производительностью 200 и 800 тонн тяжелого металла в год, которые запланировано построить в Китае, создадут для эффективной системы контроля и учета еще больше проблем, чем относительно небольшое экспериментальное предприятие. Поэтому организация этих перерабатывающих предприятий повысит риск кражи и увеличит бремя безопасности для операторов.

В отличие от атомных электростанций, получающих прибыль от продажи электроэнергии на рынке, предприятия топливного цикла (в том числе и экспериментальный перерабатывающий завод) в настоящее время сильно зависят от финансовой поддержки правительства. У этих предприятий нередко не хватает денег на привлечение высококвалифицированных специалистов и установку большего количества датчиков и оборудования лучшего качества для эффективной системы контроля и учета материала⁶⁰. Принимая во внимание, что риск кражи инсайдерами на этих предприятиях массовой переработки выше, таким предприятиям будет необходимо иметь эффективные системы безопасности для контроля и учета всех их материалов.

УКРЕПЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КИТАЯ

Китай может принять меры для установки более надежных и эффективных систем безопасности, чтобы обеспечить, чтобы все его ядерное оружие, пригодные для оружия ядерные материалы, ядерные предприятия и транспортные средства были защищены от угроз, с которыми они могут столкнуться. Следующие меры могут улучшить существующую систему ядерной безопасности в Китае.

Улучшение системы физической защиты

Китаю необходимо рассмотреть, обновить и усовершенствовать свои требования к разработке физической защиты (включая базовую проектную угрозу (DBT)) в гражданском и военном секторах. От оператора следует потребовать разработать и реализовать планы обеспечения безопасности, которые предоставят эффективную защиту против базовой проектной угрозы (DBT), которая включает весь спектр возможных противников и их тактики, включая не только грубую силу, но и обман и уловки, со стороны как инсайдеров, так и аутсайдеров.

Китай должен будет обновить свои Нормативные документы 1987 года и Правила 1990 года в отношении контроля над ядерными материалами, и выпустить новые строгие и четкие нормативные документы и правила, основанные на минимальном стандарте базовой проектной угрозы (DBT). Для того, чтобы обеспечить эффективное исполнение новых нормативных документов и правил для предприятий и транспортных средств с ядерным оружием и пригодными для оружия расщепляющимися материалами, Китаю потребуется эффективная система соблюдения правопорядка, и постоянное и активное развитие и улучшение системы ядерной безопасности. Так же, как и в случае ядерной безопасности, основное внимание должно быть уделено постоянному усовершенствованию, непрерывной работе для поиска и устранения остающихся уязвимостей и обнаружения более эффективных подходов.

Согласно рекомендациям недавно изданной директивы МАГАТЭ, INFCIRC/225/Revision 5, Китай должен использовать реалистичные учения «сила на силу» для проверки способности его систем ядерной безопасности

обнаружить и отразить асимметричные атаки подготовленных противников. Вновь организованный Китайским управлением по атомной энергии (CAEA) Национальный технический центр по ядерной безопасности, ответственный за строительство, управление и деятельность китайского Центра высокого качества ядерной безопасности» (COE), рассматривает проведение таких учений на своем тренировочном полигоне⁶¹. Однако, реалистичные учения следует проводить на действующих предприятиях, и китайским экспертам по безопасности может не хватить опыта и способностей для проведения таких испытаний на реальных площадках без влияния на защиту и безопасность ядерных установок в ходе испытаний⁶². Китаю следует изучить практику учений «сила-на-силу» в рамках сотрудничества Китайского управления по атомной энергии и Министерства энергетики США. Например, китайских экспертов можно было бы пригласить наблюдать такие учения на американских площадках, а также и в других странах, включая Францию и Японию.

Улучшение контроля и учета материала и уменьшение внутренних рисков

Для того, чтобы предотвратить овладение ядерными материалами, Китаю необходимо улучшить свой подход к контролю и учету материала (МС&А) на своих предприятиях массовой обработки (например, изготовлению топлива, переработке, и обработке стареющих материалов для оружия). Эти предприятия сталкиваются с серьезными проблемами из-за недостатка современного оборудования, технологий и связанного с ними профессионального персонала, причиной которых в основном является недостаточное финансирование (в отличие от атомных электростанций, получающих высокие прибыли, предприятия топливного цикла в основном зависят от правительственной поддержки). Эксперты по ядерной безопасности подчеркивают, что для инсайдеров намного легче украсть небольшие количества в моменты, когда их никто не заметит на этих предприятиях массовой переработки. Почти все конфискации украденных ВОУ и выделенного плутония относились к сыпучему материалу, такого, как порошки, по-видимому, украденного инсайдерами на предприятиях массовой переработки без обнаружения⁶³. Поэтому для Китая важно разработать эффективные мероприятия по контролю и учету материала для сокращения шансов кражи инсайдерами.

Правительство должно будет предоставить этим предприятиям адекватное финансирование для приобретения современного оборудования и технологий, и найма соответствующего профессионального персонала. Например, каждое предприятие, занимающегося массовой обработкой пригодных для оружия материалов, должно использовать надежные и точные методы измерений и оборудование для учета материалов. Оператор должен будет организовать систему учета, которая должна будет быстро обнаруживать недостачу существенного количества материалов, локализовать недостачу во времени и пространстве, и идентифицировать тех, кто имел доступ к материалу.

Оператор, сотрудничая с соответствующими правительственными департаментами, должен иметь эффективную программу проверки надежности персонала для усиления контроля доступа⁶⁴. Например, весь персонал, имеющий доступ к жизненно важным областям, должен будет проходить тесты на употребление наркотиков, проверки его окружения, и проверки психологической или психической пригодности; эти проверки должны будут повторяться через указанные промежутки времени. Условия лицензии для операторов предприятия должны указывать, что персонал должен будет сообщать о подозрительном поведении органам власти; правила должны будут требовать постоянного наблюдения за внутренними областями во время их посещения либо при помощи контроля двумя лицами, либо технической системой наблюдений с устройствами, такими, как телевизионные камеры замкнутого контура.

Международное доверие через прозрачность и сотрудничество

Китаю следует рассмотреть, как стать более прозрачным для того, чтобы завоевать доверие международного сообщества в том, что у него имеется надежная программа ядерной безопасности. Некоторые эксперты полагают, что нация может представить общественности достаточный объем информации о состоянии своей ядерной безопасности, не раскрывая при этом секретной информации⁶⁵.

Китай может раскрыть детали своих нормативных документов, так же как и общие отчеты по внедрению и соблюдению этих документов; поделиться с другими информацией о подходах, процедурах, правилах, наилучшей практике, и полученных уроках, будь то конфиденциально или публично.

Китай должен будет позволить экспертам, организованным МАГАТЭ, проводить обзоры планов страны по ядерной безопасности. Многие другие страны нашли такие обзоры полезными для идентификации вариантов улучшения ядерной безопасности. Китай в настоящее время решает, следует ли принимать делегацию Международной консультативной службы по физической защите (IPPAS). Китаю было бы целесообразно быстрее

принять такую делегацию. Делегации IPPAS могли бы рассмотреть китайские мероприятия по физической защите, сравнить их с международными руководящими указаниями и наилучшей практикой, и дать рекомендации по их улучшению. Китай должен также рассмотреть вопрос о приглашении других миссий МАГАТЭ, включая миссию Международной консультативной службы по ядерной безопасности (INSServ) и Консультативной службы по государственной системе учета и контроля (SSAC).

Китаю следует также поддерживать участие своих соответствующих профессионалов в области ядерной безопасности во Всемирном институте ядерной безопасности (WINS) и в других семинарах и тренировочных занятиях, способствующих идентификации и обучению наилучшей практике.

Китай может также принимать рекомендации некоторых обзоров своих мероприятий по ядерной безопасности других стран, проведенных в рамках двустороннего соглашения или программы, как, например, расширение сотрудничества Китая и США за счет включения обзоров безопасности на некоторых предприятиях, начиная с гражданских предприятий с реакторами на топливе с ВОУ, и экспериментальном перерабатывающем заводе, которые могли бы быть подготовлены США для Китая.

Далее, сотрудничество Китая и США должно быть расширено на оборонный сектор, имеющий дело с ядерным оружием и наиболее чувствительными ядерными материалами. В первую очередь два правительства должны возобновить программу между лабораториями США и Китая, которая проводилась с 1995 – 1998 годов, в том числе для того, чтобы помочь проявить интерес к современным системам безопасности в Китае, продемонстрировав преимущества системы защиты, контроля и учета материала⁶⁶.

ПРИМЕЧАНИЯ И ССЫЛКИ

1. Hui Zhang, "Chapter 7: China," in "Global Fissile Material Report 2010: Balancing the Books: Production and Stocks, Fifth annual report of the International Panel on Fissile Materials, Princeton, N.J. (2011), 97–106. <http://fissilematerials.org/library/gfmr10.pdf>>. Более ранние оценки предполагали, что количество расщепляющихся материалов больше. Смотрите David Albright, Frans Berkhout, and William Walker, *Plutonium and Highly Enriched Uranium 1996* (New York: Oxford University Press, 1997); David Wright and Lisbeth Gronlund, "Estimating China's Production of Plutonium for Weapons," *Science & Global Security* 11 (2003): 61; David Albright and Corey Hinderstein, "Chinese Military Plutonium and Highly Enriched Uranium Inventories," *ISIS* (30 June 2005). Недавнее заявление бывшего российского официального лица предполагает, что Китай произвел 40 тонн урана оружейного качества и 10 тонн плутония оружейного качества; смотрите Виктор Есин, "Третий после США и России [Third after the United States and Russia]", *Военно-промышленный курьер*, 2 мая 2012 года, <<http://vpk-news.ru/articles/8838>> (английскую версию можно найти на сайте <<http://www.scribd.com/doc/98667133/YESIN-China-s-Nuclear-Potential>>). Однако, Есин не предоставил никаких свидетельств в поддержку своих оценок.
2. После того, как завод в Хэпине остановил производство ВОУ в 1987 году, он, согласно сообщениям, продолжал производить низко обогащенный уран для топлива военно-морских реакторов. Основано на обсуждениях с китайскими ядерными экспертами в декабре 2012 года.
3. Zhang, "Chapter 7: China," *op. cit.* (ссылка 1)
4. Hui Zhang, "Nuclear Modernization in China," in "Assuring destruction forever: nuclear weapon modernization around the world," Ray Acheson. ed., *Reaching Critical Will* (a project of the Women's International League for Peace and Freedom) March 2012; Hui Zhang, "How U.S. Restraint Can Keep China's Nuclear Arsenal Small," *Bulletin of the Atomic Scientists* 68, 4 (July 13, 2012): 73–82. Другая оценка предполагает, что в Китае в 2013 году было 250 ядерных боеголовок, а в 2012 году – 240. Смотрите Stockholm International Peace Research Institute, *SIPRI Yearbook 2013: Armaments, Disarmaments and International Security* (2013). <<http://www.sipri.org/yearbook/2013/files/SIPRIYB13Summary.pdf>>. Различие в оценке, представленной здесь, и оценкой, опубликованной SIPRI, объясняется большим количеством бомбардировщиков и некоторыми заменами в вооружениях, все еще учитываемыми SIPRI. Есть оценки, в которых заявляется, что у Китая может быть 1600–1800 боеголовок (смотрите Yesin, "The Third after the United States and Russia" *op. cit.* (ссылка 1)) или даже до 3000 (смотрите Phillip Karber, "Strategic Implications of China's Underground Great Wall," Asian Arms Control Project of Georgetown University, 26 September 26 <[http://www.fas.org/nuke/guide/china/Karber UndergroundFacilities-Full_2011_reduced.pdf](http://www.fas.org/nuke/guide/china/Karber%20UndergroundFacilities-Full_2011_reduced.pdf)>. Критический анализ этих оценок смотрите в Hui Zhang, "The Defensive Nature of China's "Underground Great Wall," *Bulletin of the Atomic Scientists*, 16 January 2012 and Jeffrey Lewis, "Yesin on China's Nukes," 29 June 2012 <<http://lewis.armscontrolwonk.com/archive/5460/yesin-on-chinas-nukes>>.
5. Mark Stokes, "China's Nuclear Warhead Storage and Handling System," Report of Project 2049 Institute, 12 March 2010. <http://project2049.net/documents/chinas_nuclear_warhead_storage_and_handling_system.pdf>.

6. Там же.
7. Там же.
8. National Progress Report on Nuclear Security of the People's Republic of China, 27 March 2012 <http://www.china.org.cn/world/2012-03/27/content_24998059.htm>.
9. Сообщение, полученное из China Concerning Its Policies Regarding the Management of Plutonium, IAEA INFCIRC/549/Add.7/10, 8 July 2011 <www.iaea.org/Publications/Documents/Infircs/2011/infirc549a7-10.pdf>.
10. Сообщение, полученное из China Concerning Its Policies Regarding the Management of Plutonium IAEA INFCIRC/549/Add.7/12, 26 September 2013, <http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infircs/2013/infirc549a7-12.pdf>.
11. Zhao Zhixiang, China Institute of Atomic Energy "Closed Nuclear Fuel Cycle and Sustainable Development of Nuclear Power in China," presentation at Harvard-Peking University Workshop on Economics of Nuclear Reprocessing, 15 October 2011, Beijing, China. Однако, следует отметить, что на основании недавних обсуждений с ядерными экспертами из CNNC и CIAE, Китай не мог построить оба предприятия. Если Китай заключит сделку с Areva, то Китаю может не понадобится завод на 200 тонн тяжелых металлов в год.
12. Xu Mi, China Institute of Atomic Energy, "Fast Reactor Development for a Sustainable Nuclear Energy Supply in China," presentation at Harvard-Tsinghua University Workshop on Nuclear Energy and Nuclear Security, 14–15 March 2010, Beijing, China.
13. Hui Zhang and Shangui Zhao, "China Moves Cautiously Ahead on Nuclear Energy," Analysis, *Bulletin of the Atomic Scientists*, 22 April 2013 <<http://thebulletin.org/china-moves-cautiously-ahead-nuclear-energy>>.
14. *China's National Defense in 2000*, <<http://www.china.org.cn/e-white/2000>>.
15. Pan Ziqiang, eds., *Management of Nuclear and Radiological Terrorism Incidents (in Chinese)* (Beijing: Science Press, 2005).
16. Construction on China-U.S. Nuclear Security Center Begins, 29 October 2013, <<http://news.xinhuanet.com/english/china/2013-10/29/c132841259.htm>>.
17. Hu Jintao, "Towards Greater Nuclear Security through Cooperation," Statement at the Seoul Nuclear Security Summit, Seoul, 27 March 2012 <<http://www.fmprc.gov.cn/eng/topics/hjtatnsnss/t920822.htm>>.
18. Li Baodong, "Security Council High-level Briefing on Counter-terrorism" 5 May 2005 <<http://www.china-un.org/eng/hyyfy/t930746.htm>>.
19. Information Office of the State Council, The Diversified Employment of China's Armed Forces, April 2013, Beijing, China <<http://news.xinhuanet.com/english/china/2013-04/16/c132312681.htm>>.
20. China Foundation for International & Strategy Studies (CFISS), *Combating Nuclear Terrorism—Non-state actors' nuclear proliferation and nuclear security (in Chinese)* (Beijing: Social Science Academic Press, 2012) 134–135.
21. Zhu Zhixuan, CAEA, "China's Nuclear Security and International Cooperation," presented at Harvard –Tsinghua Workshop on Nuclear Policies: Nuclear Energy and Nuclear Security, 14–15 March 2010, Beijing, China. CFISS *op cit.* (ссылка 20); Pan, et al., *Management of Nuclear and Radiological Terrorism Incidents, op cit.* (ссылка 15)
22. Pan, *Management of Nuclear and Radiological Terrorism Incidents, op. cit.*, 191. (ссылка 15)
23. CFISS, *Combating Nuclear Terrorism – Non-state actors' nuclear proliferation and nuclear security, op. cit.*, 26–29. (ссылка 20)
24. Pan, *Management of Nuclear and Radiological Terrorism Incidents, op. cit.*, 191. (ссылка 15)
25. Pan, *Management of Nuclear and Radiological Terrorism Incidents, op. cit.*, 191. (ссылка 15)
26. Информация от китайских ядерных экспертов в Пекине, март и июнь 2010 года и октябрь 2011 года.
27. Liu Senling, China Institute of Atomic Energy, "Status of Research on Nuclear Security Technology in CIAE," presented at Harvard-Peking University Workshop on Nuclear Security, 13–14 October 2011, Beijing, China.
28. Pan Ziqiang, "Discussion of Several Issues in Safety Management of Radioactive Sources," *Radiation Protection* 22, 5, September 2002.
29. Zou Yunhua, "Preventing Nuclear Terrorism: A View from China," *Nonproliferation Review* 17(2) (2010): 347–363.
30. Там же.
31. Liu Senling, "Status of research on nuclear security technology in CIAE," *op. cit.* (ссылка 27)
32. Информация от китайских ядерных экспертов в Пекине, октябрь 2011 года.
33. China Nuclear Security: "no[t] one gram missed and no[t] one item disappeared" over last fifty years, *Liaowang Xinwen Zhoukan (in Chinese) (Outlook Weeks)*, 26 March 2012 <<http://www.zhige.net/html/2012/0326/43604.html>>.
34. Информация от китайских ядерных экспертов в Пекине, октябрь 2012 года.
35. Информация от китайских ядерных экспертов в Пекине, декабрь 2012 года.
36. Tang Dan, Yin Xiangdong, Fang Ni, and Guo Cao, "Physical Protection System and Vulnerability Analysis Program in China," Presentation at the 8th ISODARCO Conference on Arms Control, Beijing, October 2002.

37. NTI Nuclear Materials Security Index: Building a Framework for Assurance, Accountability, and Action, 2012 <http://www.ntiindex.org/static/pdfs/nti_index_final.pdf>.
38. Lonnie Moor, "Dealing with the Insider Threat," presented at Workshop on the safety and security of China's nuclear facilities, hosted by Managing the Atom Project of Harvard University, China Arms Control and Disarmament Association and Institute for Nuclear Science and Technology at Peking University, 15–18 January 2013, Shenzhen, China. Также, International Atomic Energy Agency, *Preventive and Protective Measures Against Insider Threats* (International Atomic Energy Agency, Vienna: 2008). World Institute for Nuclear Security, *Managing Internal Threats: A WINS International Best Practice Guide for Your Organization* (World Institute for Nuclear Security, Vienna: 2010); Matthew Bunn and Kathryn M. Glynn, "Preventing Insider Theft: Lessons from the Casino and Pharmaceutical Industries," *Journal of Nuclear Materials Management* 41, Spring 2013.
39. Pan, Management of Nuclear and Radiological Terrorism Incidents, *op. cit.*, 60–62. (ссылка 15)
40. Информация от китайских ядерных экспертов в Пекине, январь 2013 года.
41. Liu Tianshu, National Nuclear Safety Administration, "Regulation on Physical Protection for Civilian Nuclear Installations in China," presented at Workshop on the safety and security of China's nuclear facilities, 15–18 January 2013, Shenzhen, China. Tang Yingmao, Peking University, "China's Nuclear Law: Recent Development," presented at Workshop on the safety and security of China's nuclear facilities, 15–18 January 2013, Shenzhen, China.
42. Смотрите, например, Dean Knox, "Nuclear Security and Nuclear Emergency Response In China," *Science and Global Security* 20 (2012): 30–63.
43. Regulations for Control of Nuclear Materials of the People's Republic of China, the State Council, 1 June 1987. Китайская версия доступна на веб-сайте CAEA <<http://www.caea.gov.cn/n16/n1130/77219.html>>.
44. Rules for Implementation of the Regulations on Nuclear Materials Control of the People's Republic of China, the National Nuclear Safety Administration, the Ministry of Energy, and the Commission of Science, Technology, and Industry for National Defense, 25 September 1990. Китайская версия доступна на веб-сайте CAEA <<http://www.caea.gov.cn/n16/n1130/77219.html>>.
45. National Nuclear Safety Administration, Nuclear Facility Physical Protection Guidelines, 2008, HDA501/502.
46. Rules for Implementation of the Regulations on Nuclear Materials Control of the People's Republic of China, *op. cit.* (ссылка 44)
47. Информация от китайских ядерных экспертов в Пекине, октябрь 2011 года и ноябрь 2012 года.
48. Pan, Management of Nuclear and Radiological Terrorism Incidents, *op. cit.* (ссылка 15); Li Ganjie, "Nuclear Security: The New Challenges for Security of Nuclear Power Plants," presentation at IAEA meeting, 2008 <http://www-pub.iaea.org/mtcd/meetings/PDFplus/2008/cn168/Presentations/Session3_Li.pdf>.
49. Li, "Nuclear Security: The New Challenges for Security of Nuclear Power Plants," *op. cit.* (ссылка 48)
50. Yun Zhou, "The Security Implications of China's Nuclear Energy Expansion," *Nonproliferation Review* 13 (2006): 253–273.
51. Liu Daming, "Practice of the Physical Protection of Nuclear Materials and Nuclear Facilities in China," *Journal of Nuclear Materials Management* 4, Summer 2010; Liu Daming, China Institute of Atomic Energy, "China National Nuclear Material Control System," presentation at Harvard-Peking University Workshop on Nuclear Security, 13–14 October 2011, Beijing, China.
52. Zhao Shangui, National Nuclear Safety Administration, "Security Practices in Chinese Enrichment Plants and Re-processing Facilities," presented at Workshop on the safety and security of China's nuclear facilities, 15–18 January 2013, Shenzhen, China; Communications with nuclear security staff of Daya Bay nuclear power plant, January 2012, Shenzhen, China.
53. National Nuclear Safety Administration, Nuclear Facility Physical Protection Guidelines, *op. cit.* (ссылка 45)
54. Tang et al., "Physical Protection System and Vulnerability Analysis Program in China," *op. cit.* (ссылка 36)
55. Liu, "Practice of the Physical Protection of Nuclear Materials and Nuclear Facilities in China," *op. cit.* (ссылка 51)
56. Liu Daming, China Institute of Atomic Energy, "China National Nuclear Material Control System," presentation at Harvard-Peking University Workshop on Nuclear Security, 13–14 October 2011, Beijing, China.
57. Информация от китайских ядерных экспертов в Пекине по MPC&A в Китае, октябрь 2011 года и январь 2013 года.
58. NNSA guidelines of "the standard format and content of nuclear facilities safety analysis report on MC&A," HAD 501/06, 2008.
59. Информация от китайских ядерных экспертов в Пекине, январь 2013 года.
60. Информация от китайских ядерных экспертов в Пекине, январь 2013 года.
61. Информация от китайских экспертов по ядерной безопасности в Пекине, январь 2013 года.
62. Информация от китайских экспертов по ядерной безопасности в Пекине, октябрь 2011 года.
63. Bunn, Matthew, Eben Harrell and Martin B. Malin, "Progress on Securing Nuclear Weapons and Materials: The

- Four-Year Effort and Beyond,” Project on Managing the Atom, Harvard University (March 2012) http://belfer-center.ksg.harvard.edu/files/Progress_In_The_Four_Year_Effort_web.pdf.
64. Moor, Dealing with the insider threat, *op. cit.* (ссылка 38); IAEA, Preventive and Protective Measures Against Insider Threats, *op. cit.* (ссылка 38); WINS, Managing Internal Threats: A WINS International Best Practice Guide for Your Organization, *op. cit.* (ссылка 38); Bunn and Glynn, “Preventing Insider Theft: Lessons from the Casino and Pharmaceutical Industries.” *op. cit.* (ссылка 38)
65. NTI, “Non-Paper 2: Practical Proposals for Providing International Assurances,” <https://www.nti.org/media/pdfs/Non-Paper_2_-_Practical_Proposals_for_Providing_International_Assurances.pdf?_=1353439879>, Robert Floyd, “Next Steps on International Assurances,” NTI, May 2013 <https://www.nti.org/media/pdfs/Next_Steps_on_International_Assurances_1.pdf>.
66. Nancy Prindle, “U.S. China on Nuclear Arms and Nonproliferation: Building on Common Technical Interest,” in James Brown, ed., *Arms Control Issues for the Twenty-First Century* (Albuquerque, NM: SNL Publication, SAND97-2619, 1997); Nathan Busch, “China’s Fissile Material Protection, Control, and Accounting: The Case for Renewed Collaboration,” *Nonproliferation Review*, Fall/Winter 2002. Программа сотрудничества была прервана после появления доклада комиссии Фокса и обвинений о китайском шпионаже в американских лабораториях ядерного оружия. Смотрите Cox Report at <<http://www.house.gov/coxreport/pref/preface.html>>. Выводы доклада Фокса критиковались в Китае и в Соединенных Штатах. Смотрите The Information Office of the State Council of P. R. China, “Facts Speak Louder Than Words and Lies Would Collapse on Themselves,” 15 July 1999, <http://www.china-embassy.org/eng/zmgx/zmgx/Political%20Relationship/t35103.htm>; смотрите также Alastair Iain Johnston, W. K. H. Panofsky, Marco Di Capua, and Lewis R. Franklin, *The Cox Committee Report: An Assessment*, December 1999, Stanford University <http://iis-db.stanford.edu/pubs/10331/cox.pdf>.