Галия Ибрагимова

АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ: ЕСТЬ ЛИ ПЕРСПЕКТИВЫ?

Большая игра в Центральной Азии уступает место *региональной непредсказуемости* и *стратегической неопределенности*. Внутриполитический кризис в Киргизии весной 2010 г. перерос в массовые столкновения между узбекской и киргизской диаспорами; узбекско-таджикские противоречия вокруг строительства Рогунской ГЭС вылились в ожесточенные информационные войны; проблема урановых хвостохранилищ становится еще одним *камнем преткновения*. Регион, несмотря на значительные запасы энергоресурсов, захлебывается в собственных проблемах. Региональная *водно-энергетическая головоломка* – одна из таких проблем.

1 декабря 2009 г. Узбекистан вышел из Объединенной энергетической системы (ОЭС) Центральной Азии (ЦА)[1]. Свое решение узбекская сторона объяснила уязвимостью ОЭС ЦА[2]. *Чашу терпения* Узбекистана переполнила авария, произошедшая осенью на Нурекской ГЭС в Таджикистане в результате неспособности ОЭС выработать необходимое количество электроэнергии в пиковые утренние часы. Авария привела к отключению одной из магистральных линий электропередачи (ЛЭП) в Узбекистане, а также к приостановке передачи электроэнергии в Афганистан по ЛЭП *Регар-Гузар*[3]. Острота сложившейся ситуации продемонстрировала, что ОЭС ЦА не обеспечивает безопасность поставок электроэнергии в регионе.

Выход Узбекистана из ОЭС ЦА может вызвать энергодефицит в Киргизии, Таджикистане, на юге Казахстана. В Ташкенте расположен Объединенный диспетчерский центр по управлению ОЭС ЦА, который через ЛЭП Узбекистана осуществляет передачу электроэнергии во все республики региона. Это наделяет Узбекистан статусом регионального энергетического координатора, от которого зависит бесперебойная подача электричества по всей Центральной Азии[4].

Туркменистан вышел из ОЭС ЦА в июне 2003 г.[5]. Не видит целесообразности быть включенным в ОЭС ЦА и Казахстан. От ОЭС ЦА зависит лишь юг страны, а энергосистема северных районов органически вплетена в электросети России, которые в состоянии обеспечить электричеством весь Казахстан. Выход республики из объединенной энергосистемы приведет к сокращению подачи электроэнергии в соседней Киргизии, объемы которой на 70% обеспечиваются за счет ОЭС ЦА[6]. Согдийская область Таджикистана, где проживают более двух миллионов человек, зависит от узбекской электроэнергии, также поступающей через ОЭС ЦА[7]. Другие районы республики получают электроэнергию из Туркмении, но по тем же узбекским ЛЭП. Разрыв единой энергосистемы чреват тем, что Таджикистан будет полностью обесточен. Например, зимой 2008 г. узбекская сторона, ссылаясь на технические неполадки национальной энергосистемы, прекратила транзит туркменской энергии в Таджикистан. Это произошло несмотря на соглашение о транзите электроэнергии через энергосистему Узбекистана, заключенное между тремя странами. В результате Таджикистан пошел на несанкционированный отбор электроэнергии из ОЭС ЦА, что привело к авариям на энергоблоках Южного Казахстана и се-

верной части Киргизии. Это вынудило Казахстан в одностороннем порядке отключиться от единой энергосистемы.

ОЭС ЦА была создана еще в советские времена для перераспределения потоков электроэнергии между энергосистемами государств региона в силу неравномерного распределения ресурсной базы по их территориям. Основной объем извлекаемого органического топлива – нефть, уголь, газ – сосредоточен в Казахстане, Узбекистане и Туркмении. Это обусловливает функционирование энергосистем данных республик на основе тепловых электростанций (ТЭС). Энергосистемы Таджикистана и Киргизии, где сосредоточено 90% гидроэнергоресурсов региона, представлены высокоманевренными гидроэлектростанциями (ГЭС)[8].

При достаточно большом охвате территории с разными часовыми поясами ОЭС ЦА оптимизирует суточные графики потребления электроэнергии, смягчая нагрузки электроагрегатов и увеличивая время их использования[9]. В утреннее и вечернее время, когда потребление электричества достигает своего пика, его дефицит покрывается за счет электростанций соседних республик, которые приводятся в действие в течение нескольких секунд. Это снижает аварийность на электростанциях и повышает надежность энергоснабжения потребителей.

Помимо перераспределения электроэнергии, ОЭС ЦА автоматически регулирует режим работы каскада водохранилищ в бассейне рек Нарын, Сырдарья и Амударья, которые сочетают функции производства гидроэлектроэнергии и обеспечения систем орошения. ГЭС Киргизии и Таджикистана для увеличения мощностей выработки электроэнергии сбрасывают дополнительную воду с Токтогульского и Нурекского водохранилищ. Подобные действия чреваты ущербом сельскохозяйственным землям Узбекистана, расположенным ниже течения данных водохранилищ[10]. Чтобы не допустить этого, потребность в энергоресурсах компенсируется поставками электроэнергии ТЭС Узбекистана. В ответ Киргизия и Таджикистан в весенний и летний период открывают шлюзы водохранилищ и питают водой узбекскую часть сельскохозяйственных угодий Ферганской долины. Кроме того, в *часы пик* киргизские ГЭС поставляют определенную часть вырабатываемой электроэнергии в Узбекистан.

Подобная взаимозависимость энергосистем государств региона не позволила разрушить функционирование ОЭС ЦА даже после распада СССР. Но частое повышение цен на ископаемое топливо Узбекистаном и Казахстаном вынуждает Киргизию и Таджикистан активнее использовать собственные гидроэнергоресурсы и развивать проекты по строительству новых гидроэлектростанций[11]. Это провоцирует резкую критику со стороны Узбекистана, который выступает против любых проектов по строительству новых ГЭС.

Нарастающие противоречия становятся причиной сбоев в работе электростанций региона, что препятствует реализации рационального и эффективного подхода к использованию имеющегося в Центральной Азии топливно-энергетического потенциала. Оптимальным выходом из ситуации может стать поиск альтернативных источников энергии, способных компенсировать недостающие энергомощности региона. Запасы урана, сосредоточенные в ЦА, опыт по эксплуатации научно-исследовательских атомных реакторов, сохранившийся здесь со времен существования единого военно-промышленного комплекса (ВПК) СССР, а главное – осознание республиками, что из урана возможно создавать более высокотехнологичную, а значит, дорогостоящую продукцию, – могут стать основой для развития в регионе атомной энергетики.

Ядерная промышленность в ЦА была сформирована во времена СССР. По сути, она являлась одним из сегментов сложной структуры ВПК страны. После распада социалистической системы многие предприятия оказались нерентабельны из-за отсутствия инвестиций в отрасль и крайне низких цен на уран на мировом рынке. Была разорвана единая административная и технологичная цепь предприятий ядерного комплекса ЦА, включавшая в себя добычу урана (Узбекистан, Казахстан, Киргизия, Таджикистан) и производство топливных таблеток (Казахстан). Государства региона вынуждены были самостоятельно реанимировать отрасль и находить новые рынки сбыта для урановой промышленности.

При этом прогнозы о снижении общемировых запасов нефти и газа привлекли к богатым ураном республикам ЦА пристальное внимание крупных мировых держав. В начале XXI в. регион заявил о себе как о крупном экспортере уранового сырья.

В ЦА сосредоточено 17% мировых запасов урана[12]. Казахстан и Узбекистан входят в десятку стран мира, обладающих значительными запасами урана и современными технологиями по его добыче. Но первопроходцем в развитии *мирного атома* в регионе намерен стать Казахстан, нацеливший все силы на запуск в эксплуатацию в 2016 г. первого водяного блочного атомного реактора средней мощности с энергоблоками *ВБЭР-300*. В перспективе планируется создать в республике полный ядерно-топливный цикл (ЯТЦ)[13].

Не исключено, что к инициативе по развитию атомной энергетики в регионе могут присоединиться и другие государства Центральной Азии. Интерес к атомной энергетике прослеживается во всех государствах ЦА, за исключением Туркмении. Это обусловлено тем, что энергобаланс данного государства основывается на природном газе, в котором пока нет недостатка. По мере вовлечения всех стран региона в создание единого центральноазиатского атомно-промышленного комплекса не исключено, что интерес к этой идее проявит и Туркмения.

Государства ЦА, обладающие большими запасами урана, предприятиями атомно-промышленного комплекса, доставшимися в наследство от СССР, могут заложить основы для развития в регионе атомной энергетики. В перспективе они могут создать и собственный ЯТЦ. Участие в мировом разделении труда в сфере услуг по обогащению урана, перераспределение услуг ЯТЦ между республиками ЦА, их последующий экспорт на мировой рынок могут способствовать не только диверсификации региональных источников электроэнергии, но и стать основой для взаимовыгодного экономического сотрудничества. Атомная энергетика в состоянии оказать позитивное воздействие на технологическое развитие промышленного комплекса государств ЦА, стать альтернативой гидро- и теплоэнергетике в ЦА и преодолеть региональные энергетические проблемы.

ЕСТЬ ЛИ МЕСТО НАДЕЖДАМ НА МИРНЫЙ АТОМ В ЦЕНТРАЛЬНОАЗИАТСКОМ ТЭК?

Центральная Азия относится к числу регионов, удовлетворяющих энергетические потребности за счет собственных ресурсов[14]. Однако аграрная специфика ведет к их нерациональному использованию. Энергоемкость[15] экономик ЦА находится на недопустимо высоком уровне. Непроизводственные потери топливно-энергетических ресурсов на всех звеньях топливной цепочки, от добычи до потребления, в несколько раз превышают соответствующие показатели по ведущим промышленно-развитым странам[16]. Имеют место неравномерное потребление энергоресурсов государствами региона, высокая степень изношенности основных производственных мощностей ТЭК, а также недостаточная пропускная способность трансграничных энергетических систем. Реабилитация *всех* генерирующих мощностей в государствах ЦА позволит увеличить выработку электроэнергии лишь на 30%, что не соответствует растущему спросу на электроэнергию в регионе[17]. Все эти факторы препятствуют бесперебойному энергоснабжению государств ЦА и ведут к росту энергодефицита.

Наличие и доступность первичных энергоресурсов на территории ЦА в значительной мере определяют топливно-энергетический баланс государств региона. Основное место в структуре первичных энергоносителей в ЦА занимают газ, уголь и нефть. 81% общего объема производства и 83,5% потребления топливно-энергетических ресурсов приходятся на Казахстан и Узбекистан. При этом если Казахстан является крупнейшим производителем первичных энергоресурсов, то Узбекистан вышел в лидеры по объему их потребления.

Казахстан. Топливно-энергетический комплекс (ТЭК) Казахстана основывается на работе тепловых электростанций. Несмотря на большие запасы нефти в республике, базовым топливом для казахских ТЭС является дешевый уголь. На нем вырабатывается свыше 70% всей электроэнергии. Угольные месторождения сосредоточены в основном в Северном и Центральном Казахстане, поэтому именно здесь размещены основные

источники электроэнергии. Всего в Казахстане работают 59 электростанций. В их состав входят станции с комбинированным производством мощностью 6783 МВт, конденсационные станции мощностью 9056 МВт, газотурбинные станции мощностью 394 МВт. Доля ГЭС в энергобалансе республики составляет 12%, с производственной мощностью 2227 МВт. Общая установленная мощность электростанций Казахстана составляет 18 240 МВт[18].

Несмотря на наличие собственных топливно-энергетических ресурсов, Казахстан вынужден импортировать нефтепродукты, природный газ и электроэнергию в силу недостатка промышленных технологий по их переработке, а также географической разобщенности энергоизбыточных и энергодефицитных регионов страны. В Казахстане сосуществуют две практически независимые энергосистемы – на севере и на юге страны. Центром формирования национальной энергосистемы Казахстана является ее северный регион, в котором сосредоточено 72,7% источников электроэнергии. Развитые ЛЭП Северного Казахстана мощностью 220–500–1150 кВ связывают энергосистему Казахстана с энергосистемой России[19].

Южные регионы республики объединены общей электрической сетью с Узбекистаном и Киргизией. Установленная мощность энергетической системы Южного Казахстана составляет 3015 МВт. В 1998 г. из-за постоянных перебоев в работе ОЭС ЦА южная зона энергосистемы Казахстана действовала в режиме параллельной работы с северной, а в 2000 г. вся энергосистема страны была включена в параллельную работу с энергосистемами СНГ, регламентируемую соответствующими договорами о параллельной работе между энергосистемами Казахстана, России и стран Центральной Азии[20].

Энергодефицит в Казахстане пока неощутим. Но развитие промышленности, рост населения республики ведут к увеличению спроса на электроэнергию. Для удовлетворения этого спроса Казахстан намерен осваивать атомную энергетику. Мирный атом необходим стране для обеспечения южных районов, входящих в ОЭС ЦА, недостающими объемами электроэнергии. *ТЭС-1* и *ТЭС-2* – основные теплоэлектроцентрали юга, функционировавшие на основе природного газа, выведены из эксплуатации. Другие виды топливных ископаемых – уголь, нефть – представлены здесь в недостаточном количестве и не могут стать полноценной альтернативой газу. Периодический несанкционированный отбор электроэнергии из ОЭС ЦА Таджикистаном делает Казахстан *заложником* водно-энергетических *интриг* соседей по региону[21].

Таблица 1. **Топливно-энергетический баланс государств Центральной Азии на начало 2007 г.**

Установленные мощности энергосистем	Казахстан	Киргизия	Таджикистан	Узбекистан	Итого
ТЭС	16 013 МВт	763 МВт	814 МВТ	9870 МВТ	27 460 МВт
ГЭС	2227 МВт	2950 МВт	3256 МВт	1700 МВт	10 133 МВт
Общая мощность энергосистем ЦА	18 240 МВт	3713 МВт	4070 МВт	11 570 МВт	37 593 МВт
Располагаемая мощность	13 840 МВт	3100 МВт	3428 МВт	7800 МВт	25 068 МВт
Экспорт	595 ГВт/ч	1,216 ГВт/ч	266 ГВт/ч	634 ГВт/ч	2,711 ГВт/ч
Импорт	464 ГВт/ч	430 ГВт/ч	1,058 ГВт/ч	609 ГВт/ч	2,561 ГВт/ч

По прогнозам Министерства энергетики и минеральных ресурсов Казахстана, для полноценного энергообеспечения данных отдаленных районов страны необходим ввод нового крупного базового энергоисточника мощностью около 900 МВт. Национальная атомная компания *Казатомпром,* объединяющая все предприятия атомного комплекса

республики в единую государственную корпорацию, намерена к 2020 г. построить три атомных реактора *ВБЭР-300*, что может стать оптимальным способом электрификации отдаленных районов Казахстана[22]. Первый блок атомного реактора планируется запустить в Актау в 2016 г.[23].

Решение развивать *средние* мощности атомной энергетики *Казатомпром* объясняет тем, что энергетическая система Казахстана не позволяет построить станции мощностью больше чем в 1000 МВт, так как при перезагрузке топлива в атомный реактор пришлось бы резервировать мощность данной станции в 1000 МВт из источника, который расположен на удаленном расстоянии[24]. Это приведет к значительным экономическим потерям. Вместе с тем, задача сохранения стабильности энергосистемы требует, чтобы источники энергии были относительно равномерно распределены по территории страны. Следовательно, с точки зрения обеспечения бесперебойных поставок Казахстану выгоднее не один источник в 1000 МВт, а три – по 300 МВт. В случае остановки одного реактора два других будут продолжать работу, а значит, энергообеспеченность регионов будет в безопасности.

Использование реакторных установок средней мощности изначально рассчитано на региональные энергосистемы. Подобные реакторные установки позволяют на единой технологической платформе создать ряд атомных станций теплоснабжения и расширить возможности атомной генерации в энергетике за счет высоких технико-экономических показателей. Уровень радиоактивных отходов в атомных реакторах средней мощности сведен к минимуму. Так, один килограмм низкообогащенного урана (до 4% по изотопу *U-235*), используемого в ядерном топливе, при полном расщеплении ядер *U-235* выделяет энергию, эквивалентную сжиганию примерно 100 т высококачественного каменного угля или 60 т нефти[25]. Это создает предпосылки для размещения реакторов *ВБЭР-300* в относительной близости от потребителей.

Общая мощность трех казахских атомных реакторов *ВБЭР-300* составит 900 МВт. Много это или мало? Если рассматривать данные мощности в социально-производственных эквивалентах, то ввод каждых 50 МВт новых мощностей в электроэнергетике равнозначен обеспечению электроэнергией в среднем 4,5 млн кв. м нового жилья или 220 тыс. человек; в электроемком производстве – электрификации одного нефтеперерабатывающего или цементного завода; мощностью около 2 млн т в год; в малом бизнесе – до 25 производственных предприятий, 150 предприятий в сфере услуг; в сфере торговли – до 10 крупных гипермаркетов[26]. Соответственно 900 МВт энергомощностей позволит значительно улучшить показатели энергобаланса в Казахстане. Избытки электроэнергии могут поставляться на экспорт, что является еще одной привлекательной стороной создания атомной энергетики в регионе.

Энергоблоки с реакторными установками средней мощности интересны для стран с относительно малыми электрическими сетями для развития региональной энергетики, поэтому они имеют большой экспортный потенциал. Мобильность таких энергоблоков, возможность их работы при отсутствии развитой инфраструктуры, функционирование энергоблоков в теплофикационном режиме и в составе опреснительного комплекса привлекают внимание Китая, Индии, Индонезии, Аргентины, Италии, США к данным технологиям[27].

Немаловажно, что в Актау на базе Мангистауского атомного энергокомбината (МАЭК) в период с 1972 по 1999 гг. уже работал реактор на быстрых нейтронах *БН-350*. АЭС электрической мощностью 350 МВт использовалась в качестве опреснительной установки, поставлявшей пресную воду в Актау. В настоящее время *Казатомпром* обладает двумя технологическими звеньями ЯТЦ: добыча урана и производство топливных таблеток (на базе Ульбинского металлургического завода). Технологии по обогащению урана и созданию ядерного топлива внутри страны пока отсутствуют, но Казахстан стремится компенсировать это за счет усиления сотрудничества с крупными компаниями и странами, предоставляющими услуги по всему спектру ЯТЦ.

Атомная энергетика – это та сфера, где Казахстан четко придерживается принципа «уран в обмен на технологии и рынки». Развитие сотрудничества в атомной отрасли с такими

государствами, как Франция, Япония, Китай, Россия, Канада, обладающими мощностями по производству ядерного топлива, позволяет Казахстану приобрести технологический опыт в области использования мирного атома. Это особенно актуально в контексте планов Казахстана производить ядерное топливо для своих реакторов внутри страны.

Казатомпром в 2010 г. намерен увеличить добычу урана в стране до 18 тыс. т и в 2015 г. выйти на максимальный уровень добычи в 27 тыс. т[28]. Россию, испытывающую нехватку месторождений природного урана, не могут не интересовать амбициозные планы южного соседа. В результате между странами наметилось сотрудничество сразу в нескольких сферах атомно-промышленного комплекса.

Строительство атомных реакторов *ВБЭР-300* будет осуществлять совместное российско-казахсткое предприятие ЗАО *Атомстройэкспорт* (РФ)/НАК *Казатомпром* (РК). Головным разработчиком проекта назначено ОАО *ОКБМ Африкантов.* Финансирование проекта осуществляет казахская сторона. Доля российских инвестиций ограничивается разработкой технического проекта *ВБЭР-300* в форме передачи прав на объекты интеллектуальной собственности, но на паритетной основе[29]. В перспективе Россия и Казахстан на базе созданного в 2006 г. СП *Атомные станции* намерены продвигать на внешнем рынке проекты энергетических установок с атомными реакторами средней мощности.

В октябре 2006 г. Россия и Казахстан учредили три совместных предприятия в сфере атомной энергетики: СП *Атомные станции*, СП *Акбастау* для освоения на территории Казахстана месторождения *Южное Заречное* и участков месторождения *Буденовское,* СП *Центр по обогащению урана*[30].

Обогащение урана для казахских реакторов малой мощности будет реализовываться совместно с Россией на базе СП *Центра по обогащению урана* на разделительных мощностях *Ангарского электролизного химического комбината* (АЭХК) в рамках подписанной в 2006 г. межгосударственной программы сотрудничества в области атомной энергетики. Проект строительства завода находится в стадии разработки и согласования технико-экономического обоснования. Получение первой продукции запланировано на 2011 г. Обогащение урана будет производиться экономически привлекательным энергосберегающим газоцентрифужным методом[31]. Уран для обогащения на технологических мощностях российско-казахского центра планируется добывать на месторождениях *Южное Заречное* и *Буденовское* в рамках еще одного российско-казахского СП *Акбастау*.

В мае 2007 г. Казахстан принял решение участвовать в российской инициативе по созданию Международного центра по обогащению урана (МЦОУ) в Ангарске, получив 10% акций компании. Проект МЦОУ привлекателен для Казахстана. Он позволит получать обогащенный уран без доступа к критическим с точки зрения режима нераспространения технологиям. Учитывая долгосрочные планы Казахстана по строительству атомных энергоблоков, потребность в обогащенном топливе будет возрастать, что делает проект МЦОУ в Ангарске особенно привлекательным[32]. Столь активное сотрудничество между Казахстаном и Россией в атомной сфере расценивается как попытка интеграции предприятий ядерно-промышленных комплексов двух стран. Но не все однозначно в российско-казахском атомном сотрудничестве.

Помимо участия Казахстана в проекте МЦОУ в Ангарске, Нурсултан Назарбаев выступил с инициативой по созданию Международного банка ядерного топлива под эгидой МАГАТЭ в Казахстане. Официальная Астана апеллирует к тому, что размещение Международного банка ядерного топлива в Сибири из-за тяжелых климатических условий делает этот проект слишком дорогостоящим. Сосредоточение большого количества водных ресурсов увеличивает риск утечки радиоактивных элементов в океан. Казахстан отличается благоприятной сейсмической ситуацией и относительно невысокой плотностью населения, что делает страну подходящей для создания Международного банка ядерного топлива.

Эта инициатива вызвала недоумение в российских политических кругах, полагавших, что Казахстан *выступает за* создание банка ядерного топлива в Ангарске. Иран инициати-

ву поддержал, полагая, что размещение банка топлива на территории страны, которая входит в центральноазиатскую зону, свободную от ядерного оружия, является весомым аргументом с точки зрения безопасности хранения ядерных материалов.

Противоположное мнение заключается в том, что страна, на территории которой в прошлом были размещены ядерные арсеналы СССР, а в настоящем – граничащая с такими неспокойными странами, как Пакистан и Афганистан, не может быть надежным местом хранения банка ядерного топлива. Планы Казахстана по созданию МЦОУ в республике пока не находят откликов со стороны соседей по региону. С одной стороны, договор о создании зоны, свободной от ядерного оружия, в Центральной Азии не запрещает странам развивать мирный атом, с другой – договор призывает государства-участники содействовать безопасности региона и укреплять режим нераспространения[33]. Следовательно, Казахстан нуждается хотя бы в минимальном согласии Узбекистана, Таджикистана, Киргизии и Туркменистана.

Реконверсия обогащенного гексафторида урана для производства топливных таблеток – основного продукта для изотопного обогащения урана и преобразования его в форму, необходимую для производства топлива для ядерных реакторов – неотъемлемое звено ЯТЦ. Казахстан обладает собственным высокотехнологичным производством топливных таблеток, на протяжении 40 лет осуществляемым на *Ульбинском металлургическом заводе* (УМЗ) в городе Усть-Каменогорск. Являясь составной частью советского атомно-промышленного комплекса, завод производил топливные таблетки лишь для российских реакторов *ВВЭР* и *РБМК*. Недавно началась сертификация диоксида урана и топливных таблеток для всех реакторов западного дизайна[34]. Одним из крупнейших импортеров порошка диоксида урана из Казахстана является американская компания *General Electric*. *Казатомпром* намерен расширять экспорт диоксида урана и топливных таблеток на внешний рынок. Компания приступила к проведению квалифицированных испытаний и сертификации топлива совместно с ведущими мировыми атомными компаниями-разработчиками реакторов, производителями и поставщиками топлива для АЭС. Среди них *AREVA NP*, *Westinghouse EC*, *CNNC*, *Nuclear Fuel Industries*, *Kansai Electric Power Co*., *Sumitomo Corporation*[35].

Урановый потенциал Казахстана привлекателен и для Франции, где 70% электроэнергии генерируется за счет атомных реакторов. Выпуск тепловыделяющих сборок (ТВС) – конечной продукции ЯТЦ – Казахстан намерен осуществлять с французской корпорацией *AREVA*. Соглашение об этом было подписано в июне 2008 г. во время официального визита президента Казахстана во Францию. *AREVA* обеспечит техническую поддержку в создании производства по изготовлению ТВС.

Производство ТВС мощностью 1200 т в год будет осуществляться на Ульбинском металлургическом заводе. Сборочное производство будет включать отдельную линию производительностью 400 т для реакторов французского дизайна. Топливные таблетки для данных сборок намерен поставлять *Казатомпром*. Остальные 800 т продукции будут использоваться для производства топлива для реакторов других дизайнов. Строительство планируется осуществить в 2009–2012 гг., выпуск первой продукции ожидается в 2013 г. Стоимость проекта оценивается в 170 млн долл.[36].

ЯТЦ Казахстана не будет полным без осуществления конверсии урана[37]. Казахстан налаживает сотрудничество в этой сфере с Канадой, которая является одним из мировых лидеров в урановой промышленности. Канадская корпорация *Cameco* и *Казатомпром* намерены запустить совместное конверсионное производство ТОО *Ульба конверсия* мощностью 12 тыс. т гексафторида урана (UF6), что составит 17% от мировых мощностей по конверсии. Финансирование проекта будет производиться пропорционально долям участия стран, однако предоставление технологии для строительства конверсионного завода полностью ложится на канадскую сторону[38].

Значимое место в развитии своего атомно-промышленного комплекса Казахстан отводит азиатским странам. Динамично развивающиеся ядерные отрасли в Японии и в Китае являются наиболее привлекательными. В Японии ежегодное потребление урана составляет 8 тыс. т, а собственные мощности по обогащению обеспечивают лишь 10%

от общей потребности страны. Подобная ситуация ставит перед Японией задачу импортировать услуги по обогащению урана из-за рубежа.

В связи с этим урановый потенциал Казахстана давно стал объектом пристального внимания японских компаний, занимающихся атомной энергетикой. В настоящее время в Казахстане разведанные запасы урана составляют 817 тыс. т[39]. В 2006–2007 гг. после визитов японских делегаций в Казахстан был подписан ряд соглашений в таких сферах атомной энергетики, как добыча и экспорт урана, изготовление компонентов ядерного топлива, исследование и развитие технологий атомной энергетики. На основе данных соглашений Казахстан предоставил Японии права на разработку месторождений Западный Мынкудук, Хорасан-1 и Хорасан-2[40] и добычу урана. Но сотрудничество Казахстана с Японией не ограничилось лишь соглашениями по урановым ресурсам. В апреле 2007 г. японская компания *Toshib*а и *Казатомпром* подписали соглашение о передаче в собственность казахского холдинга 10% акций крупнейшей мировой компании в атомной отрасли *Westinghouse.*

Благодаря этой сделке *Toshiba* получила права на разработку и добычу урана в месторождении Хорасан на юге Казахстана в размере 850 т в год[41]. Для *Казатомпрома* эта сделка – не только возможность расширить рынки сбыта урана, но и наладить производство продукции с максимальной добавленной стоимостью. *Westinghouse* – одна из немногих корпораций, которая самостоятельно изготавливает топливо для любых типов реакторов.

На долю *Westinghouse* приходится около 50% от общего количества реакторов, построенных в Казахстане. После заключения сделки ресурсное обеспечение реакторов *Westinghous*е легло на *Казатомпром.* В перспективе *Казатомпром* намерен поставлять ядерное топливо для энергетических реакторов *Westinghouse Electric LLC.* Для Казахстана сотрудничество с Японией – это возможность обрести опыт и получить доступ к технологиям ЯТЦ.

Сделка *Казатомпрома* с *Westinghouse* многими экспертами расценивалась как личное достижение бывшего руководителя *Казатомпрома* Мухтара Джакишева. Приход в компанию пророссийского Владимира Школьника может усилить влияние на казахскую атомную промышленность *Росатома*, с которым у Японии всегда складывались весьма сложные отношения[42]. После смены руководства *Казатомпрома* на неопределенное время также остановились работы на рудниках Хорасан-1 и Хорасан-2, осваиваемых совместно с Японией, что вызвало озабоченность японской стороны. Тем не менее, противоречивые аспекты российско-японского сотрудничества едва ли приведут к кардинальному изменению взаимодействия между Казахстаном и Японией, учитывая большую потребность японской атомной промышленности в уране.

Атомно-промышленный комплекс Казахстана привлекателен и для Китая. *Поднебесная* расценивает мирный атом как уникальный ресурс, способный удовлетворить растущий спрос на электроэнергию. КНР обладает самой масштабной программой развития атомной энергетики в мире, которая выводит его на ведущие позиции по потреблению услуг ЯТЦ. На долю атомной энергетики Китая приходится 1,9% от всего объема выработки электроэнергии в стране. Стратегической целью КНР является модернизация существующего в стране атомно-промышленного комплекса, при этом необходимо стать не только самодостаточным государством с развитым атомно-промышленным комплексом, но и выйти на внешние рынки в качестве экспортера услуг ЯТЦ[43]. Собственные запасы природного урана (70 тыс. т) в целом удовлетворяют краткосрочные потребности китайских АЭС в ядерном топливе. Но Китай нацелен на расширение направлений развития атомной отрасли, и в среднесрочной перспективе урановых запасов будет явно недоставать. *Поднебесная* столкнется с необходимостью импортировать уран.

Китай начал активно осваивать казахский урановый потенциал в 2007 г. Между *Казатомпромом* и ведущими китайскими компаниями ядерно-топливного цикла – *China National Nuclear Corp. (CNNC)* и *China Guangdong Nuclear Power Corp. (CGNPC)* – был подписан ряд соглашений о создании совместного предприятия по освоению урановых шахт на казахских урановых рудниках *Ирколь* в Кызылординской области, *Семизбай* в Акмолинской

области, Китай должен получить долю в месторождении *Жалпак* в Южно-Казахстанской области.

Казахстан в свою очередь получил право расширенного инвестирования в атомную экономику КНР и возможность обмена технологическим опытом в сфере развития атомной отрасли. *Казатомпром* в течение 10 лет будет поставлять уран в Китай, фабриковать топливо для китайских АЭС, с 2013 г. поставлять ТВС для китайских реакторов и участвовать в строительстве АЭС в КНР. Примечательно, что *Казатомпром* стал первым альтернативным поставщиком *CGNPC* для строящихся АЭС[44].

Таким образом, реализация инициативы Казахстана в области развития мирного атома представляется вполне адекватной и своевременной. Но без взаимодействия с крупными мировыми компаниями в области ЯТЦ, обладающими технологиями по созданию ядерного топлива и способными поделиться соответствующим опытом с государствами-новичками, любая идея рискует остаться нереализованной. Неизбежное сотрудничество в ядерной сфере с другими государствами ведет к тому, что вряд ли ЯТЦ в Казахстане, а в перспективе во всей ЦА можно будет назвать сугубо внутрирегиональным или национальным. Скорее всего, речь будет идти о создании транснационального вертикально-интегрированного ЯТЦ ЦА.

Узбекистан. Топливно-энергетический комплекс Узбекистана – это 39 тепловых и гидроэлектростанций, установленная мощность которых составляет 11 570 МВт. Ежегодно в Узбекистане вырабатывается порядка 55 млрд кВт/ч электроэнергии, что составляет 52% от общей электроэнергии ОЭС ЦА[45]. ТЭС работают здесь в основном за счет природного газа, угля, мазута, на которые приходится 85% от установленных мощностей, или 9870 МВт. Доля ГЭС в ТЭК Узбекистана составляет 15% от установленных мощностей, или 1700 МВт[46].

Основные производственные мощности ТЭК Узбекистана были созданы более 40 лет назад. Сегодня республика сталкивается с проблемой старения основных фондов. Имеющиеся мощности недостаточны для покрытия растущего потребления электроэнергии, многие ТЭС нуждаются в обширной реабилитации. Разница в пиковой нагрузке между летом (6882 МВт) и зимой (7551 МВт) в Узбекистане менее выражена, чем в соседних по региону странах. Это связано с большой нагрузкой на насосные станции в период летней ирригации[47], что приводит к отключениям электроэнергии в периоды пиковой нагрузки.

Не менее значимой проблемой ТЭК Узбекистана является удаленность от важнейших международных рынков энергоносителей, что препятствует вливанию зарубежных инвестиций в модернизацию и расширение отрасли. Для повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов, а также устранения зависимости страны от ОЭС ЦА в Узбекистане была принята программа реконструкции и развития генерирующих мощностей в энергетике. Основное внимание в программе было уделено вопросам реконструкции и техническому перевооружению действующих энергопредприятий и модернизации тепловых станций[48].

В Узбекистане всерьез заинтересованы в новых альтернативных энергоресурсах, которые позволили бы диверсифицировать потоки электроэнергии и снизить нагрузку на основные фонды ТЭК. Богатый урановый потенциал республики может стать тем самым альтернативным источником электроэнергии, который позволит удовлетворить возрастающий спрос на электроэнергию, а в перспективе вывести страну в число крупных экспортеров не только уранового сырья, но и атомной энергетики.

По данным МАГАТЭ, Узбекистан стоит на 7-м месте в мире по запасам урана и на 5-м месте по его добыче. Общие ресурсы подтвержденных урановых месторождений находятся на уровне 230 тыс. т[49]. По классификации российского уранового холдинга *Атомредметзолото* Узбекистан входит в число мировых производителей урана, ежегодная добыча которых превышает 1 тыс. т[50]. В стране добывается уран, для получения которого имеется крупная минерально-сырьевая база. Основу узбекской урановой базы составляют 27 крупных месторождений, находящихся в пустыне Кызылкумы.

От атомной промышленности СССР в Узбекистане сохранился исследовательский атомный реактор *ВВР-СМ* мощностью 10 МВт, который и в настоящее время продолжает функционировать. Республика пока не планирует развивать собственную атомную энергетику и весь произведенный малообогащенный уран поставляет на экспорт. Но наличие больших запасов урана, сохранившиеся в стране квалифицированные кадры в атомной сфере, а главное, понимание того, что необходимо производить более технологичную урановую продукцию, создают основу для вовлечения Узбекистана в центральноазиатские инициативы по развитию мирного атома.

Монополистом по добыче, переработке и экспорту урана является *Навоийский горно-металлургический комбинат* (НГМК). В его состав входит *Северное рудоуправление* в Учкудуке, созданное в 1958 г. Урановая руда добывается здесь современным методом подземного выщелачивания. В НГМК также входит *Южное рудоуправление* – предприятие, созданное в 1964 г. для освоения уранового месторождения Сабирсай на территории Самаркандской области. *Рудоуправление-5* в Зарафшане на территории Бухарской области с 1993 г. – еще одно структурное подразделение НГМК[51].

Долгосрочная программа развития уранодобывающей отрасли НГМК нацелена на введение в эксплуатацию семи новых месторождений, на пяти из которых уже проводятся геолого-разведочные работы. В течение ближайших пяти лет комбинат планирует инвестировать в строительство новых урановых рудников 63,5 млн долл., а до конца 2012 г. – осуществить расширение и реконструкцию сернокислотного производства стоимостью около 12 млн долл. По прогнозам специалистов НГМК, реализация данной программы позволит увеличить добычу урана в 2012 г. в 1,5 раза[52].

Узбекский уран привлекателен и с точки зрения его относительно недорогой транспортировки, в силу географической приближенности территории республики к рынкам России, Украины и Казахстана. Осознавая это, Узбекистан стремится диверсифицировать свои экспортные поставки. Это ведет к тому, что роль Узбекистана в атомно-энергетической геополитике сопредельных государств заметно возрастает. НГМК, осознавая значимость ситуации, начал активно использовать силу и мощь уранового оружия как фактор давления на мировые державы, заинтересованные в производстве атомной электроэнергии. Таким образом, сотрудничество с США в атомной сфере не помешало Узбекистану начать выстраивать отношения с Россией, Китаем, Японией и всеми странами, заинтересованными в поставках урана из Узбекистана.

В начале 1990-х гг. для привлечения крупных компаний-импортеров на свой урановый рынок Узбекистан вынужден был занижать реальную стоимость урана примерно в 2–2,5 раза. Финансовые потери удалось компенсировать только за счет увеличения объемов добычи урана сразу на 50%. Основным импортером узбекского урана стала американская компания *RWE Nukem Inc.* В 2005 г. компания совместно с НГМК намеревались создать СП по разработке урановых месторождений на базе Балхаши-Восточно-Тактоныкской площади, расположенной в Центральных Кызылкумах. Сумма инвестиций должна была составить 25 млрд долл., но сделка не состоялась.

Причины озвучены не были. Тем не менее, в 2004 г. *RWE Nukem Inc.* предоставила комбинату кредит на 6 млн долл. на развитие уранового производства, в 2005 г. сумма выданного кредита составила 8 млн долл.[53]. Договор об эксклюзивных правах между НГМК и *RWE Nukem Inc.* также не стал гарантией долгосрочного привилегированного положения американцев на узбекском урановом рынке.

Крупным игроком на узбекском урановом рынке является Россия. Узбекско-российское сотрудничество в атомно-энергетической сфере сложно назвать ровным и безоблачным. Скорее – это отношения партнеров по бизнесу, которые доверяют, но *проверяют* друг друга. В 2006 г. глава *Росатома* С.В. Кириенко в ходе своей поездки по ЦАР озвучил идею по созданию единой горнодобывающей урановой компании с привлечением возможностей Казахстана, Узбекистана и Киргизии. Планировалось объединить все предприятия, входившие прежде в систему Министерства средней промышленности СССР. Российская сторона апеллировала к тому, что подобная кооперация позволит привести

инвестиции в геологоразведку, увеличит количество урановых месторождений и усилит позиции ядерной энергетики в государствах-участниках[54].

В том же 2006 г. *Техснабэкспорт* подписал протокол с НГМК о создании СП по урановой геологоразведке и добыче. Стартовые инвестиции в проект должны были обеспечить годовой объем добычи до 500 т урана. Но сторонам не удалось прийти к согласию по вопросу разработки месторождения Актау из-за возникших с российской стороны неопределенностей с источниками финансирования проекта[55]. Несмотря на противоречия, важность обоюдного сотрудничества очевидна как для Узбекистана, так и для России. Учитывая намерение Казахстана построить три атомных реактора *ВБЭР-300* совместными с Россией усилиями, можно предположить, что и российско-узбекское, и казахско-узбекское атомное сотрудничество будет иметь тенденции к росту.

Азиатский вектор сотрудничества отчетливо прослеживается и в развитии атомной промышленности Узбекистана. В августе 2009 г. китайская ядерно-энергетическая корпорация *China Guangdong Nuclear Power Holding Co.* (*CGNPC*) создала совместное предприятие с Государственным комитетом Республики Узбекистан по геологии и минеральным ресурсам *Uz-China Uran* по поиску месторождения урана черносланцевого типа на территории Бозтауской площади в Навоийской области республики. Уставной капитал *Uz-China Uran* составил 4,6 млн долл. с равными долями сторон. В долю *CGNPC URC* входят денежные средства и оборудование, а Госкомгеологии – геологическая, геофизическая и иная информация по Бозтауской площади. Китайская компания как иностранный инвестор получит преимущественные права на приобретение продукции СП *Uz-China Uran* по мировым ценам[56].

Узбекский урановый потенциал привлекателен и для Японии, которая в лице корпорации *Japan Oil, Gas and Metal National Corporation* (JOGMEC) в июне 2009 г. подписала соглашение с Госкомгеологии Узбекистана о совместной геологоразведке урановых месторождений. Планируется, что работы будут проводиться на трех участках Навоийской области в 200 км к северо-западу от Навои. В августе 2009 г. на урановый рынок Узбекистана проникла еще одна японская компания – *Mitsui&Co. Ltd.,* с которой было заключено соглашение о разведке урановых месторождений в Западно-Кокпатасском районе[57].

Расширение сотрудничества в атомной сфере с государствами, обладающими мощнейшими ядерными технологиями, рассматривается Узбекистаном не просто как способ увеличения сбыта собственной урановой промышленности, но и как возможность расширить собственные технологические мощности по добыче и переработке уранового сырья. Однако как далеко готов пойти Узбекистан в развитии своего атомно-промышленного комплекса? Очевидно, что, несмотря на экономическую выгоду от поставок урана на мировой рынок, они не являются столь рентабельными, как экспорт услуг ЯТЦ, который намерен реализовывать ближайший сосед Узбекистана Казахстан.

Узбекистан пока весьма сдержанно реагирует на инициативы Казахстана в атомной сфере, расценивая их больше как *популистские* политические декламации. Очевидно, однако, что богатый урановый потенциал центральноазиатских республик способен укрепить как межрегиональное сотрудничество, так и сотрудничество с государствами, обладающими ядерными технологиями и экспортирующими на мировой урановый рынок услуги ЯТЦ.

Киргизия. Топливно-энергетический комплекс Киргизии в значительной степени зависит от импортных поставок. В Киргизии сосредоточено всего около 2% энергетических ресурсов ЦА. Их основная доля приходится на гидроресурсы, которые составляют 30% общего энергопотенциала страны. Гидроэнергетический потенциал 252 крупных и средних рек республики оценивается в 18,5 млн кВт мощности и более 169 млрд кВт/ч выработки электроэнергии. Установленная мощность ТЭК Кыргызстана составляет 3713 МВт. Из них 79,5% (2950 МВт) приходится на ГЭС, а 20,5% (или 763 МВт) на ТЭС, расположенные в Бишкеке и Оше. Рост потребления электроэнергии в Киргизии опережает ввод новых мощностей. Примечательно, что среди государств ЦА большая доля электроэнергии в Киргизии расходуется на нужды населения. Снижение добычи угля, на котором ра-

ботают ТЭС, резкое увеличение цен на импортируемое из соседних стран топливо ставят республику перед необходимостью развивать неосвоенные гидроэнергоресурсы.

Специфика ТЭК Киргизии состоит в том, что, с одной стороны, летние пропуски воды из водохранилищ позволяют вырабатывать достаточно электроэнергии для полного покрытия внутреннего потребления. При этом Киргизия экспортирует более 2 ТВт/ч в Узбекистан и Южный Казахстан. С другой – ограниченные зимние пропуски с каскада водохранилищ приводят к дефициту электроэнергии зимой, когда потребление резко возрастает. Это создает необходимость импортировать ископаемое топливо из Узбекистана и Таджикистана в объемах 316 ГВт/ч[58]. Стратегической задачей ТЭК Киргизии является освоение новых гидроэнергетических мощностей. Но вопрос регулирования водных стоков, используемых сопредельными государствами для нужд аграрного хозяйства, остается нерешенным и препятствует полноценному развитию гидроэнергоресурсов республики. Это превращает энергоизбыточную Киргизию в энергодефицитную.

В условиях растущего энергодефицита и отсутствия консенсуса с соседями по водно-энергетической проблематике для Киргизии поиск альтернативных источников энергообеспечения является актуальной задачей. В советский период в Киргизии велась добыча урана, но все рудники были истощены и закрыты. Растущий энергодефицит республики заставляет киргизские власти все чаще задумываться о разработке новых месторождений урана и использовании атомной энергетики в энергобалансе республики. Перспективы развития атомной промышленности Киргизия связывает с освоением разведанных рудных месторождений бассейна реки Сары-Джаз, Серафимовским месторождением, запасами Сарыджазского месторождения, составляющими 8222 т урана (при среднем содержании урана – 0,022%), Кызыл-Омпульскими россыпями с 3125 т урана с содержанием 0,032%.

Более десяти компаний из США, Канады, Австралии и Казахстана уже получили порядка 40 лицензий на геологическое изучение перспективных площадей урановых месторождений республики[59]. Совместная реализация проектов в атомно-промышленном комплексе намечена между Киргизией, Россией и Казахстаном. В 2001 г. стороны договорились создать совместное предприятие для разработки крупного уранового месторождения *Заречное*, расположенного в Джамбульской области Казахстана. Киргизия внесет свою долю в СП в основном технологиями, связанными с переработкой урана. Учредителем СП от Киргизии стал *Кара-Балтинский горнорудный комбинат*, на котором будет осуществляться переработка руды казахских месторождений. *Кара-Балтинский комбинат* был ведущим предприятием в СССР по переработке урановой руды и до сих пор является постоянным поставщиком уранового концентрата на российские атомные электростанции. В последние годы комбинат ежегодно перерабатывает около 450 т казахстанской урановой руды[60].

Таджикистан. Проблема дефицита электроэнергии характерна и для Таджикистана. Основой ТЭК Таджикистана является гидроэнергетика. На ее долю приходится более 80% всех энергетических ресурсов страны. В настоящее время используется только 18% экономически эффективных гидроэнергоресурсов. Общая установленная мощность ГЭС в Таджикистане составляет 4070 МВт, что позволяет ежегодно вырабатывать электроэнергию в объеме до 17,1 млрд кВт/ч[61]. К числу основных ГЭС относятся *Нурекская*, *Байпазинская*, *Вахшская* и *Варзобская*. Республика обладает солидным потенциалом органического топлива: угля, нефти, газа, урана, но значительная их часть размещена в экстремальных природных условиях. Это не позволяет изучить качественное и количественное соотношение имеющихся запасов энергосырья и рассчитать технико-экономические показатели их промышленного освоения.

Энергопотребление в Таджикистане имеет тенденцию к увеличению. Так, согласно предварительным расчетам Министерства энергетики Таджикистана, к 2020 г. потребность в энергоресурсах в стране может составить 28,3 млрд кВт/ч. Имеющиеся мощности ТЭК не в состоянии удовлетворить растущий внутри республики спрос на электричество. В 2009 г. энергодефицит в Таджикистане составил 600 млн кВт/ч[62]. Для преодоления энергодефицита таджикские власти выдвигают проекты по реконструкции и модернизации, а также строительству новых ГЭС. В рамках среднесрочной программы

2006– 2010 гг. было предусмотрено завершение строительства начатых еще в 1990-е гг. *Сангтудинской ГЭС-1*, *Сангтудинской ГЭС-2*, *Рогунской* и *Шурабской ГЭС*. По оценкам властей, принимаемые меры должны увеличить мощность гидроагрегатов до 10% и повысить установленные мощности ГЭС на 350–400 мВт. В соответствии со Стратегией развития энергетической отрасли выработка электроэнергии в Таджикистане к 2015 г. должна составить 35 млрд кВт/ч[63].

Столь оптимистичные прогнозы таджикских властей реализуются в том случае, если в республике не повторится ситуация зимы 2008 г. Тогда из-за сильных морозов большая часть инфраструктуры электро- и водоснабжения не выдержала чрезмерной нагрузки и дала серьезные сбои. Избежать катастрофического ущерба удалось за счет увеличения выработки электроэнергии на основных ГЭС республики, что привело к резкому снижению уровня воды в Токтогульском и Нурекском водохранилищах.

Это повлекло за собой серьезные социально-экономические последствия: снижение производства электроэнергии и, как следствие, спад промышленного производства, уменьшение стока рек, орошающих сельскохозяйственные посевы сопредельных государств, сокращение доступа населения республики к теплу и электричеству. Выходом из энергетического кризиса для Таджикистана может стать лишь диверсификация энергосырья, то есть поиск новой ресурсной базы для выработки необходимых объемов электроэнергии. В связи с этим таджикские власти стали все чаще задумываться о развитии мирного атома и возобновлении в республике переработки урана.

На законодательном уровне начали предприниматься соответствующие меры[64]. В 2008 г. в Таджикистане были внесены поправки в закон «О недрах», уделяющие особое внимание развитию урановых месторождений республики[65]. Разведка, добыча и переработка урана – трудоемкий и дорогостоящий процесс, поэтому поправки оговаривают необходимость привлечения иностранных инвестиций для разработки новых урановых месторождений с прицелом в перспективе на развитие ядерной энергетики.

Переработка урана велась в Таджикистане на протяжении 60 лет на базе производственного объединения *Востокредмет*. Сегодня *Востокредмет* сотрудничает с российским концерном *Атомредметзолото,* казахскими предприятиями атомной промышленности. На таджикском *Горнохимическом комбинате №6* в 1945 г. был добыт и переработан уран для первой советской атомной бомбы. В 1980-х гг. в Таджикистане был установлен научно-исследовательский реактор *Аргус* – единственный в мире стационарный растворный реактор, используемый для отработки инновационных технологий производства медицинских изотопов.

Но установка реактора в республике совпала с аварией на *Чернобыльской АЭС*, вследствие чего реактор так и не был использован. *Аргус* имеет слабую мощность и способен в год обогащать лишь 0,5 г урана. В 2007 г. во время визита в Таджикистан заместителя гендиректора МАГАТЭ Анны Марии Сетто таджикские ученые предложили демонтировать реактор, но взамен попросили установить аналог реактора – новую современную установку ускорителя электронов. МАГАТЭ заявило, что готово безвозмездно предоставить таджикским ученым ускоритель стоимостью 1,5 млн долл., который позволит проводить исследования состава горных пород. Но специалисты МАГАТЭ настаивали на личном наблюдении за процессом демонтажа советского реактора *Аргус*[66].

Чрезмерно активное использование урановых руд привело к их истощению. По мере истощения местных урановых рудников сырье для переработки завозилось из Узбекистана, Казахстана, Киргизии и стран дальнего зарубежья. Результатом этой деятельности стала выработка свыше 50 млн т радиоактивных отходов, которые накопились в северных районах Таджикистана[67]. В Советском Союзе урановые хвосты хаотично утилизировали в сооружениях, именуемых хвостохранилищами**,** которые были выполнены без укрепления дамб и без учета фильтрации радиоактивных веществ[68]. Хвостохранилища возникали не только в Таджикистане, но и в Киргизии, Узбекистане, в тех государствах ЦА, где велась активная добыча урана. Содержание урана, пригодного для создания ядерного топлива, в урановых хвостохранилищах невелико, но вред, наносимый ими экосистеме ЦА, весьма существенен.

Мировое увеличение спроса на энергоресурсы ведет к возникновению интереса к вторичной переработке урановых отходов в хвостохранилищах. Республики ЦА видят во вторичной переработке урана способ избавиться от урановых хвостов и улучшить экологическую ситуацию. Процесс этот весьма дорогостоящий и пока непривлекательный для инвесторов. Между тем, таджикские власти утверждают, что не все залежи урановой руды в республике истощены, и привлекают зарубежных инвесторов осваивать новые, пока небесспорные, месторождения урана. По данным Агентства по ядерной и радиационной безопасности при Академии наук Таджикистана новые месторождения урана сосредоточены на Памире, в Раштской и Гиссарской зонах, но в силу того, что они находятся в труднодоступных местах, они остаются до конца не обследованными.

Первым государством, которое откликнулось на предложение инвестировать в урановую промышленность Таджикистана, стала Россия. В августе 2008 г. *Росатом* заявил о готовности возобновить добычу урана в республике. Озвучена возможность организации совместных предприятий по созданию АЭС малых мощностей от 100 до 300 мВт. В Таджикистане *Росатом* нацелен продолжить стратегию по объединению всех предприятий по добыче, конверсии и обогащению урана, а также созданию единого предприятия, предоставляющего полный спектр услуг ЯТЦ. В целом, реализация подобной инициативы может представлять определенный интерес для государств ЦА, не обладающих собственным потенциалом для организации всей цепи ЯТЦ, и способствовать ускоренному развитию атомной энергетики в регионе.

Что касается Китая, то во время официального визита президента Таджикистана Эмомали Рахмона в Пекин в августе 2008 г. глава одной из крупнейших китайских компаний в области атомной энергетики и добычи горных металлов *Зи Экс Чой Инвест* заявил о своей заинтересованности в разработке урана и намерении сотрудничать с Таджикистаном в изучении его запасов и добыче урановой руды.

Интерес к сотрудничеству с Таджикистаном в атомной сфере и совместной эксплуатации *Востокредмета* проявляет и Иран. Таким образом, ситуация в урановой промышленности Таджикистана выглядит несколько парадоксальной. Зарубежные компании готовы инвестировать в разработку урановых месторождений, существование которых пока официально не подтверждено. Но таджикские власти считают это вполне обычным явлением в мировой практике, поэтому приступили к выбору наиболее выгодных предложений инвесторов.

Анализ ТЭК государств ЦА показал, что для преодоления энергетических проблем требуется не только реабилитация существующих энергомощностей, но и строительство новых электростанций, гарантирующих бесперебойное электроснабжение региона. Для увеличения в энергобалансе доли нефтяных ресурсов, которыми богаты Казахстан и Узбекистан, необходимо строительство заводов по переработке нефти и производству готовых нефтепродуктов. Не менее важно усиленно расширять разведку новых месторождений органического топлива. При нынешней недостаточной разведанности энергоресурсов государствам ЦА сложно расширять инвестиционную привлекательность энергоотрасли региона[69]. Энергетическая самодостаточность региона во многом зависит от диверсификации энергоресурсов региона и внедрения новых альтернативных источников электроэнергии. Учитывая амбициозные планы государств ЦА по расширению объемов поставок электроэнергии не только на внутренний, но и внешние рынки, поиск альтернативного топлива становится жизненно важной задачей.

АЗИАТСКИЙ АТОМНЫЙ РЕНЕССАНС

Реалии атомной энергетики таковы, что конкурентными преимуществами обладают не те страны, где сосредоточены наибольшие залежи урана, а те, которые смогут обеспечить комплекс услуг ЯТЦ: от разработки месторождений урана и его обогащения до услуг по переработке отработанного ядерного топлива (ОЯТ). Большинство компаний в области атомной энергетики идут по пути создания крупных альянсов. Посредством сотрудничества в мире уже сформировалось 4 крупных игрока: 1) *Toshiba/Westinghouse/Казатомпром*, 2) *AREVA Mitsubishi*, 3) *Росатом,* 4) *General Electric/Hitachi*[70]. Со временем

в отрасль будут вовлекаться новые участники, обладающие урановыми ресурсами, производственными технологиями по переработке урана и квалифицированными кадрами.

Самостоятельное участие республик ЦА в мировом разделении труда в сфере услуг по обогащению урана возможно посредством разделения производственных мощностей, технологий и услуг на всех звеньях ЯТЦ. Каждая республика региона могла бы осуществлять ту цепь ЯТЦ, для реализации которой у нее имеется соответствующая технологическая база. Добыча урана – первое звено ЯТЦ – может вестись в Узбекистане и Казахстане, где расположены основные урановые ресурсы региона. Идея о вторичной переработке урановых хвостов, продвигаемая Киргизией и Таджикистаном, также имеет право на существование, в случае если для этого будут привлечены соответствующие инвестиции. К тому же разведка новых месторождений урана, которая активно ведется на территории двух республик, в перспективе может вовлечь их в первую цепь ЯТЦ ЦА.

По мере роста объемов выработки электроэнергии на *ВБЭР-300* потребность Казахстана в уране будет возрастать. Собственные запасы урана не смогут в полной мере удовлетворить потребность в сырье, поэтому диверсификация его поставок станет актуальной задачей для атомно-промышленного комплекса Казахстана. Импорт урана для *ВБЭР-300* из сопредельных по региону республик может иметь для Казахстана определенные преимущества по сравнению с поставками из других, более отдаленных государств. Казахстан имеет соглашения о свободной торговле со всеми республиками ЦА. Территориальная близость может способствовать снижению транспортных, таможенных и логистических затрат на транспортировку урана. Учитывая, что в ЯТЦ ЦА в перспективе могут быть задействованы все государства региона, не исключено, что уран для казахских АЭС может поставляться по стоимости ниже мировой. В свою очередь Казахстан может пойти на снижение стоимости поставляемой ядерной электроэнергии в соседние по региону республики.

Во всех странах региона имеются производственные мощности по переработке урановой руды, поэтому это звено ЯТЦ может осуществляться во всех государствах ЦА. Опыт по эксплуатации научно-исследовательских атомных реакторов, накопленный в Узбекистане и Казахстане, может быть применен при создании и эксплуатации *ВБЭР-300*, на которых первоначально будет производиться вся атомная электроэнергия региона. В Казахстане имеются технологии по производству топливных таблеток для тепловыделяющих элементов (ТВЭЛ), составляющие основу конструкционного оформления ядерного топлива[71], что позволит осуществлять эту цепь ЯТЦ ЦА здесь.

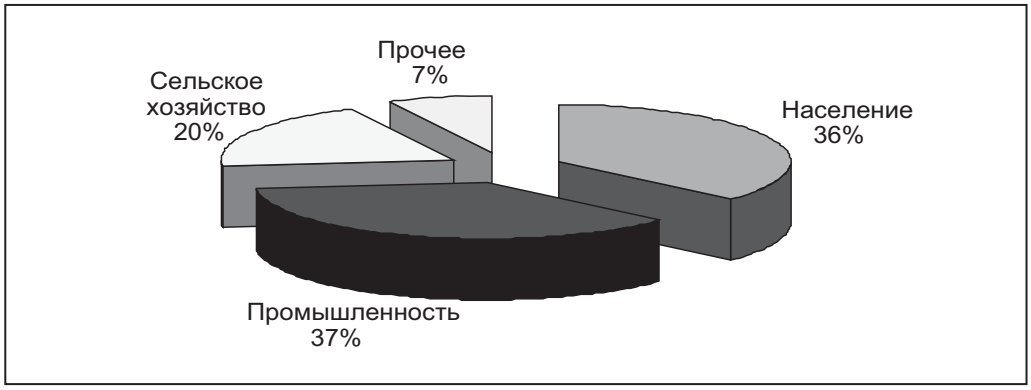
Определяя потенциал для развития в регионе атомной энергетики, следует учитывать специфику функционирования электрических сетей региона. Как было отмечено выше, все электросети республик региона объединены в единое кольцо ОЭС ЦА. Общая протяженность ЛЭП ОЭС ЦА составляет 1400 км. Практически все электростанции присоединены к ОЭС ЦА на сверхвысоком уровне напряжения мощностью 500 кВ. Наличие ОЭС ЦА с развитыми ЛЭП создает определенные преимущества для строительства АЭС. Атомные реакторы средней мощности *ВБЭР-300* будут построены на юге Казахстана, где магистральные ЛЭП соединены с ОЭС ЦА. Это позволит упростить процесс присоединения ЛЭП АЭС к единому кольцу ОЭС ЦА, по которому атомная электроэнергия будет беспрепятственно поставляться во все государства региона. К тому же ОЭС ЦА – это основа для межгосударственной торговли электроэнергией, в том числе атомной, которая способна обеспечить установленные стандарты надежности и качества для потребителей. Поэтому сохранение функциональности ОЭС ЦА – в интересах всех республик ЦА.

Несмотря на имеющийся потенциал для создания центральноазиатского атомно-промышленного комплекса, ни одно государство региона не обладает собственными технологиями по конверсии, обогащению урана и изготовлению ядерного топлива. Только сотрудничество республик ЦА с компаниями – крупными производителями ядерного топлива для АЭС, обладающими технологиями ЯТЦ, может способствовать обмену опытом, а в перспективе заложить основы для совместной деятельности в области атомной энергетики. Однако создание ЯТЦ в ЦА с использованием технологического опыта зарубежных стран ставит вопрос – насколько правомерно называть его собственно центральноазиатским? Скорее ЯТЦ в ЦА можно будет рассматривать как транснациональную

интегрированную компанию, созданную на базе регионального атомно-промышленного комплекса, но тесно взаимодействующую с мировыми компаниями, специализирующимися на предоставлении услуг ЯТЦ.

Перспективы развития в ЦА атомной энергетики омрачаются выводами экспертов о том, что в силу невысокого уровня промышленного производства региона объемы электроэнергии, вырабатываемые на АЭС, будут избыточными. Но структура электропотребления по отраслям в ЦА показывает, что основные объемы генерируемой в регионе электроэнергии приходятся именно на промышленное производство (37%) и сельское хозяйство (20%) (см. Схему 1). Учитывая, что все страны ЦАР нацелены на увеличение производственных мощностей как основы устойчивого развития, можно предположить, что потребность в энергоресурсах будет только расти. К тому же ЦА относится к числу регионов, где показатели демографического роста населения традиционно находятся на достаточно высоком уровне, что также означает рост энергопотребления. В настоящее время расходы, связанные с бытовым потреблением электроэнергии населением (36%), находятся на уровне, который практически равен уровню промышленного потребления электроэнергии (37%). Следовательно, ввод в эксплуатацию новых мощностей, генерирующих атомную энергетику, вряд ли приведет к избытку электроэнергии в регионе.

Схема 1[72]. **Структура электропотребления по отраслям в ЦАР**



В случае если объемы атомной электроэнергии окажутся избыточными, республики ЦА могут поставлять их на экспорт. Россия, Украина, страны Евросоюза, Индия, Китай, Афганистан, Пакистан, Иран – все эти государства могут рассматриваться как потенциальные рынки для экспорта атомной электроэнергии ЦАР. Большую привлекательность для экспорта представляют также азиатские рынки. Потребность в электроэнергии достигает здесь пика в летнее время, когда в ЦА высвобождаются большие объемы избыточной электроэнергии.

Не исключено, что по мере активного проникновения на урановый рынок ЦА крупных иностранных компаний атомная промышленность региона будет поглощена ими и станет лишь одной из составных частей международных транснациональных предприятий в сфере ЯТЦ. Подобное поглощение может иметь ряд преимуществ. Мировой технологический опыт позволит в более короткие сроки создать в регионе ЯТЦ, адаптировать услуги ЯТЦ для различных типов атомных реакторов, что немаловажно для быстрого привлечения клиентов к собственному ядерному производству, отказаться от практики демпинга цен на уран, часто используемого республиками ЦА для привлечения иностранных инвесторов.

Развивая в регионе атомную энергетику, республики ЦА окажутся перед выбором: создавать ЯТЦ собственными усилиями, что чревато высокими финансовыми и временными затратами, но самостоятельным участием на мировом рынке ядерных услуг, или, интегрировавшись в ЯТЦ крупных мировых компаний, в короткие сроки создать совместное производство по обогащению урана, но зависеть от *воли* головных компаний. Очевидно

одно – без мирового опыта развития атомной энергетики республики ЦА не смогут начать осваивать собственный атомно-энергетический потенциал.

Утилизация ОЯТ и урановые хвостохранилища. Развитие в ЦА атомной энергетики может столкнуться с главной проблемой – *постчернобыльским синдромом,* который вызывает негативное восприятие любых инициатив по развитию мирного атома центральноазиатской общественностью. Вместе с тем, многолетние испытания атомного оружия в Семипалатинске, о которых не знало местное население, урановые хвостохранилища, оставшиеся в наследство республикам ЦА от единого военно-промышленного комплекса Советского Союза, проблема захоронения ОЯТ в случае создания в регионе ЯТЦ могут стать непреодолимым препятствием на пути развития атомной энергетики.

Проблема захоронения ОЯТ встает перед каждой страной, которая развивает свою атомную энергетику. По данным МАГАТЭ, количество ОЯТ, ежегодно образующегося в мире, составляет 10,5 тыс. т тяжелого металла. Около одной трети от этого количества проходит переработку, в процессе которой происходит рециклирование урана и плутония. Остальные две трети содержатся в промежуточных хранилищах до решения вопроса об обращении с ними в будущем. Хотя многие эксперты считают, что задача безопасного постоянного захоронения имеет техническое решение, на практике действующего геологического захоронения еще нет[73].

Казахстан, приступающий к созданию ЯТЦ, также столкнется с этой проблемой. *Казатомпром*, реализующий стратегию строительства транснациональной интегрированной компании, подчеркивает, что намерен участвовать во всех стадиях ЯТЦ, кроме переработки ОЯТ и захоронения радиоактивных отходов[74] (см. Схему 2). Вопрос о том, каким образом Казахстан намерен перерабатывать и размещать ОЯТ, пока не получил широкого обсуждения. Но в случае создания в стране ЯТЦ проблема проявит себя со всей очевидностью.

Примечательно то, что нежелание казахской стороны перерабатывать и размещать радиоактивные отходы на территории республики контрастирует с инициативой Нурсултана Назарбаева, выдвинутой в 2001 г., о коммерческом ввозе радиоактивных отходов в Казахстан. Эта инициатива, по мнению руководства республики, позволила бы заработать значительные финансовые средства и решить проблему захоронения собственных запасов радиоактивных отходов[75]. В результате 40 лет советских ядерных испытаний, работы промышленных и исследовательских реакторов, предприятий по добыче и переработке урана и добывающих предприятий неурановой промышленности объем радиоактивных отходов в Казахстане достиг 237,2 млн т, а их суммарная активность – 15,5 млн кюри.

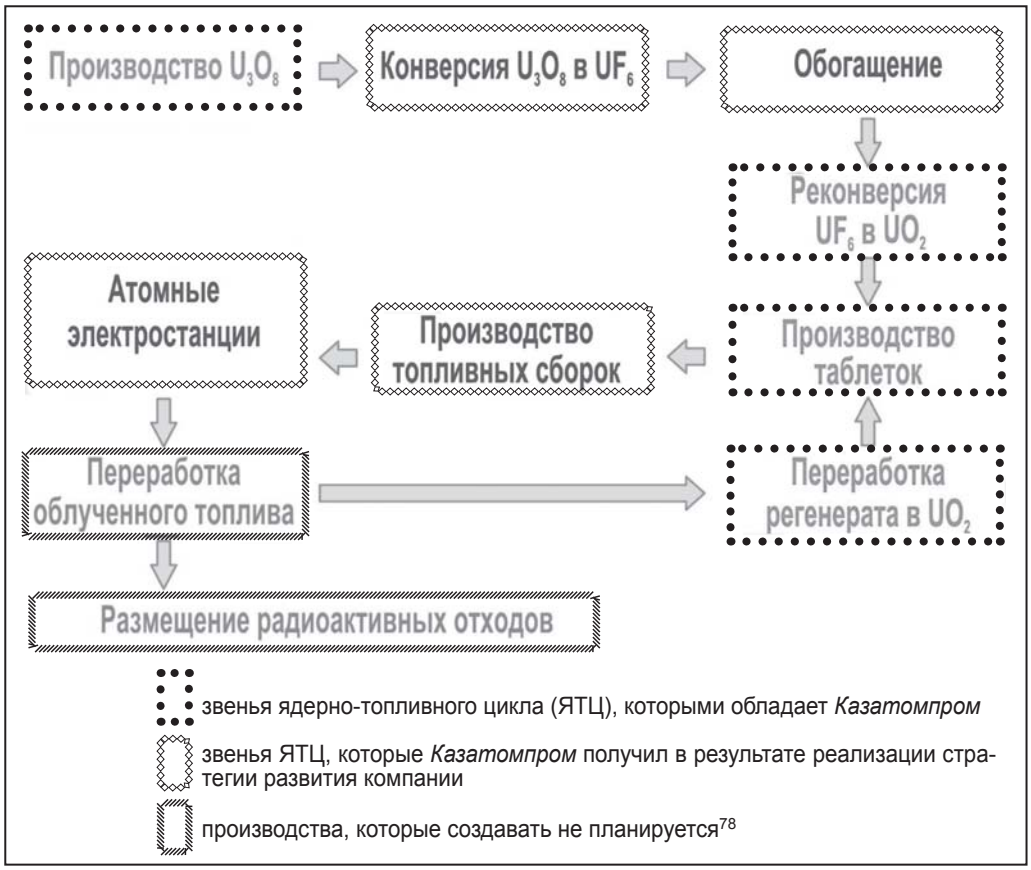
Для реабилитации зараженных земель и захоронения радиоактивных отходов требовалось финансирование в размере 1,1 млрд долл., а бюджет Казахстана в состоянии был выделить на эти цели лишь 1 млн долл. Казахская инициатива подразумевала ввоз в страну *низкорадиоактивных* и *среднерадиоактивных* отходов, мотивируя это тем, что такие отходы не содержат плутония. Но по данным Всемирной ядерной ассоциации, подобные отходы содержат плутоний, период полураспада которого составляет 24 тыс. лет[76].

Сложность проблемы утилизации ОЯТ заключается еще и в том, что категории ядерных отходов весьма размыты. Для различных типов ядерных реакторов характерны различные виды ядерного топлива. Отсутствие международных стандартов классификации радиоактивных отходов было взято на вооружение казахскими экологическими организациями в качестве аргумента против ввоза в страну ядерных отходов других государств.

Против ввоза ОЯТ в Казахстан выступало также местное население. В итоге инициатива осталась нереализованной. Но в случае создания в Казахстане ЯТЦ проблема захоронения радиоактивных отходов с атомных реакторов потребует неизбежного решения. В настоящее время в мире перерабатывается менее 40% ежегодно нарабатываемого количества ОЯТ. Промышленная переработка ОЯТ осуществляется в России, Великобритании, Франции, Японии. В США переработка ОЯТ запрещена на законодательном уровне. Но, учитывая, что в государствах, где развита атомная энергетика, преобладает открытый ЯТЦ, маловероятно, что объемы ОЯТ в мире будут увеличиваться[77].

Для Казахстана, а в перспективе всех государств ЦА, которые подключатся к мирным ядерным инициативам, представляется важным наладить взаимодействие с государствами, обладающими мощностями по переработке и утилизации ОЯТ. При этом следует учитывать, что мощности по переработке ОЯТ в различных государствах адаптированы под различную проектную мощность ядерных реакторов. Учитывая то, что Казахстан намерен развивать малые и средние мощности атомной энергетики, представляется целесообразным активно взаимодействовать с Россией, где осуществляется переработка ОЯТ с атомных реакторов *ВВЭР-440*, которые, так же как и казахские *ВБЭР-300,* относятся к категории реакторов средней мощности.

Схема 2. ***Казатомпром*: стратегия развития**



Не менее значимой для Центральной Азии остается проблема урановых хвостохранилищ (см. Схему 3), которой долгое время не придавали должного значения или замалчивали. Хвостохранилище – это комплекс специальных сооружений и оборудования, предназначенный для хранения или захоронения радиоактивных, токсичных и других отвальных отходов обогащения полезных ископаемых, именуемых хвостами. На горно-обогатительных комбинатах из поступающей добытой руды получают концентрат, а отходы переработки перемещают в хвостохранилище. Обычно хвостохранилища сооружаются в нескольких километрах от горнообогатительной фабрики, в понижениях рельефа: котловинах, ущельях, распадах и отгораживаются дамбой[79].

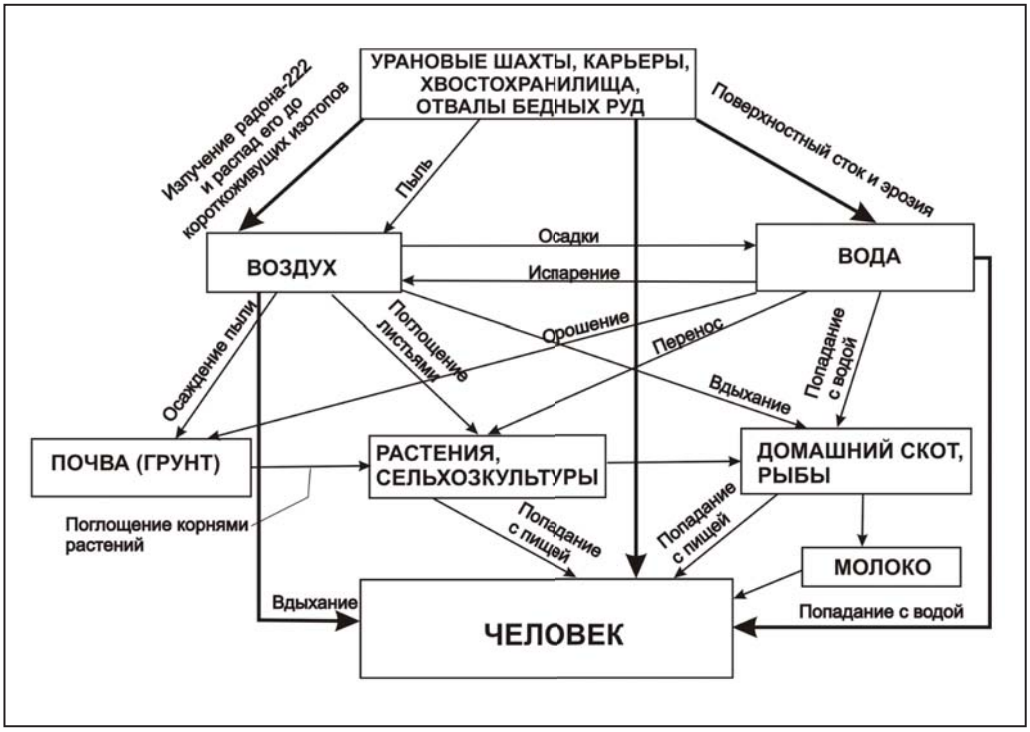
Закладка первых хвостохранилищ в ЦА осуществлялась в первые годы развития атомной промышленности в СССР. Тогда опасность урановых отходов осталась недооцененной. В хвостохранилищах скопились огромные массы иония, радия, остаточного урана и его

долгоживущих изотопов. Выбор площадок под хранилища, их проектирование, устройство и методы консервации не отвечали уровню связанной с ними экологической опасности. Хвостохранилища размещали в бассейнах рек, где велика сейсмо- и селеопасность. Сели и паводки вызывают деформацию русел, подмыв хвостохранилищ, отвалов и вынос радиоактивной пыли на территории населенных пунктов.

Наиболее проблемными являются хранилища радиоактивных отходов в Киргизии: Майлуу-Суу, Мин-Куш, Каджи-Сай, Кара-Балта, а также редкоземельные отвалы: Орловка, Кашка, Ак-Тюз. В Таджикистане – восемь хвостохранилищ, расположенных вблизи населенных пунктов Табошар, Чкаловск, Гафуров, Адрасман, Дегмай. В Узбекистане – шахты близ городов Навои, Учкудук, Янгиабад, Чоркесар. В Казахстане – Кокчетаваская область, Коксорский, Маныбайский участок, Кошгар-Атинское хвостохранилище[80] (см. карту на с. 97).

Средний естественный радиационный фон, обусловленный внешним излучением естественных радионуклидов, составляет от 4 МкР/ч до 35 МкР/ч в воздухе. Однако в районах размещения урановых хвостохранилищ естественный радиационный фон превышен в несколько раз. Радиологические исследования, проведенные в Киргизии, свидетельствуют о том, что радиоактивность в некоторых жилых районах, расположенных неподалеку от хвостохранилищ, составляет от 60 до 900 МкР/ч. Всего в Киргизии расположено 72 объекта складирования радиоактивных отходов, где общий объем твердых радиоактивных отходов превышает 130 млн куб. м, из них отходов уранового производства – 2 млн куб. м, а занимаемая ими площадь составляет 650 га. Наибольшую опасность представляют 35 радиоактивных *хвостохранилищ* с общим объемом в 48,3 млн куб. м хвостового материала. Практически все существующие хвостохранилища были законсервированы в период с 1966 по 1973 г.

Схема 3. **Пути попадания радионуклидов от объектов уранодобывающей промышленности в биосферу и организм человека**[81]



Велик риск трансграничного радиоактивного загрязнения радиоактивных руд в большинстве мест на территории Ферганской долины, где пересекаются территории Узбекиста-

на, Киргизии и Таджикистана. Хвостохранилище на берегу реки Майлуу-Суу может представлять опасность для реки Сырдарья, которая обеспечивает водой все государства ЦАР. Река Майлуу-Суу является одним из притоков Сырдарьи в верховьях Ферганской долины. Это чревато тем, что в случае поползновения хвостов они могут попасть в реку Майлуу-Суу и далее в Сырдарью, и привести к расширению зоны загрязнения Ферганской долины. Любая чрезвычайная ситуация (оползень или сель) несет риск потенциального радиоактивного заражения больших территорий, следовательно, риску может быть подвержено и местное население.

В Таджикистане в результате многолетней деятельности по переработке урановой руды образовались более 170 млн куб. м пустой породы и хвостохранилища с радиоактивными отходами, содержащие приблизительно 55 млн т радиоотходов. Подобное количество отходов на территории республики объясняется тем, что, помимо переработки урановых руд, добываемых внутри страны, значительная их доля ввозилась из соседних стран, в том числе стран Восточной Европы. Большинство урановых хвостохранилищ, расположенных на территории Таджикистана, не имеют никакого покрытия, поэтому поверхность радиоактивных отходов хвостохранилищ является источником стойкого пылеобразования.

Переработка руды из песчаниковых залежей урана в Узбекистане осуществлялась в Кызылкумах на Навоийском горнодобывающем химическом комбинате, поэтому самое крупное узбекское урановое хвостохранилище находится на участке, где складировались отходы этого комбината в городе Навои. Урановые хвостохранилища Навои содержат наиболее значительную часть отходов уранового производства. Примерно 57 млн т твердых урановых отходов занимают площадь 637,1 га. К участкам уранового наследия в Узбекистане относятся также заброшенные шахты в Учкудуке, Янгиабаде, Чоркесаре.

В Казахстане радиоактивные отходы были образованы в основном в результате деятельности бывшего Семипалатинского испытательного полигона. С точки зрения последствий уранового наследия для Казахстана особого внимания требуют хвостохранилища, расположенные в Кокчетавской области, Агашском и Коксорском участках, рудник на Маныбайском участке, хвостохранилище Степногорского гидрометаллургического завода, Кошгар-Атинское хвостохранилище рядом с г. Актау. Значительные климатические различия в регионах Казахстана влияют на специфику реабилитации каждого участка с урановыми захоронениями. Для решения вопросов, связанных с участками уранового наследия, правительство Казахстана утвердило государственную программу «Реабилитация территорий предприятий по добыче урана и смягчение последствий разработки урановых месторождений на 2001–2010 гг.».

Низкая информированность населения, проживающего на территориях промышленной добычи и обработки урановых руд, об имеющихся урановых отходах приводит к увеличению риска радиоактивного заражения. Например, большое по площади хвостохранилище в Сумсаре (неподалеку от Шекофтара) используется местными жителями в качестве ипподрома и поля для выпаса скота, поиска черных и цветных металлов. В Майлуу-Суу местный житель, проживающий рядом с хвостохранилищем №6, использовал его территорию для огорода, где выращивал кукурузу на продажу. Горные породы из отвалов урановых штолен и шахт, среди которых попадаются куски руды с высокой радиоактивностью, используются местными жителями для постройки фундаментов домов. Проблема урановых хвостохранилищ для ЦА усугубляется тем, что республики не обладают достаточным опытом по утилизации урановых отходов, а главное, не располагают финансовыми и техническими ресурсами для надлежащего поддержания и рекультивации хвостов. Качественный и систематический обмен информацией в целях предотвращения воздействия радиации на местное население[82] отсутствует как на региональном, так и на национальном уровне.

Киргизия и Таджикистан неоднократно выступали с инициативами обсудить проблему на международном уровне. Так, пути утилизации хвостохранилищ в ЦА обсуждались в июне 2009 г. в Женеве на Международном форуме «Урановые хвостохранилища в Центральной Азии: местные проблемы, региональные последствия, глобальное решение». В итоге значимость проблемы была признана на международном уровне. Отдельные страны ЕС выразили готовность предоставить определенные финансовые средства для

разрешения проблемы. Но спустя некоторое время интерес к данному вопросу вновь был утерян[83]. Во многом подобная ситуация обусловлена тем, что между странами ЦА также отсутствует единое понимание сущности ситуации вокруг хвостохранилищ: часть государств (Казахстан, Узбекистан) региона считают проблему несколько политизированной и преувеличенной, другие (Киргизия, Таджикистан) – наоборот, уделяют ей первостепенное значение.

Среди мер по утилизации урановых хвостохранилищ в Центральной Азии рассматривается возможность вторичной переработки радиоактивных отходов. Например, предварительные результаты по определению концентрации урана в образцах из хвостохранилищ в Майлуу-Суу показали самое низкое содержание оставшегося в хвостах урана – 0,005%, а самое высокое – 0,03%. Перспективы вторичного извлечения урана зависят от того, насколько затратными могут оказаться эти попытки[84]. Следует учитывать имеющиеся технологии для вторичного извлечения, эксплуатации и транспортировки. В настоящее время *Кара-Балтинский горнорудный комбинат* в Киргизии, государственное предприятие *Востокредмет* в Таджикистане потенциально могут использоваться для переработки урановых отходов, содержащихся в хвостохранилищах. Однако данная переработка является весьма дорогостоящим процессом, поэтому большинство специалистов полагают, что начинать с вторичной переработки радиоактивных отходов урановых хвостохранилищ для извлечения урана не следует.

Имеются другие варианты – например, извлечение сопутствующих металлов из урановых хвостохранилищ. Кроме урана, в хвостохранилищах ЦА могут быть представлены такие элементы, как серебро, кобальт, хром, медь, молибден, титан, стронций, тантал, никель, цинк, ванадий. Но извлечение сопутствующих металлов представляется также весьма дорогостоящим мероприятием, которое может показаться нерентабельным с точки зрения вложения в проект крупных финансовых инвестиций.

Однако, по убеждению специалистов из региона, в проектах по вторичной переработке урановых отходов из хвостохранилищ социальные выгоды могут превысить частные финансовые интересы. Проект, не являющийся экономически выгодным на частном уровне, может быть экономически выгодным на уровне социальном. Таким образом, неблагоприятные социально-экономические, санитарно-экологические, демографические и природно-географические факторы обусловливают высокий риск разрушения хранилищ радиоактивных отходов в ЦАР под воздействием природных и техногенных процессов. Это может привести к различным негативным экономическим, политическим, гуманитарным последствиям, упадку горнопромышленных районов и поставить под угрозу основы устойчивого развития государств региона[85].

Начало развития в регионе ЦА атомной энергетики должно предполагать решение вопроса об утилизации и захоронении ОЯТ, а также проблемы урановых хвостохранилищ.

Для государств ЦА наиболее рациональным представляется налаживание тесного сотрудничества и обмена опытом со странами, обладающими технологиями по переработке радиоактивных отходов с реакторов малой и средней мощности, которые планируется построить в Казахстане.

В случае активного привлечения инвестиций идея о вторичной переработке урановых хвостов может иметь право на существование. Вторичная переработка урановых хвостохранилищ требует больших финансовых затрат, но при реализации социальные выгоды от подобных затрат могут превысить экономическую выгоду[86]. Важно также провести широкую информационную кампанию среди местного населения о существовании проблемы хвостохранилищ и разъяснить меры предосторожности, которым необходимо следовать, чтобы не оказаться в зоне повышенного радиоактивного воздействия хвостов. Негативное влияние, оказываемое урановыми хвостами на здоровье человека, может стать угрозой благополучию всей нации.

Анализ перспектив развития атомной энергетики в ЦА показал, что, несмотря на определенные издержки, создание взаимодополняемого общерегионального механизма ЯТЦ ЦА будет способствовать его эффективному, бесперебойному, безопасному функционированию на всех звеньях производственной цепи. Государства Центральной Азии должны понимать, что внутрирегиональное сотрудничество повышает привлекательность региона как единого крупного, надежного участника мировых процессов. В отсутствие взаимодействия любая, даже самая привлекательная инициатива будет обречена на провал.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Энергетические противоречия в ЦА становятся перманентным фактором рисков и угроз, дестабилизирующим ситуацию во всем регионе. Выход Туркмении, Узбекистана, Казахстана – основных региональных генераторов энергомощностей – из ОЭС ЦА чреват ухудшением состояния региональной энергетической безопасности.

Общее состояние ТЭК ЦА находится на неудовлетворительном уровне. На всех звеньях топливной цепи имеют место большие непроизводственные потери энергоресурсов, изношенность и недостаточная пропускная способность производственных энергомощностей, отсутствуют промышленные технологии по переработке первичного энергосырья. Это ведет к энергодефициту в регионе и вынуждает республики импортировать электроэнергию из-за рубежа.

Для увеличения производства электроэнергии внутри республики требуется реабилитация существующих ТЭС и ГЭС, а также введение в эксплуатацию новых станций. Ди-

версификация энергомощностей может быть осуществлена за счет строительства АЭС и использования в энергобалансах республик ЦА атомной энергетики.

Государства ЦА обладают большими запасами урана, современными технологиями добычи и являются его крупными экспортерами на мировой урановый рынок. В республиках региона сохранен опыт по эксплуатации научно-исследовательских реакторов, оставшихся здесь в наследство от атомно-промышленного комплекса Советского Союза, имеются квалифицированные кадры в области ядерной энергетики. Внутри региона ЦА есть понимание того, что из урана необходимо производить более высокотехнологичную продукцию, стоимость которой значительно выше стоимости урановой руды.

Богатый урановый потенциал региона ЦА может стать основой для освоения здесь мирного атома и преодоления энергетического *лабиринта*, в котором оказались республики. В государствах ЦА накоплен опыт по эксплуатации и техническому обслуживанию научно-исследовательских реакторов, имеются современные технологии по добыче урана, а также уникальная база в области ядерной физики и квалифицированные кадры, обладающие практическими и теоретическими знаниями в области ядерной энергетики.

Для эффективного использования этого потенциала представляется целесообразным развитие атомной энергетики на общерегиональном уровне с использованием всех имеющихся в государствах региона мощностей. Ввод в эксплуатацию атомных реакторов может позволить диверсифицировать топливно-энергетическую базу региона и стать альтернативой строительству ГЭС. Вместе с тем, строительство АЭС предполагает надежные и безопасные строительные конструкции, срок эксплуатации которых (от 60 до 80 лет) в несколько раз превосходит сроки эксплуатации ТЭС (от 25 до 30 лет) и ГЭС (от 20 до 30 лет)[87].

Объединение усилий всех республик региона в атомной сфере способно ускорить воплощение планов по строительству атомных реакторов и помочь занять свою нишу на мировом урановом рынке не только в качестве поставщиков урана, но и экспортеров определенных услуг ЯТЦ.

Атомная энергетика является наиболее чистым и экологичным видом электроэнергии. Относительная дороговизна строительства АЭС окупится менее скачкообразным изменением цен на уран по сравнению с ценами на другие энергоносители.

Среди республик ЦА Казахстан первым намерен приступить к строительству атомного реактора средней мощности *ВБЭР-300*, а в последующем создать собственный ЯТЦ. Мобильность атомных энергоблоков средней мощности позволит генерировать атомную электроэнергию в отсутствие развитой инфраструктуры.

Казахстан не обладает технологиями по обогащению урана и производству ядерного топлива, поэтому атомная энергетика страны должна развиваться в сотрудничестве с мировыми производителями ядерного топлива и поставщиками услуг ЯТЦ.

Развитие в Казахстане атомной энергетики может потребовать расширения собственной ресурсной базы урана. Возможен импорт урана из других государств. Соседи по региону, обладающие большим урановым потенциалом, могут стать основными поставщиками урана для казахской атомной промышленности. Таким образом, в казахские инициативы по развитию мирного атома в регионе в перспективе могут быть вовлечены все государства ЦА. Это позволит ускорить строительство АЭС и создать ЯТЦ на уровне всего региона.

Самостоятельное участие республик ЦА в мировом разделении труда в сфере услуг по обогащению урана возможно посредством разделения производственных мощностей, технологий и услуг на всех звеньях ЯТЦ. Каждая республика региона могла бы осуществлять ту цепь ЯТЦ, для реализации которой у нее имеется соответствующая технологическая база. Создание взаимодополняемого общерегионального механизма ЯТЦ ЦА будет способствовать его эффективному, бесперебойному, безопасному функционированию на всех звеньях производственной цепи. Атомная энергетика может компенсировать недостающие объемы энергии в Таджикистане и Киргизии и позволит преодолеть противоречия между Узбекистаном и Таджикистаном по поводу строительства и эксплуатации новых ГЭС.

Развивая в регионе атомную энергетику, республики ЦА окажутся перед выбором между этими двумя альтернативами. Создавать ЯТЦ собственными усилиями, что чревато высокими финансовыми и временными затратами, но самостоятельным участием на мировом рынке ядерных услуг? Или, интегрировавшись в ЯТЦ крупных мировых компаний, в короткие сроки создать совместное производство по обогащению урана, но зависеть от *воли* головных компаний? Очевидно одно – без мирового опыта развития атомной энергетики республики ЦА не смогут начать осваивать собственный атомно-энергетический потенциал.

При этом сохранение существующей ОЭС ЦА упростит процесс присоединения ЛЭП АЭС к единому энергетическому кольцу, по которому атомная электроэнергия будет беспрепятственно поставляться во все государства региона. Поэтому в интересах всех республик ЦА сохранить функционирование ОЭС ЦА.

Любая привлекательная инициатива, в том числе инициатива по развитию в ЦА атомной энергетики, будет испытывать определенные сложности при реализации. Трудности носят прежде всего политическую окраску. Странам региона необходим консенсус по целому ряду неурегулированных вопросов, единое понимание того, что внутрирегиональное сотрудничество повысит привлекательность региона ЦА как единого крупного, надежного участника мировых процессов.

Примечания

[1] Объединенная энергетическая система Центральной Азии представляет собой 83 электростанции общей мощностью 25 000 МВт. Эти электростанции объединены между собой едиными линиями электропередач (ЛЭП) мощностью 500 кВт.

[2] Сообщение Информационного агентства *Жахон*. 2009, 3 декабря. http://mfa.uz/rus/pressa_i_media_servis/news/031209r_3.mgr. (последнее посещение – 25 июля 2010 г.); МИД Узбекистана разъяснил причину выхода Узбекистана из объединенной энергосистемы. *Regnum*. 2009, 2 декабря. http://www.regnum.ru/news/1230954.html (последнее посещение – 25 июля 2010 г.).

[3] К вопросу о причинах выхода Республики Узбекистан из Объединенной энергосистемы Центральной Азии. 2009, 26 ноября. http://www.bpc.kg/news/forprint/8562 (последнее посещение – 25 июля 2010 г.).

[4] Петров Г.Н. Всемирная торговая организация и устойчивое рациональное использование энергетических ресурсов Республики Таджикистан. Глобализация, ВТО и Таджикистан: расширение диалога для устойчивого развития. *Информационный Бюллетень.* 2002. № 7. http://www.fsci.freenet.tj/RUS/pubs/publication7–2.html (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).

[5] Эксперты прогнозируют серьезные последствия выхода Узбекистана из единой энергосистемы. *Trends*. 2009, 17 октября, Центральной Азии. http://ru.trend.az/print/1561182.html (последнее посещение – 26 июля 2010 г.).

[6] Центральная Азия лишилась Объединенной энергосистемы (ОЭС), объединявшей почти все энергоузлы бывших республик СССР в регионе. *Нефть России.* 2009, 1 декабря. http://www.oilru.com/news/150251/ (последнее посещение – 26 июля 2010 г.).

[7] Узбекистан разрывает энергетическое кольцо региона. *Известия.* 2009, 23 ноября. http://www.ros-electro.ru/news/2009/10/14/news_18941.html (последнее посещение – 22 июля 2010 г.).

[8] Петров Г.Н. Цит. соч.

[9] Шустов А. Энергетический потенциал Узбекистана. *Информационно-аналитический центр*. 2008, 22 ноября. http://www.ia-centr.ru/expert/3002/ (последнее посещение – 25 июля 2010 г.).

[10] Рациональное и эффективное использование энергетических ресурсов в Центральной Азии. *Диагностический доклад по энергетическим ресурсам Центральной Азии*. СПЕКА. 2002. www.unece.org/speca/pdf/gc/thirdrepr.pdf (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).

[11] Энергосистема Центральной Азии болезненно переходит на новую основу. *Немецкая Волна.* 2009, 30 октября. http://www.dw-world.de/dw/article/0,,4841513,00.html (последнее посещение – 25 июля 2010 г.).

[12] Uranium in Central Asia. *World Nuclear Association*. 2009, November. http://www.world-nuclear.org/info/inf118_centralasiauranium.html (последнее посещение – 25 июля 2010 г.).

[13] Атомная станция *ВБЭР-300*. *Казатомпром.* http://www.kazatomprom.kz/ru/pages/atomnaya_stantsiya_vber-300 (последнее посещение – 14 декабря 2009 г.); Построение полного ЯТЦ. *Казатомпром.* http://www.kazatomprom.kz/ru/pages/Postroenie_polnogo_YaTTs (последнее посещение – 25 июля 2010 г.).

[14] Central Asia Regional Electricity export potential study. *Europe and Central Asia Region World Bank, Washington, D.C.* 2004, December. http://siteresources.worldbank.org/INTUZBEKISTAN/Resources/REEPS_Main_Report_Final_English.pdf

[15] Энергоемкость – величина потребления энергии и (или) топлива на основные и вспомогательные технологические процессы изготовления продукции, выполнение работ, оказание услуг на базе заданной технологической системы. Численным выражением энергоемкости системы является показатель, представляющий собой отношение энергии, потребляемой системой, к величине, характеризующей результат функционирования данной системы. Энергоемкость экономики рассчитывается по формуле затраты на энергию и топливо/ВВП. – Энергосбережение. Нормативно-методическое обеспечение. Основные положения. М., 2000. С. 7.

[16] Сектор энергетики. Отчет о проделанной работе. Азиатский банк развития, 25–26 сентября, 2009 г. http://www.adb.org/Documents/Translations/Russian/Energy-Sector-Report-ru.pdf

[17] По подсчетам Всемирного Банка, для реабилитации всех генерирующих мощностей только Узбекистану необходима сумма в размере 1,15 млрд долл. Это позволит продлить и избежать потери выработки электроэнергии в объеме около 32 000 ГВт/ч до 2025 г., которые бы произошли при выводе из строя устаревших станций. В Казахстане сумма для реабилитации всех национальных электрических станций составит около 2,5 млн долл. и позволит реабилитировать 7118 ГВт/ч электроэнергии. По данным Центра энергетической политики на 2000 г. общая доля потребления угля в ЦАР составляет 146,1 млн т, угля – 53,42 млн т, нефти – 20,7 млн т.

[18] Жакупова Марияж. Опыт реформирования электроэнергетики Казахстана. *НефтьГазПраво Казахстана,* № 1, 2004. http://www.lawtek.ru/analysis/elektra/4535.html (последнее посещение – 25 июля 2010 г.).

[19] Акопянц Георгий. Развитие электроэнергетики Республики Казахстан на перспективу до 2030 г. *Kazenergy*2008. № 1 (13). http://www.kazenergy.com/content/view/7616/676/lang, ru/ (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).

[20] Саткалиев Алмасад. Инвестиции в растущую электроэнергетику. *Доклад президента АО «KEGOC» на международном форуме «Казахстан. Новые горизонты роста». Лондон. 2–4 июля, 2008 г., Kazenergy.* http://www.kazenergy.com/index2.php? option=com_content&task=view&id=4647&pop=1&page=0&Itemid=512 (последнее посещение – 24 июля 2010 г.).

[21] Атомная станция *ВБЭР-300*. *Казатомпром.* http://www.kazatomprom.kz/ru/pages/atomnaya_stantsiya_vber-300 (последнее посещение – 25 июля 2010 г.).

[22] Казахстан планирует построить собственную АЭС к 2020 г. 2009, 22 сентября. http://www.energyland.info/news-show-tek-atom-33257 (последнее посещение – 25 июля 2010 г.).

[23] Покидаев Дмитрий. АЭС в Актау может заработать в 2016 г. *Известия-Казахстан*. 2009, 29 сентября. http://www.zakon.kz/148493-pervyjj-blok-atomnogo-reaktora-v-aktau.html (последнее посещение – 22 июля 2010 г.).

[24] Джакишев Мухтар. Уран позволит Казахстану играть доминирующую роль в мировой политике. 2007, 5 апреля. http://www.centrasia.ru/newsA.php? st=1175753880 (последнее посещение – 23 июля 2010 г.).

[25] 50 вопросов и ответов об атомной энергетике и ядерном топливе. ТВЭЛ. 2006. С.19.

[26] 488 МВт – много или мало? *Волжская Территориальная Генерирующая Компания.* 2009, 17 ноября. http://www.votgk.com/aktioner/invest_program/3000mwt/ (последнее посещение – 20 июля 2010 г.).

[27] Костин В.И. Малая атомная энергетика решит большие проблемы. *Атомная Стратегия XXI*. 2005, апрель; Гагаринский А., Субботин С. Малая энергетика – хорошо забытое старое и неизбежное будущее. *Индекс Безопасности*. 2008. № 2 (85), Том 14. С. 33–41.

[28] *Казатомпром* рассчитывает к 2010 г. выйти с урановыми таблетками на рынки Японии, Европы и Америки. 2009 г, 30 апреля. http://www.interfax.kz/? lang=rus&int_id=atom_prom&function=view&r=1&news_id=104 (последнее посещение – 25 июля 2010 г.).

[29] Винокуров Евгений. Перспективы интеграции атомно-энергетических комплексов России и Казахстана. 2007, 15 июня, http://www.proatom.ru/modules.php? name=News&file=print&sid=1014 (последнее посещение – 26 июля 2010 г.).

[30] Взаимодействие бизнес-структур России и Казахстана. *Центр проблем интеграции Института экономики РАН.* http://www.imepi-eurasia.ru/baner/Kazakhstan_Russia_business_interaction_2006.pdf (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).

[31] Хлопков Антон. Ангарский проект: Обогащение vs распространение. *Индекс Безопасности*. 2008. № 2 (85), Том 14. С. 53.

[32] Там же.

[33] Договор о зоне, свободной от ядерного оружия в Центральной Азии. *Атомная Энергетика и Нераспространение. Проект «Центральная Азия»*. ПИР-Центр. http://www.pircenter.org/index.php? id=2046 (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).

[34] Завершено формирование транснациональной вертикально-интегрированной компании с полным ядерно-топливным циклом (ЯТЦ). 2008, 22 июля. http://www.nuclear.kz/2008/07/22/zaversheno-formirovanie.html (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).

[35] Топливные таблетки. *Казатомпром.* http://www.kazatomprom.kz/ru/pages/toplivnye_tabletki (последнее посещение – 25 июля 2010 г.).

[36] Тепловыделяющие сборки. *Казатомпром.* http://www.kazatomprom.kz/ru/pages/Teplovydelyayuschie_sborki (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).

[37] Совокупность химико-технологических процессов превращения ураносодержащих материалов, главным образом оксидов урана (U), в форму, необходимую для производства топлива для ядерных реакторов, чаще всего в гексафторид урана. (Колдобский А.Б. Ядерное нераспространение. Краткая энциклопедия. М: ПИР-Центр, 2009. С. 153.).

[38] Шмитке Александр. Атомная промышленность Казахстана: современное состояние и перспективы развития (по материалам казахстанской прессы). 2006, 31 мая. http://www.pircenter.org/data/publications/06–05–31Shmidke_Article.pdf (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).

[39] Uranium and Nuclear Power in Kazakhstan. *World Nuclear Association*. 2009, October. http://www.world-nuclear.org/info/inf89.html

[40] Асроров Акрам. Азиатский урановый проект. АПН Казахстан. 2006, 23 ноября http://www.gazeta.kz/art.asp? aid=83612 (последнее посещение – 20 июля 2010 г.).

[41] Пресс-релиз о завершении сделки между *Казатомпромом* и *Toshiba Corporation*. Казатомпром. 2007, 18 октября. http://www.kazatomprom.kz/ru/news/2/Press-reliz_o_zavershenii_sdelki_mezhdu_Kazatompromom_i_toshiba_corporation (последнее посещение – 25 июля 2010 г.).

[42] Назаров Галым. Обогащение ураном. Письмо в редакцию еженедельника *Время*. 2009, 13 августа. http://www.proatom.ru/modules.php? name=News&file=article&sid=1917 (последнее посещение – 23 июля 2010 г.).

[43] Петелин Евгений, Перфильев Никита. *Атомная панда:* Китай в поисках энергобезопасности. *Индекс Безопасности*. 2008. № 2 (85), Том 14. С. 82–84.

[44] Фролов Андрей. Сотрудничество КНР и Казахстана в использовании атомной энергетики. *Большая Игра*. 2008. № 6. С.12–17.

[45] Рациональное и эффективное использование энергетических ресурсов в Центральной Азии. *Диагностический доклад по энергетическим ресурсам Центральной Азии*. СПЕКА. 2002. www.unece.org/speca/pdf/gc/thirdrepr.pdf (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).

[46] Мансуров А.Ю. О политике в области энергетики в Республике Узбекистан. *Узбекэнерго*, 2005, 12–14 октября. http://www.unece.org/energy/capact/ppp/pdfs/rm2/s2/45_mansurov_d_r.pdf (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).

[47] Central Asia Regional Electricity Export Potential Study. *Europe and Central Asia Region World Bank, Washington, D.C.* 2004, December/ http://siteresources.worldbank.org/INTUZBEKISTAN/Resources/REEPS_Main_Report_Final_English.pdf (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).

[48] О современном состоянии и перспективах развития электроэнергии Узбекистана. *Узбекэнерго*. http://www.uzbekenergo.uz/rus/o_sovremennom_sostoyanii_iperspektivax_razvitiya_energetiki/ (последнее посещение – 20 июля 2010 г.).

[49] Асроров Акрам. Цит соч.

[50] Шустов А. Энергетический потенциал Узбекистана. Информационно-аналитический центр. 2008, 22 ноября. http://www.ia-centr.ru/expert/3002/

[51] Навоинский горно-металлургический комбинат – http://www.ngmk.uz/about.htm (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).

[52] Узбекистан в 2009 г. намерен увеличить экспорт урана. uz.mofcom.gov.cn/accessory/200905/1243394685938.doc (последнее посещение – 25 июля 2010 г.).

[53] RWE Nukem и Навоийский ГМК (Узбекистан) создают СП по разработке урановых месторождений. 2005, 2 июня. *http://www.mineral.ru/News/18168.html* (последнее посещение – 19 декабря 2009 г.).

[54] Шустов Александр. Урановый потенциал Узбекистана. 2008, 20 ноября. http://www.lenta.ru/news/2006/04/10/uranium (последнее посещение – 25 июля 2010 г.).

[55] Асроров Акрам. Цит. соч.

[56] Китайские инвесторы осваивают узбекский рынок. 2009, 28 сентября. http://www.centrasia.ru/newsA.php? st=1254134160 (последнее посещение – 25 июля 2010 г.).

[57] Японская *JOGMEC* и Узбекистан подписали соглашение по геологораздедке. 2009, 20 июня, http://www.mineral.ru/News/36979.html (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).

[58] Оценка региональных рисков в Центральной Азии: реагирование на угрозы в области водной, энергетической и продовольственной безопасности. ПРООН. Региональное бюро по странам Европы и СНГ. Нью-Йорк. Январь, 2009 г., http://www.undp.tj/files/UNDP_Central%20Asia_Rus_FINAL.pdf

[59] Осмоналиева Асыл. В Кыргызстане вновь ищут уран. 2007 г. 28 декабря, http://www.freedolina.net/news/a-111.html (последнее посещение – 25 июля 2010 г.).

[60] Центральная и Средняя Азии: война и экология. 2000, 24 сентября. http://ecology.iem.ac.ru/ucs/b649.txt (последнее посещение – 14 декабря 2009 г.).

[61] Электроэнергетика Республики Таджикистан. *Электро-Инфо*. http://www.energo-info.ru/content/view/3623/108/

[62] Там же.

[63] Оценка региональных рисков в Центральной Азии: реагирование на угрозы в области водной, энергетической и продовольственной безопасности. ПРООН. Региональное бюро по странам Европы и СНГ. Нью-Йорк. 2009, январь. http://www.undp.tj/files/UNDP_Central%20Asia_Rus_FINAL.pdf (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).

[64] Таджикистан возобновит переработку урана. 2009, 10 июня. http://www.atomic-energy.ru/node/4419 (последнее посещение – 25 июля 2010 г.).

[65] Касымбекова Валентина. Таджикский уран: с прицелом на перспективу. *Asia-Plus,* 2008, 7 ноября. http://www.asiaplus.tj/articles/109/2694.html (последнее посещение – 25 июля 2010 г.).

[66] Обзор по Таджикистану. NTI. 2005, апрель. http://www.nti.org/i_russian/i_e4_tajikistan.html (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.); Таджикистан: урановый потенциал не востребован даже в условиях энергетического кризиса. 2008, 13 февраля. http://www.ferghana.ru/article.php? id=5595 (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).

[67] ПРООН, МАГАТЭ. Урановые хвостохранилища. Местные проблемы, региональные последствия, глобальное решение. Таджикистан, 2009. http://www.uranium.kg/about-problem/tajikistan? lang=ru (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.); ЮНЕП. Оценочные доклады по приоритетным экологическим проблемам в Центральной Азии. Ашхабад, 2006. http://ekh.unep.org/files/priority%20issues.pdf (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.); Национальный план действий по защите окружающей среды. Республика Таджикистан – http://www.untj.org/files/reports/NEAP%20%28Russian%20Version%29.pdf (последнее посещение – 12 августа 2010 г.).

[68] Таджикистан возобновит переработку урана. 2009, 10 июня. http://www.atomic-energy.ru/node/4419 (последнее посещение – 25 июля 2010 г.); Хранение радиоактивных отходов. Нормы МАГАТЭ по безопасности для защиты людей и охраны окружающей среды. Руководство по безопасности № WS – G – 6.1. http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1254r_web.pdf (последнее посещение – 12 августа 2010 г.).

[69] Рациональное и эффективное использование энергетических ресурсов в Центральной Азии. *Диагностический доклад по энергетическим ресурсам Центральной Азии*. СПЕКА. 2002. www.unece.org/speca/pdf/gc/thirdrepr.pdf (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).

[70] Абиру Тайсуке. Треугольник Токио–Москва–Астана: установление стратегического партнерства в атомной энергетики неизбежно. *Индекс Безопасности*. 2008. № 2 (85), Том 14. С. 149.

[71] Колдобский А.Б. Тепловыделяющий элемент. *Ядерное нераспространение. Краткая энциклопедия.* ПИР-Центр. М., 2009. С. 292.

[72] Central Asia Regional Electricity Export Potential Study. *Europe and Central Asia Region World Bank, Washington, D.C.* 2004, December. http://siteresources.worldbank.org/INTUZBEKISTAN/Resources/REEPS_Main_Report_Final_English.pdf (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).

[73] Тимербаев Роланд. О роли ядерного фактора в современном мире. *Индекс Безопасности*. 2008. № 2 (85), Том 14. С. 30–31.

[74] Построение ЯТЦ. *Казатомпром.* http://www.kazatomprom.kz/ru/pages/Postroenie_polnogo_YaTTs (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).

[75] Казахстан предлагает начать коммерческий ввоз радиоактивных отходов. NTI. 2003, 27 января. http://www.nti.org/i_russian/i_e3_12b.html (последнее посещение – 25 июля 2010 г.).

[76] Там же.

[77] Колдобский А.Б. Цит. соч.

[78] Построение полного ЯТЦ. *Казатомпром.* http://www.kazatomprom.kz/ru/pages/Postroenie_polnogo_YaTTs (последнее посещение – 25 июля 2010 г.).

[79] Большая советская энциклопедия. http://slovari.yandex.ru/dict/bse/article/00086/34300.htm (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).

[80] ПРООН. Урановые хвостохранилища в Центральной Азии: местные проблемы, региональные последствия, глобальное решение. Результаты региональной электронной дискуссии Сети CARNet. Женева, 2009. http://uranium.carnet.kg/ (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).

[81] Источник: Торгоев И.А., Алешин Ю.Г., Аширов Г.Э. Экологические проблемы в районах урановых рудников на территории Ферганской долины (Центральная Азия). Институт физики и механики горных пород НАН КР. http://www.uranium.kg/main/publications? lang=ru (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).

[82] ПРООН. Цит. соч.

[83] В Женеве обсудили проблему радиоактивных отходов. 2009, 30 апреля. http://ecoportal.ru/news.php? id=37979 (последнее посещение – 25 июля 2010 г.).

[84] Урановые хвостохранилища в Центральной Азии: национальные проблемы, региональные последствия, Глобальное решение. Информационные материалы к Бишкекской региональной конференции 21–24 апреля 2009 г. Бишкек 2009. http://www.uranium.kg/wp-content/uploads/pages-from-dhdhndhnedhdhdhn-dhn2_low_1.pdf (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).

[85] Там же.

[86] ПРООН. Цит. соч.

[87] Резинских В.Ф. Ресурс работы основного теплосилового оборудования ТЭС и оценка возможностей его дальнейшей эксплуатации http://www.combienergy.ru/stat692.html (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.); Никитин А. Продление срока эксплуатации атомных электростанций. http://www.bellona.ru/positionpapers/prodlenie_resursa_aes (последнее посещение – 2 ноября 2010 г.).