



Евгений Петелин, Никита Перфильев<sup>1</sup>

## АТОМНАЯ ПАНДА: КИТАЙ В ПОИСКАХ ЭНЕРГОБЕЗОПАСНОСТИ<sup>2</sup>

После начала политики реформ и открытости, инициированных Дэн Сяопином в конце 1970-х гг., экономика Китая стала развиваться стремительно. С 1978 по 2005 г. среднегодовые темпы экономического роста составили 9,6%<sup>3</sup>. С 1980 по 2000 г. Китай увеличил ВВП в четыре раза, однако энергопотребление при этом лишь удвоилось. Это дало возможность китайскому руководству обозначить оптимистичную цель в очередной раз увеличить ВВП в четыре раза к 2020 г. по сравнению с годом 2000. При этом ставится задача добиться 20-процентного снижения энергозатрат на одну единицу ВВП. Оценки реальности достижения такой цели расходятся значительно, но ясно одно: энергопотребление в Китае будет расти в любом случае. По самым скромным подсчетам, потребность в электричестве будет ежегодно увеличиваться на 4,4%<sup>4</sup>, по другим данным, она уже превосходит темпы роста ВВП<sup>5</sup>.

Теоретически Китай, обладающий одними из самых больших в мире запасов угля, способен удовлетворить растущие потребности за счет собственных ресурсов. И действительно, в энергетическом балансе страны уголь занимает доминирующее положение. Ежедневно в Китае в строй вводится одна угольная электростанция. Но уже в 2007 г. КНР столкнулась с нехваткой ресурса: впервые в истории страны его пришлось импортировать. Одна из причин состоит в ограничениях транспортной инфраструктуры: железнодорожная сеть физически не в состоянии обеспечить доставку сырья от мест производства до потребителей. Кроме того, растущее потребление угля ставит не только перед Китаем, но и перед всем мировым сообществом отнюдь не абстрактные угрозы экологической безопасности. В крупных китайских промышленных центрах и городах кислотные дожди уже давно не редкость, при этом выбросы CO<sub>2</sub> негативно влияют на здоровье населения и снижают темпы экономического роста.

В связи с этим примечателен тот факт, что летом 2008 г. многочисленные угольные электростанции, находящиеся в непосредственной близости от объектов летних Олимпийских игр, будут закрыты за 30 дней до начала проведения игр и на все время состязаний с 8 по 26 августа<sup>6</sup>.

Неудивительно, что Китай рассматривает атомную энергетику как альтернативу, которая способна частично удовлетворить энергетические потребности страны без нанесения непоправимого вреда окружающей среде.

### ЯДЕРНАЯ АЛЬТЕРНАТИВА В СТРАТЕГИИ МИРНОГО РАЗВИТИЯ КНР

Стратегическое решение развивать атомную энергетику было принято китайским руководством в конце 70-х гг. XX в. Это решение отвечает общей тенденции, обозначившейся в Северо-Восточной Азии<sup>7</sup>. И Япония, и Южная Корея рассматривают атомную энергетику в качестве одного из важнейших направлений решения энергетических проблем<sup>8</sup>.



Аргументы в пользу развития атомной энергетики для Китая практически не отличаются от общемировых. Прежде всего, при нынешних ценах на углеводородное сырье строительство АЭС более выгодно в экономическом плане, нежели развитие другого сектора энергетики. Новый энергоблок с реактором-тысячником обойдется примерно в 2–2,5 млрд долл. США<sup>9</sup>. Новая угольная ТЭЦ будет стоить около 1,2 млрд, а новая станция, работающая на газе, – 500 млн. Однако в дальнейшем относительно низкая цена сырья и степень эффективности при эксплуатации АЭС будут способствовать получению более дешевого электричества<sup>10</sup>.

Вторым фактором, определяющим атомный выбор Китая, является недостаток углеводородного сырья и наличие комплекса проблем, связанных с его импортом и последующей транспортировкой. Специалисты отмечают, что способность Китая обеспечить себя энергоносителями медленно, но неуклонно снижается. В 1990 г. страна обеспечивала себя ими на 104%, в 1998 – на 98%, в 2000 – на 97%. Это больше, чем в США (73%), Индии (84%) или Бразилии (78%), и намного больше, чем в соседних экономических развитых странах – таких как Япония (20%) или Республика Корея (17%). Для сравнения можно отметить, что Россия обеспечена энергоресурсами на 157%<sup>11</sup>. В то же время по нефти степень обеспеченности Китая составляет менее 50%. Это вынуждает КНР наращивать импорт энергетических ресурсов, в первую очередь нефти<sup>12</sup>. В результате возникает растущая зависимость Китая от мировых цен на нефть, что напрямую влияет на состояние экономики страны.

Важно также отметить, что большинство импортируемой нефти доставляется по морю и при этом лишь небольшая часть морских перевозок осуществляется китайскими судами. В 2002 г. из 69,4 млн т ввезенной в Китай нефти 64,5 млн т было доставлено морем, в том числе только около 7 млн т на китайских судах<sup>13</sup>. Эта ситуация сохранилась и в 2003 г.<sup>14</sup>. Наиболее уязвимым участком морских перевозок в Китай и из Китая, включая в первую очередь перевозки нефти, считается Малаккский пролив, соединяющий Южно-Китайское море с Андаманским. Через него проходит 70% китайского импорта нефти. Пролив, ширина которого в самой узкой части составляет всего 40 км, может контролироваться не только американским военно-морским флотом, но и разнообразными пиратами и террористами. В КНР полагают, что в ближайшие 5–10 лет он может стать источником серьезной потенциальной опасности для импорта нефти и для китайской экономики<sup>15</sup>.

Третьим аргументом в пользу атомного выбора Китая является относительная экологичность АЭС. При анализе особенностей и структуры энергетического баланса Китая обращает на себя внимание очень высокая доля угля в общем энергопотреблении (более 70%), что существенно ухудшает экологичность китайского топливно-энергетического комплекса, который по выбросам углекислого газа занимает второе место в мире после США. В Программе действий по устойчивому развитию Китая в начале XXI в., принятой 5 февраля 2007 г., отмечается необходимость перехода на *чистые* источники энергии, в том числе развитие таких источников, как атомная энергия<sup>16</sup>.

Согласно 10-му пятилетнему плану (2001–2005 гг.), Китай к 2020 г. планировал ввести в строй ядерные мощности более чем на 30 ГВт в дополнение к уже имеющимся, чтобы доля атомной энергетики составляла 4%, то есть 40 ГВт от планируемых 1000 ГВт совокупной мощности. На сегодняшний день речь идет уже о 60 ГВт, что намного выше ранее заявленных цифр<sup>17</sup>. С учетом того, что к 2020 г. в процессе строительства должны будут находиться еще 18 ГВт ядерных мощностей, Китаю необходимо выйти на уровень строительства до 3 ГВт в год<sup>18</sup>.

В 11-й пятилетний план (2006–2010 гг.) были включены конкретные положения по охране окружающей среды, которые предусматривают 20-процентное снижение энергопотребления на одну единицу ВВП. Это предполагает большую опору на атомную энергетику. Изначально в план было включено строительство 14 реакторов. По мнению китайских физиков-ядерщиков, «начиная с июня 2006 г., стало формироваться единодушное мнение относительно важной роли атомной энергетики для устойчивого развития Китая»<sup>19</sup>. «Необходимо увеличить долю атомной энергетики и возобновляемых источников энергии при одновременном стремлении к снижению зависимости от электроэнергетики на угле», – заявил вице-председатель Государственной комиссии по развитию и реформе КНР (ГКРП) Чжан Гобао. По его словам, в Китае растет спрос на строительство

новых АЭС, и новые мощности необходимы в разных районах, а не только в прибрежных провинциях, таких как Чжэцзян, Гуандун и Цзянсу<sup>20</sup>.

О важности развития атомной энергетики Китая говорит тот факт, что уран был отдельно упомянут в документе под названием «Политика Китая в отношении минеральных ресурсов в 2003 г.»<sup>21</sup>. В нем делается акцент на необходимости рационального использования энергоресурсов и возможности привлечения иностранных технологий для их разработки.

Таким образом, можно отметить растущую убежденность в перспективности атомного сектора энергетики в политических кругах Китая. «Атомная энергетика является чистым и безопасным способом получения электроэнергии с хорошо отработанной технологией и достаточной гибкостью», – говорится в итоговом документе заседания Госсовета КНР от 21 июля 2004 г. «Повышение доли атомной энергетики в общем энергобалансе является крайне важным для развития высокотехнологичных и производящих отраслей промышленности, экономического роста, совершенствования структуры энергоснабжения, обеспечения энергетической безопасности, а также для поддержки стратегии устойчивого развития», – отмечается в документе<sup>22</sup>.

## СОСТОЯНИЕ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Уже сейчас атомная энергетика играет важную роль в экономике Китая. Это, прежде всего, относится к наиболее динамично развивающимся прибрежным районам, находящимся на значительном удалении от запасов угля. Согласно данным Государственного статистического управления КНР, в 2007 г. в Китае объем выработки электроэнергии составил 3 трлн 277 млрд кВт/ч, однако лишь 1,9% пришлось на АЭС<sup>23</sup>.

Это объясняется тем фактом, что гражданский сектор атомной энергетики в материковом Китае начал развиваться достаточно поздно. Несмотря на то, что Китай стал пятой ядерной державой в 1964 г., лишь в начале 1970-х гг. премьер-министр Чжоу Эньлай заявил о необходимости развития гражданской ядерной программы. Первое предложение о создании гражданской АЭС было одобрено лишь в ноябре 1981 г.<sup>24</sup>.

АЭС «Циньшань-1», расположенная в провинции Чжэцзян в 100 км к юго-востоку от Шанхая, является первой АЭС, разработанной и сооруженной собственными силами. Ее сооружение длилось почти семь лет с марта 1985 г.<sup>25</sup>. Она была подключена к сети в декабре 1991 г., что делает ее старейшей АЭС в материковом Китае. С октября 2007 г. под контролем *Areva* ведутся работы по продлению срока ее эксплуатации за пределы изначально заложенных 30 лет.

Реакторы второй очереди АЭС «Циньшань» также относятся к собственным проектам Китая. Их дизайн основан на «Циньшань-1» и представляет собой двухконтурные легководные реакторы типа CNP-600. Их сооружение заняло шесть с половиной лет.

Вместе с тем, достаточно рано Китай начал привлекать иностранные компании для строительства АЭС. Как правило, такое сотрудничество проводится на основе межправительственных соглашений. На данный момент Китай заключил соглашения о сотрудничестве в области мирного использования атомной энергии с 17 государствами: Австралией, Аргентиной, Бельгией, Бразилией, Великобританией, Вьетнамом, Египтом, Ираном, Канадой, Пакистаном, Россией, США, Францией, ФРГ, Швейцарией, Южной Кореей и Японией.

Строительство АЭС «Дая Бэй», состоящей из двух реакторов мощностью 944 МВт, началось в августе 1987 г. и осуществлялось при содействии французской *Electricite de France* с участием китайских инженеров. В коммерческую эксплуатацию станция была запущена в марте 1994 г. Реакторы были поставлены *Framatome* и представляют собой стандартные французские трехконтурные реакторы типа PWR. В 1994–1996 гг. *Framatome* пришлось проводить значительные ремонтные работы реакторов, что привело к простоем станции. Крышки корпусов ядерных реакторов были заменены в 2004 г. Сейчас станция производит порядка 13 млрд кВт/ч в год<sup>26</sup>.

Первая очередь АЭС «Лингао» фактически представляет собой копии реакторов АЭС «Дая Бэй». Строительство, начатое в мае 1997 г., завершилось: первый блок – май



2002 г., второй – январь 2003 г. Реакторы основаны на французской технологии, которая подверглась 30-процентной локализации, поэтому они получили собственное китайское обозначение – CPR-1000.

Не осталась в стороне и Канада. Третья очередь АЭС «Циньшань» состоит из двух реакторов на тяжелой воде (PHWR) типа CANDU-6 мощностью 650 МВт. Канадская *Atomic Energy of Canada (AECL)* поставила АЭС *под ключ*. Строительство первого реактора осуществлялось с июля 1998 г. по декабрь 2002 г., второго – с сентября 1998 г. по сентябрь 2003 г., то есть около пяти лет.

Россия стала третьей страной, поставившей АЭС в Китай. Межправительственное соглашение о сотрудничестве в сооружении в КНР атомной станции и предоставлении Россией Китаю государственного кредита было заключено в 1992 г. Тогда по решению китайской стороны строительство блоков было намечено осуществить на площадке, расположенной в провинции Ляонин. Вплоть до 1997 г. шли согласование деталей и разработка технико-экономического обоснования сооружения АЭС на выбранной площадке. При этом в конце 1996 г. китайская сторона приняла решение о строительстве станции в другом месте – в провинции Цзянсу в районе г. Ляньюньган. 29 декабря 1997 г. был подписан генеральный контракт на сооружение Ляньюньганской (переименованной впоследствии в Тяньваньскую) АЭС<sup>27</sup>. Россией предоставлялся кредит в размере 1,5 млрд долл. (вместо 2,5 млрд долл., первоначально предусмотренных Соглашением) со сроками ввода первого энергоблока – 2004 г., второго – 2005 г. на 13 лет под 4% годовых. Начало возврата кредита – через 2 года после ввода первого энергоблока. К строительству приступили в октябре 1999 г.

Первая очередь АЭС «Тяньвань» построена по проекту АЭС-91 и состоит из двух российских реакторов типа ВВЭР-1000. Стоимость проекта составила около 3,2 млрд долл. США. Необычным объектом АЭС «Тяньвань» делает то, что на ней впервые в Китае применена цифровая система контроля и управления (СКУ), сочетающая в себе оборудование разных поставщиков и высокий уровень автоматизации технологических процессов. С помощью этой системы более 94% работ станции осуществляется автоматически. Участниками проекта СКУ стали *Цзянсуская корпорация по ядерной энергии* и *Китайская промышленная корпорация по атомной энергии* – с китайской стороны, *ЗАО Атомстройэкспорт*<sup>28</sup> – с российской и *Siemens* – с немецкой. Ввод станции в эксплуатацию переносился из-за проблем с оборудованием. В итоге строительство было завершено лишь в 2007 г., заняв, таким образом, почти 8 лет. Проектный срок эксплуатации станции установлен на отметке 40 лет.

Таблица 1. Действующие АЭС<sup>29</sup>

АЭС	Провинция	Тип	Реальная мощность одного реактора, МВт	Начало эксплуатации, г.	Изготовитель
Циньшань-1	Чжэцзянь	PWR	288	1991	КНР
Дая Бэй 1 и 2	Гуандун	PWR (M-310)	944	1994	Франция, <i>Framatome</i>
Циньшань 2 и 3	Чжэцзянь	PWR (CNP-600)	610	2002, 2004	КНР
Лингао 1 и 2	Гуандун	PWR (CPR-1000)	938	2002, 2003	Франция, <i>Framatome</i>
Циньшань 4 и 5	Чжэцзянь	PHWR (CANDU-6)	650	2002, 2003	Канада, <i>AECL</i>
Тяньвань 1 и 2	Цзянсу	PWR (ВВЭР-1000)	1000	2007	Россия, <i>Атомстройэкспорт</i>
<b>Всего: 11</b>			<b>8572</b>		

Таким образом, в настоящий момент в Китае в общей сложности эксплуатируются 11 реакторов общей мощностью приблизительно 8,6 ГВт (См. *Таблицу 1*). Из них девять реакторов на легкой воде типа PWR, два из которых – российские водо-водяные реакторы ВВЭР<sup>30</sup>, и два реактора на тяжелой воде PHWR. Из этих 11 реакторов только три реактора – собственно китайского производства, реакторы АЭС «Лингао» хоть и имеют китайскую маркировку, основаны на французских технологиях.

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

В качестве основного реактора в Китае выделяют реакторы типа PWR. При этом Китай проводит активную реформу в атомной сфере с целью увеличения самодостаточности во всем спектре ядерных технологий, включая производство и поставку тепловыделяющих сборок (ТВС), производство АЭС и оборудования для них. Тем не менее, в качестве основы берутся иностранные технологии, которые адаптируются для внутреннего использования.

*Таблица 2. АЭС в процессе строительства*<sup>31</sup>

АЭС	Провинция	Тип	Мощность одного реактора, МВт	Начало строительства, г.	Начало эксплуатации, г.	Изготовитель
Лингао 3 и 4	Гуандун	CPR-1000	1000	декабрь 2005, май 2006	2010, 2011	КНР
Циньшань 6 и 7	Чжэцзянь	CNP-600	610	апрель 2006, январь 2007	2011, 2012	КНР
Хуньяньхэ 1 и 2	Ляонин	CPR-1000	1000	август 2007, апрель 2008	2012, 2013	КНР
Ниндэ-1	Фуцзянь	CPR-1000	1000	декабрь 2007	2012	КНР
Янцзян-1	Гуандун	CPR-1000	1000	май 2008	2013	КНР
<b>Всего: 8</b>			<b>7220</b>			

Сейчас в процессе строительства в Китае находятся восемь энергоблоков: три реактора в провинции Гуандун, по два реактора в провинциях Чжэцзян и Ляонин, один новый реактор в провинции Фуцзянь (см. *Таблицу 2*). При успешном завершении строительства и своевременном вводе в эксплуатацию всех указанных энергоблоков в 2013 г. совокупная мощность китайских АЭС достигнет 15,8 ГВт без учета АЭС, строительство которых еще не началось.

При этом немаловажным является тот факт, что все 8 энергоблоков строятся Китаем самостоятельно: тип CNP-600 – на основе собственных технологий, тип CPR-1000 – на основе французских технологий. Одновременно продолжается дальнейшая локализация французской технологии: если для третьего блока АЭС «Лингао» она составит 50%, то для четвертого – уже 70%; для блоков АЭС «Хуньяньхэ» и «Ниндэ» она составит от 70 до 85%<sup>32</sup>. Таким образом, политика развития атомной энергетики на основе иностранных технологий, но собственными силами начинает себя оправдывать. Необходимо отметить, что в Китае также идут разработки реактора третьего поколения типа CNP-1000, в основе которого лежат французская и американская технологии, строительство которого может начаться после 2016 г. Кроме того, Китай активно ведет исследования в области создания высокотемпературного газоохлаждаемого реактора и экспериментального реактора на быстрых нейтронах<sup>33</sup>.

Стоит заметить, что полученные технологии Китай вполне может в дальнейшем экспортировать в другие страны. На сегодняшний день Китай строит АЭС по своему проекту только в Пакистане. Межправительственное соглашение предусматривает сооружение



до восьми энергоблоков. Мощность сооружаемого в настоящий момент энергоблока 300 МВт. При этом уже обсуждается вопрос строительства реакторов по типу CNP-1000<sup>34</sup>. Кроме того, Китай не исключает своего участия в тендерах на поставку реакторов и в другие страны, например, в Белоруссию<sup>35</sup>.

Потенциал для роста атомной энергетики вызывает интерес со стороны международных компаний. Китай активно проводит переговоры с иностранными корпорациями, участвующими в тендерах на строительство АЭС в стране, такими как американская *Westinghouse*<sup>36</sup>, французская компания *Areva* и российская компания *Атомстройэкспорт*. Эти три компании стоят в списке приоритетных на участие в новых тендерах<sup>37</sup>.

## СОТРУДНИЧЕСТВО С США

Сотрудничество Китая с Соединенными Штатами в атомной области развивалось на протяжении нескольких десятилетий. Первые попытки были предприняты еще в 1980-х гг. Так, в 1985 г. было заключено соглашение о сотрудничестве в области мирного атома. Однако до стадии практической реализации оно так и не дошло, так как в 1986 г. появилась информация о сотрудничестве Китая с Пакистаном, и конгресс США наложил запрет на реализацию соглашения до тех пор, пока не будет доказано отсутствие такого сотрудничества. Только при администрации Билла Клинтона в 1997 г. соглашение о сотрудничестве в области мирного использования атомной энергии между Министерством энергетики США и Государственной комиссией по планированию КНР вступило в силу. Его целью было усиление сотрудничества по вопросам развития ядерных технологий и ядерного нераспространения<sup>38</sup>. Тем не менее, сотрудничество было прекращено после так называемого доклада Кокса и последующих обвинений в китайском ядерном шпионаже в Лос-Аламосской лаборатории<sup>39</sup>.

Лишь в мае 2004 г. сотрудничество было возобновлено, когда ГКРП и Министерство энергетики США подписали Меморандум о взаимопонимании по вопросу сотрудничества в области энергетической политики. Политический диалог между США и Китаем в области энергетики основывается на деятельности совместных предприятий двух стран, работающих в сфере ядерной физики высоких энергий, энергии ископаемого топлива, энергетической эффективности и возобновляемой энергии, а также обмене информацией в области энергетики.

В июне 2005 г. и сентябре 2006 г. в Вашингтоне и Ханчжоу прошли встречи представителей двух стран по вопросам энергетики. Они являются основой для сотрудничества в области повышения энергетической эффективности и развития новых источников энергии в долгосрочной перспективе. В начале февраля 2006 г. Соединенные Штаты объявили о Глобальном партнерстве в атомной энергетике. О намерении присоединиться к программе заявил и Китай, подписав 16 сентября 2007 г. в штаб-квартире МАГАТЭ в Вене заявление о принципах Глобального ядерного энергетического партнерства.

16 декабря 2006 г. глава ГКРП Ма Кай и министр энергетики США Самуэл Бодман подписали в Пекине Меморандум о понимании, предполагающий закрепление за корпорацией *Westinghouse* возможности строительства четырех энергоблоков в Китае<sup>40</sup>. Это должны были быть первые энергоблоки третьего поколения в Китае. Меморандум также предполагал возможность передачи технологии.

Практическое развитие в данном направлении началось только 26 февраля 2008 г., когда стартовала подготовка к строительству АЭС «Саньмень» в провинции Чжэцзян. На первой очереди станции планируется установить два блока с американскими реакторами AP-1000 производства компании *Westinghouse*<sup>41</sup>.

Всего АЭС «Саньмень» будет состоять из шести энергоблоков. Китайские власти дают понять, что, скорее всего, все реакторы на этой станции будут одного и того же типа. Но если первые два блока будут сооружаться специалистами *Westinghouse*, то на последующих блоках могут быть установлены китайские клоны AP-1000.

По условиям соглашения с *Westinghouse*, всего американцы поставят в КНР четыре реактора AP-1000, а также передадут технологию их строительства. Клоны AP-1000 могут в будущем вытеснить с китайского рынка реакторы CPR-1000 (клоны французских водородных реакторов). Эксперты полагают, что передача технологий Китаю «будет стоить американцам их позиций на китайском рынке строительства АЭС, которые серьезно пошатнутся»<sup>42</sup>.

На строительство электростанции государственная энергетическая компания *China Guodian* получила кредит в размере 300 млн долл. от Банка Китая. Как сообщает газета *Жэньминь Жибао*, первая очередь атомной электростанции будет сдана через 5–6 лет, к 2014 г.<sup>43</sup>. А в сентябре 2009 г. начнется сооружение АЭС «Хайян», где также будут установлены два других блока AP-1000.

Стоит отметить, что АЭС «Саньмень» станет первой в мире атомной станцией, на которой будут установлены реакторы AP-1000, ранее нигде не апробированные. Западные атомщики неоднозначно восприняли намерения Китая клонировать технологии блоков с AP-1000 производства *Westinghouse*. Удивление связано, прежде всего, с тем, что технология AP-1000 не использовалась даже в Соединенных Штатах. В связи с этим отмечается, что для китайского правительства такой шаг является довольно рискованным и «что у выбора в пользу американских технологий есть политическая подоплека»<sup>44</sup>.

## СОТРУДНИЧЕСТВО С ФРАНЦИЕЙ

Развитию сотрудничества в сфере атомной энергетики между Францией и КНР во многом способствует тот факт, что Франция является первой страной, поставившей в Китай ядерные реакторы. В октябре 2006 г. во время визита в Китай французского президента Жака Ширака страны договорились о более тесном сотрудничестве в области атомной энергетики. 1 декабря 2006 г. в Пекине было торжественно заявлено о расширении сотрудничества Китая и Франции в этой области.

В конце января 2007 г. президент группы *Areva* Анн Ловержон подписала в Пекине предварительное соглашение – подобное тому, что было подписано компанией *Westinghouse* – на поставку в Китай двух реакторов третьего поколения EPR мощностью 1600 МВт каждый<sup>45</sup>. При этом Китай долгое время настаивал на передаче компанией *Areva* технологии переработки облученного ядерного топлива в рамках контракта на поставку реакторов.

В ноябре 2007 г. *Areva* и *Китайская гуандунская ядерно-энергетическая корпорация (CGNPC)* подписали соглашение на поставку в Китай двух реакторов EPR. Стоимость контракта составляет 8 млрд евро (около 12 млрд долл.)<sup>46</sup>. Анн Ловержон назвала это соглашение «историческим и беспрецедентным для мирового рынка ядерной энергетики»<sup>47</sup>.

Согласно условиям поставки, *Areva* передает Китаю технологию реакторов третьего поколения. По мнению экспертов, передача такой технологии может занять длительное время, возможно, около 15 лет, как это было в случае завода по переработке облученного ядерного топлива (ОЯТ) в Роккасе (Япония), построенного с использованием технологии *Areva*. В феврале 2008 г. соглашение было одобрено руководством КНР<sup>48</sup>.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С РОССИЕЙ

В сотрудничестве Китая и России самый крупный совместный проект – строительство АЭС «Тяньвань» (ТАЭС), осуществленное в рамках межправительственного российско-китайского соглашения от 18 декабря 1992 г. Результатом успешного выполнения российской компанией обязательств по сооружению первой очереди станции стало принципиальное соглашение между ЗАО *Атомстройэкспорт* и *Цзянсуской ядерной энергетической корпорацией (JNPC)* о сооружении второй очереди ТАЭС, подписанное 6 ноября 2007 г.<sup>49</sup>.



В настоящее время на этой основе готовится проект межправительственного российско-китайского соглашения по строительству третьего и четвертого блоков станции. Как ожидается, в перспективе ТАЭС станет самым крупным ядерно-энергетическим производством страны, в составе которого будет восемь энергоблоков общей мощностью 10 ГВт.

Начальник управления по строительству АЭС в Китае *Атомстройэкспорта* Ю.Г. Иванов заявил, что *Атомстройэкспорт* начнет в Китае серийное строительство энергоблоков атомных станций: «Наработан необходимый опыт, и теперь при условии заключения контракта на сооружение третьего и четвертого энергоблоков ТАЭС *Атомстройэкспорт* будет иметь возможность использовать практику серийного строительства, так как строящиеся блоки будут идентичны первым двум энергоблокам ТАЭС»<sup>50</sup>.

Основным камнем преткновения сегодня является тот факт, что неперенным условием участия иностранных корпораций в строительстве АЭС на территории КНР является готовность к передаче технологий. Возможно, именно это требование китайской стороны стало причиной того, что *Атомстройэкспорт* принимал лишь формальное участие в тендере на строительство АЭС в КНР в декабре 2006 г., когда в конкурсе на поставку реакторов победил *Westinghouse*<sup>51</sup>. Кроме того, возможно, *Атомстройэкспорт* был просто перегружен внешними заказами, поскольку является единственной в мире компанией, которая соорудила одновременно 7 энергоблоков за пределами своей страны – 2 энергоблока АЭС «Тяньвань» в Китае, 2 энергоблока АЭС «Куданкулам» в Индии, 1 блок АЭС «Бушер» в Иране и 2 энергоблока АЭС «Белене» в Болгарии<sup>52</sup>. В данный момент российская сторона отказывается передавать технологии строительства АЭС.

Китай и Россия осуществляют сотрудничество в сфере обогащения. В частности на основе соглашения от 1992 г. Россия построила в КНР газоцентрифужный завод по обогащению урана. Договор предполагает, что «Российская Сторона в период между вводом в эксплуатацию газоцентрифужного завода производительностью 500 т ЕРР/год<sup>53</sup> (по урану) и расширением его до 1000 т ЕРР/год (по урану) рассмотрит возможность продажи Китайской Стороне технологии изготовления газоцентрифужного оборудования по дополнительному соглашению»<sup>54</sup>. В рамках данного Соглашения и Дополнительного протокола к нему от 1996 г. на территории КНР было завершено строительство трех очередей газоцентрифужного завода по российской технологии: в октябре 1996 г. – первой очереди производительностью 200 тыс. ЕРР/год в г. Ханьчжун; в мае 1998 г. – второй очереди производительностью 300 тыс. ЕРР/год там же; в ноябре 2001 г. – третьей очереди производительностью 500 тыс. ЕРР/год в г. Ланьчжоу. 6 ноября 2007 г. генеральный директор ОАО *Техснабэкспорт* А.А. Григорьев и президент *China Nuclear Energy Industry Corporation* Чэнь Синьян подписали рамочное соглашение об оказании технического содействия Китаю в сооружении четвертой очереди газоцентрифужного завода<sup>55</sup>. Работа в данной области продолжается, однако дополнительное соглашение о передаче технологий не подписано. С 2010 г. *Техснабэкспорт* также начнет поставки урановой продукции в Китай. Соглашение рассчитано на 11 лет.

Кроме того, Китай рассчитывал принять участие в строительстве на территории России первой в мире плавучей АЭС. Помимо привлечения кредита в размере 400 млн руб. с китайской стороны, участие КНР должно было выразиться в том, что именно на китайской верфи планировалось построить корпусную часть судна для плавучей АЭС. В 2005 г. шла речь о подписании контракта на 85 млн руб. с верфью<sup>56</sup>. Однако российская сторона отказалась от договора, и на сегодняшний день плавучая АЭС строится Россией без участия Китая<sup>57</sup>.

Кроме того, одной из перспектив сотрудничества является сооружение китайского экспериментального реактора на быстрых нейтронах. Стороны активизируют взаимодействие в данной области<sup>58</sup>.

## **РАЗВИТИЕ СОТРУДНИЧЕСТВА С КАНАДОЙ**

Несмотря на решение Китая в июне 2005 г. не планировать в дальнейшем строительства тяжеловодных АЭС канадского образца<sup>59</sup>, атомщики Канады не покидают китайский рынок. 9 сентября 2005 г. было подписано соглашение о сотрудничестве. При подписа-



нии присутствовали руководители обоих государств<sup>60</sup>. *AECL* и *Китайская национальная ядерная корпорация (CNNC)* договорились о проведении совместных работ по целому ряду направлений, в том числе: разработка проекта усовершенствованного тяжеловодного реактора CANDU для нужд Китая; работы в области материаловедения для тяжеловодной программы; обращение с радиоактивными отходами (РАО); топливный цикл реакторов CANDU; разработка и совершенствование компьютеризованных средств поддержки оператора АЭС; сотрудничество по перспективным направлениям, таким как производство водорода. Новое соглашение расценивается как важный шаг на пути упрочнения китайско-канадских ядерных связей<sup>61</sup>.

Таблица 3. Планы строительства АЭС<sup>62</sup>

АЭС	Провинция	Тип	Мощность одного реактора, МВт	Начало строительства, г.	Начало эксплуатации, г.	Изготовитель
Ниндэ 2, 3, 4	Фуцзянь	CPR-1000	1000	сентябрь 2008, июль 2009, март 2010	2013–2015	КНР
Тайшань 1 и 2	Гуандун	EPR	1600	декабрь 2008, январь 2010	2014, 2015	Франция, <i>Areva</i>
Янцзян 2, 3, 4	Гуандун	CPR-1000	1000	февраль 2009, сентябрь 2010, июль 2010	2013–2015	КНР
Хуньяньхэ 3 и 4	Ляонин	CPR-1000	1000	март 2009, июль 2010	2013, 2014	КНР
Саньмень 1 и 2	Чжецзян	AP-1000	1000	март 2009	2013, 2014	США, <i>Westinghouse</i>
Хайян 1 и 2	Шаньдун	AP-1000	1000	сентябрь 2009	2014, 2015	США, <i>Westinghouse</i>
<b>Всего: 14</b>			<b>15 200</b>			

Анализируя планы китайского правительства, стоит отметить, что к 2015 г. в Китае планируют построить еще 14 энергоблоков, помимо 11 имеющихся и 8 находящихся в стадии строительства уже сегодня (см. *Таблицу 3*). Следовательно, при успешном завершении строительства и своевременном вводе в эксплуатацию всех указанных энергоблоков в 2015 г. совокупная мощность китайских АЭС достигнет 31 ГВт, то есть вырастет в 2 раза по сравнению с планируемой совокупной мощностью 2013 г. При этом 6 из 14 энергоблоков предполагается строить с помощью иностранных компаний (*Westinghouse* и *Areva*).

### ВОПРОСЫ ПОСТАВОК УРАНА И ОБРАЩЕНИЕ С ОЯТ

Согласно подтвержденным запасам урана, Китай обладает 70 тыс. т природного урана, что теоретически достаточно для обеспечения АЭС в краткосрочной перспективе<sup>63</sup>. Сейчас в стадии строительства находятся восемь реакторов<sup>64</sup>, а к 2015 г. в строй планируется ввести 22 блока<sup>65</sup>, что, по оценке директора управления атомной энергии Государственного комитета по оборонной науке, технике и оборонной промышленности КНР Цао Шудуна, приведет к росту потребности в уране в 4–6 раз к 2020 г.<sup>66</sup>.

В 2008 г. Китаю понадобится 1396 т природного урана, что составляет 2,1% от мировых потребностей<sup>67</sup>. Производство 840 т на нескольких рудниках покрывает больше полови-



ны существующего спроса (см. Таблицу 4). Китайская ядерная урановая корпорация, контролирующая всю добычу урана в стране, планирует в ближайшее время запустить еще один рудник в Фучжоу мощностью 200 т урана в год, а также увеличить добычу на руднике Иньин до 300 т. в год. Кроме того, с 1963 по 1996 г. в Китае эксплуатировался рудник Хэнян мощностью до 1000 т, который сейчас находится на консервации<sup>68</sup>.

Таблица 4. Действующие урановые рудники<sup>69</sup>

Рудник	Провинция	Номинальная мощность (т урана в год)	Начало эксплуатации, г.
Фучжоу	Гуанси	300	1966
Чуньи	Гуанси	120	1979
Иньин	Синьцзян	200	1993
Ланьтянь	Шаньси	100	1993
Беньси	Ляонин	120	1996

В феврале 2008 г. сообщалось, что китайские геологи открыли крупнейшие в стране залежи урановой руды, которые расположены недалеко от китайско-казахстанской границы в районе реки Или Синьцзян-Уйгурского автономного района КНР. По заявлению представителя Госкомитета КНР по геологоразведке Ван Чена, запасы урановой руды оцениваются в 10 тыс. т перспективной разработки<sup>70</sup>.

В 2010 г. Китаю понадобится 3600 т урана ежегодно и 2,5 млн ЕРР. К 2020 г. показатели могут достичь 10 тыс. т и 7 млн ЕРР<sup>71</sup>, поэтому очевидно, что собственных урановых запасов Китаю не хватит. Для того чтобы обеспечить АЭС топливом, КНР стремится получить доступ к урановым ресурсам за рубежом.

В сентябре 2006 г. в Пекине было подписано стратегическое соглашение между австралийской компанией *PepinNini Minerals Ltd.* и китайской компанией *Sinosteel Corp.*, выступающей в партнерстве с *CNNC*, по совместной разработке и эксплуатации проекта «Провинция Курнамона» в Южной Австралии, который включает разработку урановых месторождений на участках Крокер-Уэлл и Маунт-Виктория. По оценкам, ресурсы «Провинции Курнамона» составляют 67,50 тыс. т руды с содержанием оксида урана 0,5 кг/т<sup>72</sup>.

Китайская ядерная международная урановая корпорация (*SinoU*), созданная *CNNC*, занимается разработкой урановых рудников в Нигере и Нигерии, а также рассматривает возможности добычи в Монголии и Алжире<sup>73</sup>.

В конце сентября 2007 г. национальная атомная компания *Казатомпром* подписала соглашение с *CGNPC* и *CNNC* о создании совместного предприятия (СП) по освоению урановых месторождений в Казахстане. Стороны, в частности, договорились, что китайские компании получают доступ к освоению казахских урановых месторождений, а *Казатомпрому* разрешено инвестировать в атомную энергетику КНР<sup>74</sup>. Кроме того, *Казатомпром* и *CNNC* подписали рамочное соглашение «об углублении и расширении стратегического сотрудничества», в котором определили направления стратегического партнерства в атомной сфере. В соответствии с этими документами весь уран, добываемый казахстанско-китайскими СП, будет поставляться в Китай в виде продуктов более высокой степени передела ядерного топлива<sup>75</sup>.

В ноябре 2007 г. *CGNPC* получила 24,5% акций *UraMin*, дочерней фирмы *Areva*, занимающейся вопросами разработки урановых месторождений в Намибии, Центрально-Африканской Республике и Южной Африке. Кроме того, *Areva* обязалась поставить в КНР порядка 23 тыс. т урана до 2022 г., рассчитанного на 17 перезагрузок, что стало частью сделки о поставке французских реакторов для АЭС «Тайшань»<sup>76</sup>. Топливо будет произведено во Франции.

Кроме того, чтобы гарантировать бесперебойное снабжение АЭС топливом, в апреле 2007 г. Государственный комитет по оборонной науке, технике и оборонной промышленности КНР объявил о том, что в Китае будут созданы стратегический запас урана и коммерческая система резервных поставок. Резерв будет создаваться на основе природного урана, добытого в бассейне реки Или Синьцзян-Уйгурского автономного района и бассейне реки Ордос, расположенной в автономном районе Внутренняя Монголия на севере КНР. Ожидается, что к 2010 г. будут уточнены все параметры создаваемого государственного резерва<sup>77</sup>.

Что касается обогатительных мощностей, то в гражданском секторе атомной энергетики у Китая имеется три завода общей мощностью 1 млн ЕРР/год, которые были поставлены Россией. Остальные потребности в данный момент покрываются услугами *Urenco* и российского *Техснабэкспорта*. На заводе в г. Ибинь (Сычуань) производится 11 т топливных сборок (ТВС) в год для «Циньшань-1» и 26 т ТВС для обоих блоков на АЭС «Дая Бэй». Завод Баотоу обеспечивает поставки ТВС для двух канадских реакторов на площадке АЭС «Циньшань». Для того, чтобы выполнить установку на самообеспечение, потребуется ввод новых мощностей по добыче и обогащению урана, а также по производству топлива<sup>78</sup>.

Еще одним важным вопросом, связанным с развитием атомной энергетики, является вопрос обращения с ОЯТ. Согласно планам по увеличению доли АЭС в энергобалансе, ежегодный объем ОЯТ составит около 600 т в 2010 г. и 1000 т в 2020 г., а объем накопленного топлива составит 3600 и 12 300 т соответственно. В Китае до сих пор нет государственной программы по обращению с ОЯТ, однако данное законодательство находится в процессе формирования.

Строительство централизованного *мокрого* хранилища, способного вместить 500 т ОЯТ, было завершено в 2003 г. на базе ядерного комплекса в Ланчжоу. Его объем может быть удвоен<sup>79</sup>.

Также запущены *пилотные* проекты по переработке топлива, основанные на китайской технологии. Проектная мощность – 50 т в год с возможностью увеличения до 100 т. Ожидается, что эксплуатация начнется в 2008 г. В случае успешной реализации *пилотного* проекта рассматриваются планы строительства к 2020 г. большого коммерческого завода, который займется переработкой ОЯТ. Вполне вероятно, что он будет поставлен под международные гарантии<sup>80</sup>.

Кроме того, *CNNC* подписала соглашение с *Areva*, согласно которому будет рассмотрена возможность строительства завода по переработке ОЯТ и производства МОКС-топлива. Возможные затраты – 15 млрд евро.

## СТАНЕТ ЛИ ПАНДА ДРАКОНОМ?

Атомная энергетика рассматривается китайским руководством как одно из приоритетных направлений обеспечения энергобезопасности КНР. Хотя в относительных показателях доля АЭС (2% в выработке электричества сейчас и планы увеличения до 4–6% к 2020 г.) кажется незначительной, абсолютные показатели впечатляют.

При этом дает плоды политика опоры на собственные силы с привлечением иностранных технологий. Если раньше Китай опирался на поставки реакторов из-за рубежа, то сейчас, адаптировав иностранные технологии, Китай постепенно становится самодостаточным во всем спектре строительства АЭС. В свете того, что неперенным условием участия иностранных корпораций в строительстве АЭС на территории КНР является готовность к передаче технологий, можно сделать вывод о том, что в будущем Китай намерен полностью отказаться от помощи иностранных государств в строительстве своих АЭС и, кроме того, наладить собственный экспорт технологий развития мирной энергетики. Из восьми строящихся в данное время реакторов все восемь строятся самими китайцами.

С вопросом о передаче технологий связан еще один примечательный аспект. Как показывает история строительства АЭС в Китае, успешно внедренные реакторные техноло-



гии в итоге закрепляются за одной из трех ведущих китайских корпораций. Так, *CGNPC*, осуществляя взаимодействие с корпорацией *Framatome*, заполучила технологию строительства реакторов типа PWR и теперь осуществляет строительство реакторов CPR-1000, постепенно увеличивая степень локализации. Сегодня уже можно прогнозировать, что в дальнейшем именно *CGNPC* начнет строительство АЭС на основе французских реакторов EPR, которые будут поставлены французской *Areva*. Корпорация *CNNC* иностранными технологиями пока не обладает и осуществляет строительство реакторов полностью китайского происхождения. При этом *CNNC* и *China Power Investment Corporation (CPI)* начинают сотрудничество с *Westinghouse* по строительству реакторов типа AP-1000, и, следовательно, именно эти компании в дальнейшем станут обладателями технологии производства данного типа реактора.

Неоднозначно стоит вопрос обеспечения действующих и новых АЭС топливом. Собственных урановых запасов Китаю не хватает. В то же время государственная политика по созданию стратегического резерва в комбинации с коммерческими поставками объективно будет способствовать большей энергобезопасности страны хотя бы потому, что накопить и сохранить урановый запас, способный обеспечить бесперебойную работу АЭС в течение длительного времени, гораздо легче, чем создать, к примеру, стратегические трехмесячные запасы нефти. Успех реакторного бизнеса *Areva* во многом основан на том, что, во-первых, компания допустила китайских партнеров в свой урановый бизнес, а во-вторых, гарантировала обеспечение всех строящихся ею АЭС на весь срок эксплуатации. На сегодняшний день данная корпорация предоставляет Китаю самый широкий спектр услуг в сфере атомной энергетики: добыча урана, строительство реакторов, продление срока службы АЭС, переработка ОЯТ, производство МОКС-топлива. С российской стороны спектр выглядит иначе: строительство реакторов, строительство газодиффузионного завода по обогащению урана, поставка урановой продукции, совместное сооружение реактора на быстрых нейтронах. Можно сказать, что сотрудничество с Россией занимает особую нишу в развитии атомной энергетики КНР.

В перспективе Китай может составить конкуренцию и нынешним лидерами реакторного бизнеса. Уже сейчас Китай строит АЭС в Пакистане. Если слухи о подготовке китайско-пакистанского соглашения по типу американо-индийского оправдаются, то сотрудничество двух стран в области атомной энергетики будет расширено. Тем не менее, вряд ли можно говорить о выходе Китая в важнейшие игроки на глобальном ядерном рынке даже в среднесрочной перспективе. КНР в первую очередь озадачена императивами внутреннего развития. А планы по строительству 86 реакторов в ближайшие десятилетия потребуют колоссального напряжения сил и ресурсов для решения этой амбициозной задачи. Для России это в первую очередь означает, что часть китайского атомного пирога может достаться российским компаниям. 🐼

## Примечания

<sup>1</sup> За ценные комментарии, высказанные при написании работы, авторы благодарят заместителя начальника отдела ЗАО *Атомстройэкспорт* А.И. Кукшинова, президента ПИР-Центра В.А. Орлова, научного сотрудника Курчатовского института Н.В. Сараеву, исполнительного директора ПИР-Центра А.В. Хлопкова.

<sup>2</sup> В рамках данной статьи рассматриваются перспективы развития атомной энергетики в материковом Китае без учета Тайваня.

<sup>3</sup> Выступление У Банго на встрече спикеров парламентов стран-участниц ШОС. *Синьхуа*. 2006, 5 мая. <http://russia.mofcom.gov.cn/aarticle/todayupdates/200605/20060502329363.html> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).

<sup>4</sup> Annual Growth in Electricity Generation by Region, 2004–2030. International Energy Outlook 2007. Energy Information Administration, Office of Integrated Analysis and Forecasting, U.S. Department of Energy. Washington, DC. P. 64.

<sup>5</sup> Shealy Malcolm, Dorian James. Growing Chinese Energy Demand Is the World in Denial? A Report of the Energy & National Security Program. Center for Strategic and International Studies.

<sup>6</sup> China to shut down for the Olympics. *World Nuclear News*. 2008, February 12. [http://www.world-nuclear-news.org/IT/China\\_to\\_shut\\_down\\_for\\_the\\_Olympics\\_120208.html? terms=China+to+shut+down+for+the+Olympics](http://www.world-nuclear-news.org/IT/China_to_shut_down_for_the_Olympics_120208.html?terms=China+to+shut+down+for+the+Olympics) (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).

<sup>7</sup> Аналогичную тенденцию можно обозначить на Тайване, который также нуждается в атомной энергетике и где значительное количество электроэнергии уже приходится на ядерные источники. Тем не менее, атомная энергетика превратилась на Тайване в предмет острых политических дискуссий. Демократическая прогрессивная партия, заявившая в качестве ключевой цели «Тайвань, свободный от АЭС», выступает против достройки АЭС «Кунляо», а также рассматривает возможности досрочного вывода из эксплуатации первой и второй АЭС на острове. Этот ценный комментарий подсказан А.И. Кукшиновым (*Атомстройэкспорт*).

<sup>8</sup> Ахтамзян И.А. Потенциал и перспективы атомного фактора в энергетике Северо-Восточной Азии. Энергетические измерения международных отношений и безопасности в Восточной Азии. Под ред. А.В. Торкунова. М.: Навона, 2007. С. 856.

<sup>9</sup> Этот ценный комментарий подсказан А.И. Кукшиновым (*Атомстройэкспорт*).

<sup>10</sup> Ахтамзян И.А. Потенциал и перспективы атомного фактора в энергетике Северо-Восточной Азии. Энергетические измерения международных отношений и безопасности в Восточной Азии. Под ред. А.В. Торкунова. М.: Навона, 2007. С.840.

<sup>11</sup> Труба зовет на восток. *Время Новостей*. 2006, 16 августа <http://archives.maillist.ru/75106/427619.html> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).

<sup>12</sup> Перфильев Никита. Перспективы и проблемы российско-китайского нефтегазового сотрудничества. *Индекс Безопасности*. 2008, № 1 (84). С. 38.

<sup>13</sup> Бергер Я.М. Об энергетической стратегии Китая. *Проблемы Дальнего Востока*. 2004, № 3. С. 34.

<sup>14</sup> China: full report. Energy Information Administration, Office of Integrated Analysis and Forecasting, U.S. Department of Energy. <http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/China/Full.html> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).

<sup>15</sup> Beng Phar Kim. China mulls oil pipelines in Myanmar, Thailand. *Asia Times*. 2004, September 23. [http://www.uofaweb.ualberta.ca/chinainstitute/nav03.cfm? nav03=46778](http://www.uofaweb.ualberta.ca/chinainstitute/nav03.cfm?nav03=46778) (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).

<sup>16</sup> Program of Action for Sustainable Development in China in the Early 21st Century. National Development and Reform Commission. [http://en.ndrc.gov.cn/newsrelease/t20070205\\_115702.htm](http://en.ndrc.gov.cn/newsrelease/t20070205_115702.htm) (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).

<sup>17</sup> К 2020 году установленная мощность китайских атомных станций будет доведена до 60 ГВт. АТОМЭКСПО. 2008, 14 марта. [http://www.rosatom.info/ru/international\\_contacts/collaboration\\_bilateral/china\\_collaboration/index.php?id8=2565](http://www.rosatom.info/ru/international_contacts/collaboration_bilateral/china_collaboration/index.php?id8=2565) (последнее посещение – 24 марта 2008 г.).

<sup>18</sup> Reactor Summaries. Energy Information Administration, Office of Integrated Analysis and Forecasting, U.S. Department of Energy. [http://www.eia.doe.gov/cneaf/nuclear/page/nuc\\_reactors/china/reactors.html](http://www.eia.doe.gov/cneaf/nuclear/page/nuc_reactors/china/reactors.html) (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).

<sup>19</sup> China moving to «active» development of nuclear energy – scientist. 2006, June 9. *BBC News*. <http://www.uofaweb.ualberta.ca/chinainstitute/nav03.cfm?nav03=46728&nav02=43603&nav01=43092> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).

<sup>20</sup> Там же.

<sup>21</sup> China's policy on Mineral Resources (2003). Official publications, China's Government official web portal. Режим доступа: [http://english.gov.cn/official/2005-07/28/content\\_17963.htm](http://english.gov.cn/official/2005-07/28/content_17963.htm) (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).

<sup>22</sup> Госсовет КНР утвердил проекты сооружения новых АЭС. Федеральное агентство по атомной энергетике. 2004, 23 июля. <http://www.minatom.ru/News/Main/view?id=2458&idChannel=265> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).

<sup>23</sup> В континентальной части Китая действуют 11 атомных энергоблоков общей мощностью 9,07 млн кВт. *Синьхуа*. 2008, 3 марта.

<sup>24</sup> Для сравнения, на Тайване первый ядерный реактор был построен в 1956 г., а строительство первой АЭС началось в 1972 г.



- <sup>25</sup> Здесь и далее данные МАГАТЭ. China, People's Republic of: Nuclear Power Reactors – Alphabetic. <http://www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.powrea.htm?country=CN&sort=&sortlong=Alphabetic> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>26</sup> Nuclear Power in China. Australian Uranium Association. Briefing Paper # 68. 2008, February. <http://www.uic.com.au/nip68.htm> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>27</sup> «Атомстройэкспорт» в Китае. *Бюллетень по Атомной Энергии*. 2006, июль. <http://www.atomstroyexport.ru/press/announcements/?id=91> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>28</sup> ЗАО *Атомстройэкспорт* было создано в 1998 г. на базе АО *Атомэнергоэкспорт* и ВПО *Зарубежатомэнергострой*, имевших 25-летний опыт сотрудничества с зарубежными странами в со-  
оружении, эксплуатации и модернизации АЭС.
- <sup>29</sup> Источник: China, People's Republic of: Nuclear Power Reactors – Alphabetic. <http://www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.powrea.htm?country=CN&sort=&sortlong=Alphabetic> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>30</sup> Nuclear Power in China. Australian Uranium Association. Briefing Paper # 68. 2008, February. <http://www.uic.com.au/nip68.htm> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>31</sup> Ibid.
- <sup>32</sup> Nuclear Power in China. 2008, April. World Nuclear Association. <http://world-nuclear.org/info/inf63.html> (последнее посещение – 19 апреля 2008 г.).
- <sup>33</sup> Reactor Summaries. Energy Information Administration Office of Integrated Analysis and Forecasting, U.S. Department of Energy. [http://www.eia.doe.gov/cneaf/nuclear/page/nuc\\_reactors/china/reactors.html](http://www.eia.doe.gov/cneaf/nuclear/page/nuc_reactors/china/reactors.html) (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>34</sup> Nuclear Power in Pakistan. Nuclear Issue Briefing Paper # 108. Australian Uranium Association. 2008, January. <http://www.uic.com.au/nip108.htm> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>35</sup> Емельянов Александр. Условия диктует заказчик. В России ждут тендера на первую АЭС Беларуси (Интервью с первым вице-президентом компании *Атомстройэкспорт* Александром Глуховым). *Российская Газета*. 2007, 25 октября. <http://www.rg.ru/2007/10/25/aes.html> (последнее посещение – 23 марта 2008 г.).
- <sup>36</sup> Контрольный пакет акций компании *Westinghouse* принадлежит японской *Toshiba*.
- <sup>37</sup> China's goal to increase nuclear power challenging. China's government official web-page. 2006, June 8. [http://english.gov.cn/2006-06/08/content\\_304099.htm](http://english.gov.cn/2006-06/08/content_304099.htm) (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>38</sup> Agreement of Intent on Cooperation Concerning Peaceful Uses of Nuclear Technology Between the Department of Energy of the United States of America and the State Planning Commission of the People's Republic of China. 1997, October 29. <http://www.nti.org/db/china/engdocs/scoop97.htm> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>39</sup> В январе 1999 г. комиссия Палаты представителей конгресса США под руководством конгрессмена Кристофера Кокса выпустила секретный доклад об утечках ракетно-ядерной информации из США в КНР. См. подробнее Cirincione Joseph. Shanghai'd in Los Alamos. *Globalist*. 2000, 13 September. <http://www.carnegieendowment.org/publications/index.cfm?fa=view&id=444> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>40</sup> China Awards Contracts For New Four Units To Westinghouse. *CNNC News*. December 26, 2006. <http://www.cnn.com.cn/2006-12-26/000227517.html> (последнее посещение – 24 марта 2008 г.).
- <sup>41</sup> В Китае началось строительство АЭС Саньмень с реакторами AP-1000. АТОМЭКСПО. 2008, 28 февраля. [http://www.rosatom.info/ru/international\\_contacts/collaboration\\_bilateral/china\\_collaboration/index.php?id8=2496](http://www.rosatom.info/ru/international_contacts/collaboration_bilateral/china_collaboration/index.php?id8=2496) (последнее посещение – 24 марта 2008 г.).
- <sup>42</sup> Эксперт: «Атомстройэкспорт» имел все основания не участвовать в тендере на строительство АЭС в Китае. *REGNUM*. 2006, 27 декабря. <http://www.regnum.ru/news/761644.html> (последнее посещение – 24 марта 2008 г.).
- <sup>43</sup> Строительство первой в мире АЭС с реакторами AP 1000 начнется в Китае в марте этого года. АТОМЭКСПО. 2008, 9 января. [http://www.rosatom.info/ru/international\\_contacts/collaboration\\_bilateral/china\\_collaboration/index.php?id8=2306](http://www.rosatom.info/ru/international_contacts/collaboration_bilateral/china_collaboration/index.php?id8=2306) (последнее посещение – 24 марта 2008 г.).

<sup>44</sup> Реакция европейских атомщиков по поводу намерения Китая клонировать технологии блоков с AP-1000 производства «Вестингауз». АТОМЭКСПО. 2007, 9 ноября. [http://www.rosatom.info/ru/international\\_contacts/collaboration\\_bilateral/china\\_collaboration/index.php?from8=3&id8=2130](http://www.rosatom.info/ru/international_contacts/collaboration_bilateral/china_collaboration/index.php?from8=3&id8=2130) (последнее посещение – 24 марта 2008 г.).

<sup>45</sup> Группа Areva берет реванш в Китае? *IranAtom.ru*. 2007, 1 февраля. <http://www.iranatom.ru/news/aeoi/year07/february/figaro.htm> (последнее посещение – 24 марта 2008 г.).

<sup>46</sup> Тайшань EPR хэдянь сяму цилунь фадянь цзицзу гунхо хэтун чженши цяньюшу. (Подписан официальный контракт на поставку электрогенераторов для АЭС «Тайшань»). *China Atomic Information Network*. 2008, March 10. [http://www.atominfo.com.cn/newsreport/news\\_kd/news\\_kddetail2008031004.aspx](http://www.atominfo.com.cn/newsreport/news_kd/news_kddetail2008031004.aspx) (последнее посещение – 1 апреля 2008 г.).

<sup>47</sup> Китай настаивает на передаче французской компанией AREVA технологии переработки ОЯТ. АТОМЭКСПО. 2008, 17 января. [http://www.rosatom.info/ru/international\\_contacts/collaboration\\_bilateral/china\\_collaboration/index.php?id8=2335](http://www.rosatom.info/ru/international_contacts/collaboration_bilateral/china_collaboration/index.php?id8=2335) (последнее посещение – 24 марта 2008 г.).

<sup>48</sup> Саньмэнь хэдянь ици гунчэн чубу аньцунь фэньси баогао юаньмань ваньчэн. (Дано положительное заключение на сооружение первой очереди АЭС «Саньмень»). *China Atomic Information Network*. 2008, February 28. [http://www.atominfo.com.cn/newsreport/news\\_kd/news\\_kddetail2008022801.aspx](http://www.atominfo.com.cn/newsreport/news_kd/news_kddetail2008022801.aspx) (последнее посещение – 1 апреля 2008 г.).

<sup>49</sup> Beijing, Moscow sign nuke energy pacts. *China Daily*. 2007, November 7. <http://www.uofaweb.ualberta.ca/chinainstitute/nav03.cfm?nav03=70917&nav02=58139&nav01=57272> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).

<sup>50</sup> АСЭ начнет строить серию в Китае. *IranAtom.Ru*. 2007, ноябрь. <http://www.iranatom.ru/news/media/year07/november/seria.htm> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).

<sup>51</sup> Эксперт: «Атомстройэкспорт» имел все основания не участвовать в тендере на строительство АЭС в Китае. *REGNUM*. 2006, 27 декабря. <http://www.regnum.ru/news/761644.html> (последнее посещение – 24 марта 2008 г.).

<sup>52</sup> Сергеев Михаил. Пекин требует от Москвы передачи атомных технологий. Китай хочет наладить собственное производство российских АЭС. *Независимая Газета*. 2007, 21 декабря. [http://www.ng.ru/economics/2007-12-21/4\\_china.html](http://www.ng.ru/economics/2007-12-21/4_china.html) (последнее посещение – 1 апреля 2008 г.).

<sup>53</sup> ЕРР (единиц разделительных работ) – это энергия, которую нужно затратить для превращения стандартного природного урана в 1 кг стандартного энергетического (низкообогащенного) урана при стандартных условиях.

<sup>54</sup> Соглашение между Правительством Российской Федерации и Правительством Китайской Народной Республики о сотрудничестве в сооружении на территории Китайской Народной Республики газоцентрифужного завода по обогащению урана для атомной энергетики. 1992, 18 декабря. <http://excon.minatom.ru/mezhpravsovl/titles/kitai3.htm> (последнее посещение – 1 апреля 2008 г.).

<sup>55</sup> ОАО «Техснабэкспорт» и Китайская компания индустрии атомной энергии заключили рамочное соглашение о поставке с 2010 года российской урановой продукции сроком на 11 лет. *Minatom*. 2007, 7 ноября. <http://www.minatom.ru/News/Main/viewPrintVersion?id=50117&idChannel=681> (последнее посещение – 1 апреля 2008 г.).

<sup>56</sup> Китай готов кредитовать сооружение плавучей АЭС. *Belonna*. 2005, 19 октября. [http://www.belonna.ru/russian\\_import\\_area/international/russia/npps/40340](http://www.belonna.ru/russian_import_area/international/russia/npps/40340) (последнее посещение – 1 апреля 2008 г.).

<sup>57</sup> Этот ценный комментарий подсказан А.И. Кукшиновым (*Атомстройэкспорт*).

<sup>58</sup> Широкие перспективы китайско-российского сотрудничества в атомной энергетике – «Атом-энергопром». 2008, 25 марта. [http://www.russian.xinhuanet.com/russian/2008-03/25/content\\_603223.htm](http://www.russian.xinhuanet.com/russian/2008-03/25/content_603223.htm) (последнее посещение – 1 апреля 2008 г.).

<sup>59</sup> Канада потеряла китайский контракт на два блока. *IranAtom.Ru*. 2005, июнь. <http://www.iranatom.ru/news/aeoi/year05/june/aecl.htm> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).

<sup>60</sup> Канада и Китай подписали соглашение о сотрудничестве. *IranAtom.Ru*. 2005, сентябрь. <http://www.iranatom.ru/news/aeoi/year05/september/aecn.htm> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).



- <sup>61</sup> Чжунцзя хэдянь цзишу цзюйтоу сешоутуй цуаньцю хэдянь кэ чисуй фачжань. (Китай и Канада, осуществляя техническое сотрудничество в области атомной энергетики, выступают на передовых позициях и рука об руку способствуют беспрепятственному развитию ядерной энергетики в мире). China Atomic Information Network. 2008, March 28. [http://www.atominfo.com.cn/newsreport/news\\_kd/news\\_kddetail2008032702.aspx](http://www.atominfo.com.cn/newsreport/news_kd/news_kddetail2008032702.aspx) (последнее посещение – 1 апреля 2008 г.).
- <sup>62</sup> Nuclear Power in China. Briefing Paper # 68. Australian Uranium Association. 2008, February. <http://www.uic.com.au/nip68.htm> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>63</sup> Ibid.
- <sup>64</sup> China, People's Republic of: Nuclear Power Reactors – Alphabetic. <http://www.iaea.org/cgi-bin/db.page.pl/pris.powrea.htm?country=CN&sort=&sortlong=Alphabetic> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>65</sup> Plans For New Reactors Worldwide. Nuclear Issues Briefing Paper 19. Australian Uranium Association. 2008, March. <http://www.uic.com.au/nip19.htm> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>66</sup> К 2020 году потребности Китая в уране вырастут в 4–6 раз. *Росатом*. 2007, 21 мая. [http://www.rosatom.info/ru/international\\_contacts/collaboration\\_bilateral/china\\_collaboration/index.php?from8=3&id8=1450](http://www.rosatom.info/ru/international_contacts/collaboration_bilateral/china_collaboration/index.php?from8=3&id8=1450) (последнее посещение – 22 марта 2008 г.).
- <sup>67</sup> World Nuclear Power Reactors 2006–08 and Uranium Requirements 2008. Australian Uranium Association. 2008, January 14. <http://www.uic.com.au/reactors.htm> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>68</sup> Nuclear Power in China. Briefing Paper # 68. Australian Uranium Association. 2008, February. <http://www.uic.com.au/nip68.htm> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>69</sup> Источник: Commercial Nuclear Fuel Cycle Facilities in China. Nuclear Fuel Cycle Information System. IAEA. <http://www-nfcis.iaea.org/NFCIS/NFCISMain.asp?RPage=1&RightP=CountryReport> <http://www.uic.com.au/nip68.htm> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>70</sup> Крупное месторождение урановой руды открыто в Китае – агентство. *РИА Новости*. 2008, 22 февраля.
- <sup>71</sup> Nuclear Power in China. Briefing Paper # 68. Australian Uranium Association. 2008, February. <http://www.uic.com.au/nip68.htm> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>72</sup> Китай будет участвовать в разработке австралийских урановых месторождений. *Атоминфо*. 2007, 7 февраля. <http://atominfo.ru/news/air880.htm> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>73</sup> Правительство Нигера выдало новую лицензию китайским атомщикам на разведку и добычу урана. *Атоминфо*. <http://atominfo.ru/news/air2581.htm>; Nuclear Power in China. Briefing Paper # 68. Australian Uranium Association. 2008, February. <http://www.uic.com.au/nip68.htm> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>74</sup> Наумов Игорь. Москву обделили казахским ураном. *Независимая Газета*. 2007, 15 октября.
- <sup>75</sup> «Казатомпром» создаст совместные предприятия с китайскими корпорациями CGNPC и CNNC. АТОМЭКСПО. 2007, 15 октября. [http://www.rosatom.info/ru/international\\_contacts/collaboration\\_bilateral/kazakhstan\\_collaboration/index.php?from8=3&id8=1992](http://www.rosatom.info/ru/international_contacts/collaboration_bilateral/kazakhstan_collaboration/index.php?from8=3&id8=1992) (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>76</sup> Нил Фронман: все дело в уране. *Атоминфо*. <http://atominfo.ru/news/air2779.htm> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>77</sup> China to build uranium reserve. *China Daily*. 2007, April 19. [http://english.peopledaily.com.cn/200704/19/eng20070419\\_367865.html](http://english.peopledaily.com.cn/200704/19/eng20070419_367865.html) (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>78</sup> Nuclear Power in China. Briefing Paper # 68. Australian Uranium Association. 2008, February. <http://www.uic.com.au/nip68.htm> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>79</sup> Commercial Nuclear Fuel Cycle Facilities in China. Nuclear Fuel Cycle Information System. IAEA. <http://www-nfcis.iaea.org/NFCIS/NFCISMain.asp?RPage=1&RightP=CountryReport> <http://www.uic.com.au/nip68.htm> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).
- <sup>80</sup> Nuclear Power in China. Briefing Paper # 68. Australian Uranium Association. 2008, February. <http://www.uic.com.au/nip68.htm> (последнее посещение – 17 марта 2008 г.).