

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»

ШКОЛА ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА

Кафедра мировой экономики

Тань Синь

**ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ КИТАЯ И
ПЕРСПЕКТИВЫ СОТРУДНИЧЕСТВА С РОССИЕЙ**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

по образовательной программе подготовки
магистров

по направлению 38.04.01 «Экономика»

«Международная экономика: инновационно-технологическое развитие»

г. Владивосток

2018

Автор работы _____
(подпись)

« _____ » _____ 2018 г.

Консультант (если имеется)

_____ (подпись) _____ (Ф.И.О)

« _____ » _____ 2018 г.

Руководитель ВКР канд.экон.наук
(должность, ученое звание)

доцент кафедры мировой экономики

_____ Н.А. Воробьева
(подпись) (Ф.И.О)

« _____ » _____ 2018 г.

Назначен рецензент к.и.н., доцент,
каф.японоведения ВИ ШРМИ
(должность, ученое звание)

_____ (Ф.И.О)

Защищена в ГЭК с оценкой _____

Секретарь ГЭК (для ВКР)

_____ (подпись) _____ (Ф.И.О)

« _____ » _____ 2018 г.

«Допустить к защите»

Заведующий кафедрой мировой экономики,
канд. экон. наук

_____ А.А. Кравченко
(подпись) (Ф.И.О)

« _____ » _____ 2018 г.

Оглавление

Введение.....	4
1 Теоретические аспекты развития атомной энергетики.....	8
1.1 Развитие атомной энергетики: особенности, этапы.....	8
1.2 Роль атомной энергетики в структуре мирового энергетического комплекса.....	16
1.3 Инновационное развитие атомной энергетики.....	22
2 Анализ развитие атомной энергетики Китая.....	28
2.1 Динамика развития атомной энергетики Китая.....	28
2.2 Проблемы в области использования атомной энергетики Китая....	37
2.3 Инновационное развитие атомной энергетики Китая.....	43
3 Перспективы сотрудничества в области атомной энергетики между Китаем и Россией.....	54
3.1 Анализ существующих тенденций развития атомной энергетики между Китаем и Россией.....	54
3.2 Перспективные направления совместных российско-китайских проектов в области инновационного развития атомной энергетики.....	63
Заключение.....	71
Список использованных источников.....	75
Приложение.....	84

Введение

Наиболее значительным феноменом последних десятилетий стал рост удельного веса атомной отрасли в мировом энергетическом балансе, достигшего в первом десятилетии XXI в. внушительных 15% мировой электрогенерации. Во многих странах произошла переоценка роли атомной энергетики в мировом энергообеспечении и обозначились перспективы ее превращения в один из главных источников удовлетворения мирового спроса на энергоносители.

После первого нефтяного кризиса каждая страна стремится развивать энергосберегающие технологии, но у человечества в настоящее время доступная энергия ограничена, истощены главные виды энергии. Традиционные источники энергии будут создавать многие экологические проблемы, такие как увеличение выбросов парниковых газов, которое может вызвать изменение климата, глобальное потепление. Рост цен на нефтяные и газовые ресурсы, а также давление выбросов парниковых газов делает использование атомной энергии особо перспективным направлением.

Атомная энергия в качестве безопасной, надежной, чистой и доступной энергии, уже стала первым выбором некоторых развитых стран, а также является перспективным направлением развития энергетики Китая. Ожидается, что атомная энергия будет играть важную роль в удовлетворении будущего спроса на энергию, так как ядерная энергетика имеет множество преимуществ для дальнейшего развития.

Для Китая в настоящее время атомная энергия составляет лишь 2% от общего объема энергии в стране, в соответствии с национальной перестройкой энергетической структуры.

Инновационное развитие атомной энергетики для укрепления энергетической безопасности играет незаменимую роль, важность безопасности поставки энергоснабжения стало проблемой, на которую необходимо обратить внимание, особенно в Китае.

Необходимо активно содействовать инновационному развитию атомной энергетики, чтобы создать конкурентное преимущество в глобальном масштабе, в целях повышения комплексной национальной силы и конкурентоспособности науки и техники, которые имеют важное значение для Китая.

Кроме этого, важную роль играет энергетическое сотрудничество между Китаем и Россией. После распада СССР сотрудничество между Китаем и Россией имело много достижений, в основном в области торгово-экономического сотрудничества. С 2015 г. Китай и Россия налаживают сотрудничество в области энергетики в рамках проекта «Один пояс – один путь». В данном проекте энергетическое сотрудничество является важным пунктом двустороннего стратегического сотрудничества.

В настоящее время атомная энергетика стала необходимой частью дальнейшего сотрудничества между двумя странами. В последние годы Китай придает большое значение развитию атомной энергетики в области строительства, и имеет некоторые достижения в этой сфере. Китайско-российское энергетическое сотрудничество отвечает интересам обеих сторон.

Таким образом, выбранная тема исследования является актуальной и значимой.

Целью исследования является изучение инновационного развития атомной энергетики Китая и выявление возможностей для расширения взаимоотношений с Россией в энергетической сфере.

Для достижения цели исследования поставлены следующие задачи:

- рассмотреть теоретические аспекты развития атомной энергетики;
- определить роль атомной энергетики в структуре мирового энергетического комплекса;
- рассмотреть инновационное развитие атомной энергетики;
- провести анализ развития атомной энергетики Китая;
- изучить динамику развития атомной энергетики Китая;
- выявить проблемы в области использования атомной энергетики Китая;

- выявить особенности инновационного развития атомной энергетики Китая;
- рассмотреть перспективы сотрудничества в области атомной энергетики между Китаем и Россией;
- провести анализ существующих тенденций развития атомной энергетики;
- проанализировать российский опыт в области использования атомной энергетики;
- обозначить перспективные направления совместных российско-китайских проектов в области инновационного развития атомной энергетики.

Объектом исследования является атомная энергетика Китая. Предметом исследования является инновационное развитие атомной энергетики Китая.

Теоретическим основанием работы являются исследования российских ученых В.Г. Асмолова, А.В. Болятко, Ю.В. Боровского, К.А. Кокорева, Т.И. Маргулова, А.Б. Перцева, И.Р. Томберга и др. Работы китайских ученых: Х. Ван, Ю. Ван, Б. Лю, Ц. Лю, Ю. Фэн, Ю. Чжан, Ю. Сунь и др.

Источниками исследования являются официальные данные международных агентств по атомной энергии, Министерств Китая по энергетике, научно-исследовательских центров по изучению вопросов атомной энергетики в регионах Китая.

Апробация результатов исследования. Основные положения и результаты исследования докладывались на двух конференциях: очный доклад на международной научно-практической конференции молодых ученых «Формирование новой системы мировой экономики: вызовы современности и диспропорции развития», 24-25 ноября 2017 г., ШЭМ ДВФУ; очный доклад на апрельской научно-практической конференции молодых ученых «Новая экономика, бизнес и общество», 2018 г., ШЭМ ДВФУ. По теме исследования опубликовано две статьи в сборниках конференций.

Структура и объем исследования. Работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы, состоящего из 86 источников, из них 21 иностранных источников, а также приложения.

В первой главе «Теоретические аспекты развития атомной энергетики» изучены теоретические аспекты развития атомной энергетики, выявлены этапы и особенности развития атомной энергетики в мире. Также определена роль атомной энергетики в структуре мирового энергетического комплекса, выявлены особенности инновационного развития атомной энергетики..

Во второй главе «Анализ развитие атомной энергетики Китая» проведен анализ развития атомной энергетики в Китае. Рассмотрена динамика развития атомной энергетики в Китае за последние десятилетия. Определены проблемы в области использования атомной энергетики Китая. Исследовано инновационное развитие атомной энергетики в Китае.

В третьей главе «Перспективы сотрудничества в области атомной энергетики между Китаем и Россией» изучены перспективы сотрудничества в области атомной энергетики между Китаем и Россией. Проведен анализ существующих тенденций развития атомной энергетики между Китаем и Россией. Выявлен российский опыт в области использования атомной энергетики. Определены перспективные направления совместных российско-китайских проектов в области инновационного развития атомной энергетики.

1 Теоретические аспекты развития атомной энергетики

1.1 Развитие атомной энергетики: особенности, этапы

Развитие мировой экономики сопровождается ростом использования минеральных ресурсов. С 1950-х гг. потребление энергии в мире увеличилось в пять раз. При этом развивающиеся страны являются наиболее крупными потенциальными потребителями энергии.

Первоначально атомная энергия применялась только в военных целях. В середине 1960-х гг. началось мировое производство электроэнергии на АЭС. В 2016г. в мире в 31 стране функционирует 436 атомных реактора, на стадии строительства 72 атомных реактора в 15 странах мира.

Атомная энергетика это отрасль энергетики, использующая ядерную энергию для электрификации и теплофикации, а также область науки и техники, разрабатывающая методы и средства преобразования ядерной энергии в электрическую и тепловую.

Атомная энергетика является одним наиболее наукоемких и сложных комплексов, сочетающих в себе научные исследования, производство энергетического оборудования, непосредственную генерацию энергии, деятельность по атомной безопасности и т.д. Сектор имеет большое количество прямых и косвенных кооперационных связей и поэтому оказывает большое влияние на структурные характеристики экономики.

За рубежом используются термины, содержащие составляющую «ядерный»: атомная (ядерная) энергия (рус.) – nuclear energy или nuclear power (англ.), kernenergie (нем.), énergie nucléaire (фр.); атомная электростанция – nuclear power plant или nuclear power station (англ.), Kernkraftwerk (нем.), usine (centrale) nucléaire (фр.). В научных исследованиях наравне используют оба термина «атомная» и «ядерная» энергетика [2; 7; 10; 11].

По прогнозам ожидается, что спрос на уран на мировом рынке увеличится на 22,5% к 2030 г. [18].

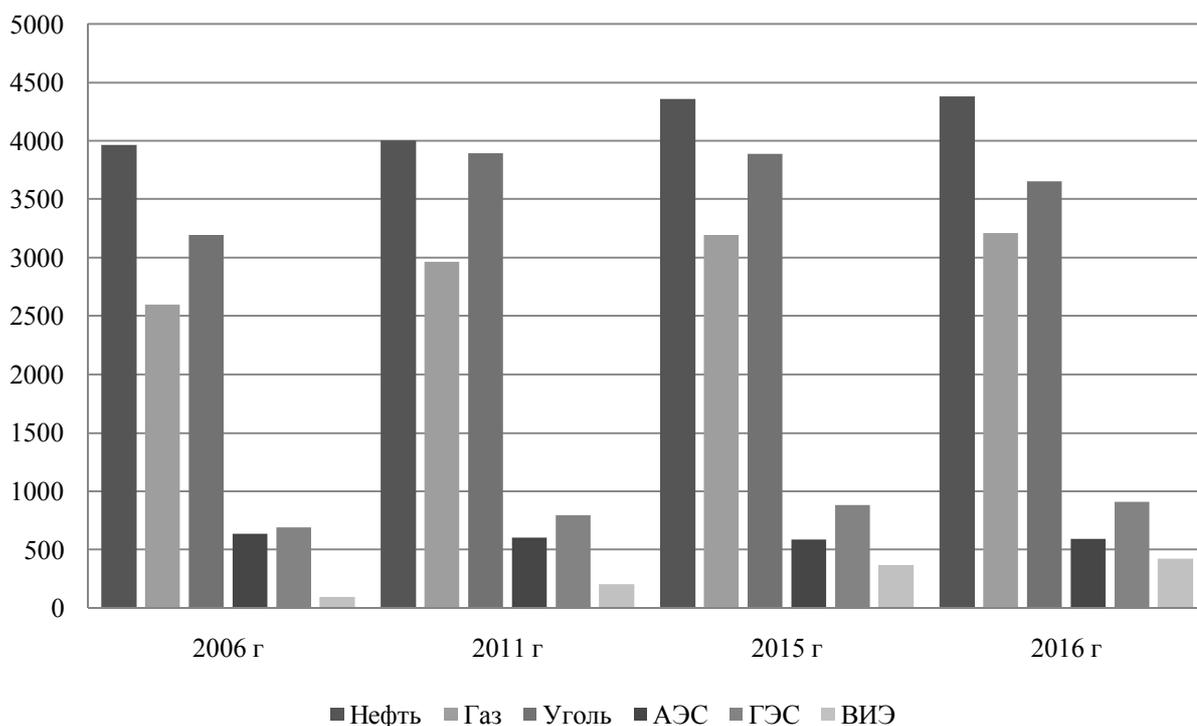
После аварии на АЭС «Фукусима» в Японии в 2011 г., поменялась география развития мировой атомной энергетики: свертывание мощностей атомной энергетики в Германии, появление на мировом рынке атомной энергетики Великобритании, закрытие многих АЭС и пересмотр программ атомной энергетики в Японии, США, Италии, Швеции, Австрии и др.

Несмотря на эти изменения, атомная энергетика продолжает играть важную роль в производстве мировой электроэнергии. Более 50% мировой атомной энергетики приходится на три страны: США, Франция и Япония.

В перспективе атомная энергетика будет зависеть от развития утилизации отработанного ядерного топлива (ОЯТ), повышения безопасности использования атомных реакторов. Большая неопределенность наблюдается в сфере создания термоядерных реакторов (ИТЭР), строительство которых идет во Франции.

Рынок мировой атомной энергии является специфическим. Прямая продажа урана находится под строгим контролем международных организаций. Этот рынок закрыт и отличается стабильностью. Более 90% этого рынка контролируется несколькими крупными уранодобывающими компаниями – Канада (Cameco), Австралия (BHP Billiton, ERA), Нигер (Avera), Казахстан (Katco JV), Россия (ARMZ) и др. Мировым потребителем урана являются США.

Динамика мирового производства и потребления основных видов энергоресурсов с 2006 по 2016 гг. демонстрирует тенденцию к увеличению использования газа, атомной энергии и возобновляемых источников энергии (Рисунок 1).

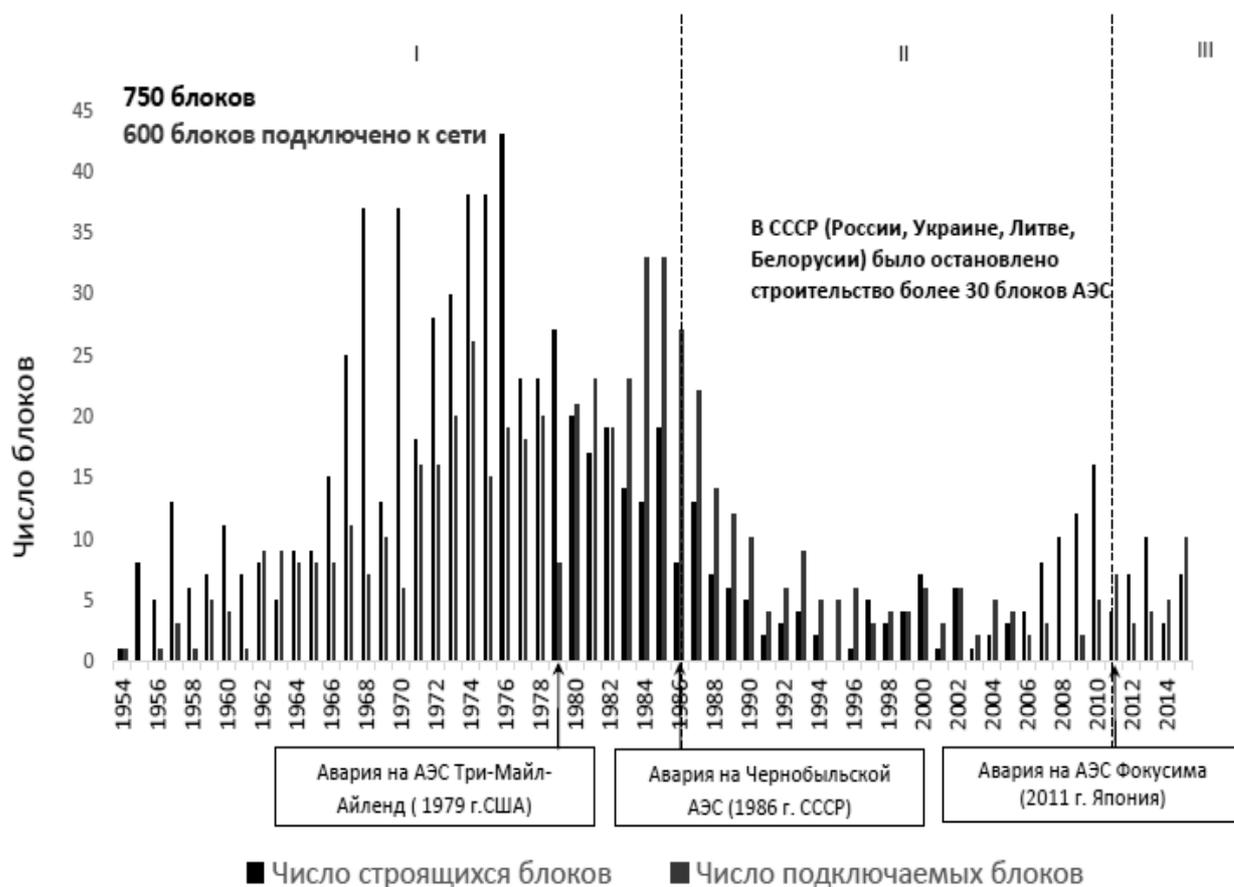


Источник: [38; 54]

Рисунок 1 – Мировое производство и потребление основных видов энергоресурсов, в млн т н.э. (тонн нефтяного эквивалента)

В России в настоящее время эксплуатируется 10 АЭС (33 энергоблока) общей мощностью 23643 МВт. При этом наибольшую генерирующую мощность имеют Ленинградская, Балаковская, Курская и Калининская АЭС, использующие по 4 реактора с единичной мощностью 1000 МВт. В настоящее время Госкорпорация «Росатом» занимает устойчивые позиции на международном рынке ядерного топлива (17% мирового рынка ядерного топлива, 40% мирового рынка конверсии и обогащения урана). Балансовые запасы урана в РФ составляют 547,8 тыс. т (2008 г.), а прогнозные – 830 тыс. т [29].

На Рисунке 2 показано количество энергоблоков АЭС, ежегодно подключенных к сети и находившихся в стадии строительства в мире в период 1954-2015 гг. (отчет МАГАТЭ 2016 г.).



Источник: [17]

Рисунок 2 – Количество энергоблоков АЭС в мире, 1954-2016 гг.

Массовое строительство энергоблоков АЭС началось с конца 1950-х гг. В период до середины 1960-х гг., количество строящихся блоков находилось на уровне 10 блоков в год и ниже. С середины 1960-х гг., до конца 1980-х гг. количество строившихся блоков варьировалось от 15 блоков в 1966 г. до 43 блоков в 1976 г. С начала 1980-х гг. до начала 1990-х гг. количество строившихся блоков снизилось с 20 блоков в 1980 г. до 5 блоков в 1990 г. С начала 1990-х гг. до середины 2000-х гг. количество строившихся блоков варьировалось от 0 блоков в 1995 г. до 7 блоков в 2000 г. И с середины 2000-х гг. по настоящее время количество строившихся блоков варьировалось от 3 блоков в 2014 г. до 16 блоков в 2010 г.

Общее количество энергоблоков, находившихся в стадии строительства, в период 1954-2015 гг., составило 750 блоков.

Общее количество энергоблоков, подключенных к сети в период с 1954-

2015 гг. составило 600 блоков. Это значит, что в этот период около 150 энергоблоков из стадии строительства, не были доведены до подключения к сети или 20% от общего числа строившихся энергоблоков. Из них в СССР (России, Украине, Литве, Белоруссии) было остановлено строительство более 30 блоков АЭС. Это произошло из-за крупномасштабных аварий на АЭС, в первую очередь на АЭС Три-Майл-Айленд (США, 1979 г.), Чернобыльской АЭС (СССР, Украина 1986 г.) и АЭС Фукусима I, (Япония, 2011 г.). Эти аварии оказали существенное негативное влияние на развитие атомной энергетики в мире [29].

Первый этап развития мировой атомной энергетики закончился после аварий на АЭС Три-Майл-Айленд (США, 1979 г.). Далее наступил переходный период, и второй этап ее развития начался после аварии на Чернобыльской АЭС (СССР, Украина 1986 г.). На этом этапе вопросы безопасности АЭС стали главными проблемами, которые ограничили бурное развитие атомной энергетики. Во многих странах, включая Советский Союз, кардинально изменилось общественное мнение в отношении атомной энергетики. Возникли массовые экологические движения, выступившие против строительства АЭС. Как следствие, ужесточились требования к безопасности. Соответственно, произошло существенное усложнение проектов АЭС, и удорожание, и увеличение сроков их строительства.

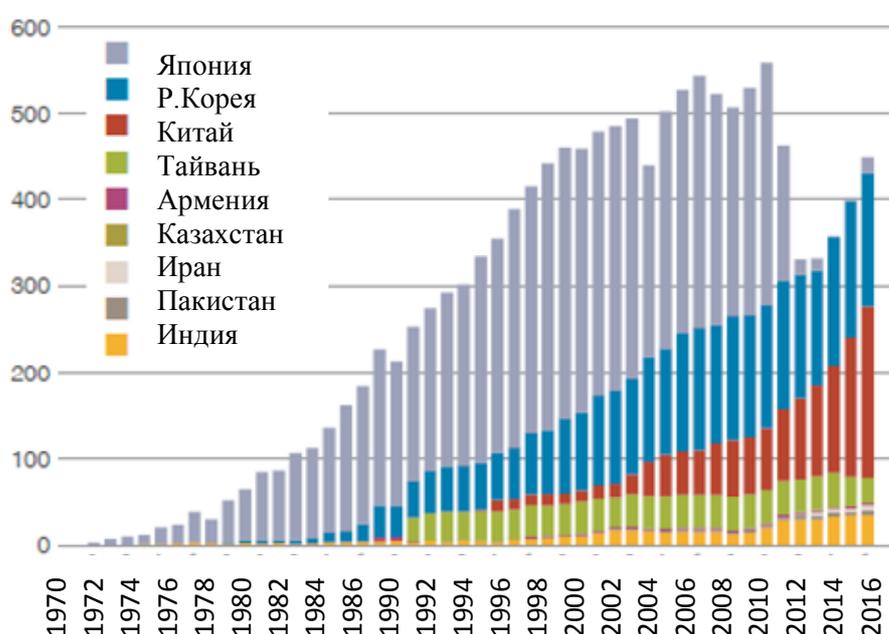
В результате, произошло резкое замедление развития атомной энергетики по сравнению с первым этапом. При этом заметно выросли извлекаемые запасы природного урана в мире по приемлемой себестоимости, позволяющей обеспечить развитие атомной энергетики с реакторами на тепловых нейтронах на обозримое будущее.

Сегодня начался третий этап истории атомной энергетики. Он берет свое начало после аварии АЭС Фукусима I, (Япония, 2011 г.) и характеризуется «замораживанием» или сокращением электропроизводства на АЭС в развитых странах, из-за массового снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС, достигнувших предельного срока службы, замещение доли АЭС в

энергобалансе стран ТЭС с ПГУ и ВИЭ, конкурентоспособность которых постоянно растет. Для ТЭС с ПГУ это связано с внедрением новых технологий и сохранением низкой цены газа на достаточно длительный срок. Для ВИЭ это непрерывное внедрение новых технологий и соответствующее удешевление электропроизводства

В докладе Международного агентства по атомной энергетике (МАГАТЭ) говорится, что в мире растет интерес к развитию атомной энергетики. Более 50 стран выразили желание создать свои объекты атомной энергетики. Даже Саудовская Аравия, на территории которой около 40% мировых запасов нефти, разрабатывает планы по развитию атомной энергетики.

Большой интерес к развитию атомной энергетики проявляют страны АТР, особенно Р.Корея и Китай (Рисунок 3). В Японии после 2011 г. было значительно снижено количество работающих АЭС, хотя в целом страна не будет отказываться от этого вида энергии.



Источник: [54, 71, 62]

Рисунок 3 – Производство атомной энергии в азиатских странах, 2016 г.

К настоящему времени атомная энергия в промышленных масштабах

нашла практическое применение в производстве электричества, двигателей транспортных средств, тепловой энергии.

Начиная с 2000-х гг. и до настоящего времени атомная отрасль находится на этапе подъема, во многом обусловленного масштабным строительством АЭС в странах Азиатско-Тихоокеанского региона.

На основании анализа эволюции развития атомной отрасли можно сделать вывод о том, что ее рост был предопределен увеличением энергетической потребности стран и желанием создания независимого от внешних факторов энергообеспечения, то есть обеспечением собственной энергетической безопасности. В свою очередь, на торможение в развитии отрасли в первую очередь влияют крупные аварии на АЭС, формирующее негативное общественное мнение и соответствующие политические решения в данной сфере. На современном этапе, как было отмечено выше, атомная отрасль характеризуется масштабным строительством новых АЭС.

Мировой рынок сооружения АЭС продолжает развиваться: сегодня на этапе строительства находятся около 66 энергоблоков АЭС, около 40 стран планируют ввод первой АЭС [56].

Мировой рынок сооружения АЭС можно разделить на две группы:

1) сегмент внутринациональных проектов, в рамках которых проекты АЭС реализуются в стране национальными компаниями – поставщиками АЭС (генподрядчиками);

2) сегмент международных проектов АЭС, в рамках которых происходит экспорт АЭС из одной страны (поставщика АЭС) в другую страну-реципиента АЭС.

Важно отметить, что в проектах обоих типов перечень компаний-участников исключительно широк и включает в себя не только национальные, но и зарубежные компании- субподрядчики.

В основном, международные (экспортные) проекты АЭС реализуются в развивающихся странах, перед которыми остро стоят задачи экономического, энергетического, экологического и научно-технического развития.

Проекты АЭС масштабны, они охватывают много национальных и международных организаций и ведомств и могут занимать период до ста лет. Многоблочная АЭС может стоить до 30 млрд долл. США, что сопоставимо с ВВП некоторых стран. Согласно результатам анализа, увеличение на 1% в потреблении атомной энергии увеличивает ВВП на 0,32% [2; 40].

При развитии атомной энергетики, очень важно построить необходимую инфраструктуру. У каждой страны свой путь развития инфраструктуры атомной энергетики, универсальных подходов здесь нет. Национальные особенности инфраструктуры атомной энергетики должна учитывать характер социально-экономического, институционального, правового, промышленного, научно-технического развития страны-получателя проекта АЭС, а также учитывать эволюцию и потребности ее топливно-энергетического комплекса.

С другой стороны страны, реализующие проекты строительства АЭС на своей территории не в первый раз, также имеют свои особенности. Эти страны можно подразделить на несколько групп:

- 1) страны, обладающие компетенциями в производстве оборудования и топлива для АЭС (Россия, США, Франция, Япония, Канада, Китай, Р. Корея);
- 2) страны с опытом эксплуатации АЭС на основе импортных технологий (Финляндия, Венгрия, Румыния, ЮАР и др.).

Первая группа стран характеризуется закрытым для остального мира рынком атомной энергетики, а вторая группа характеризуется открытым конкурентным рынком, при условии, что страна примет решение о расширении мощности АЭС.

В XXI в. к атомной энергетике предъявляются пять основных требований: безопасность, утилизация плутония и недопущение его распространения, топливообеспечение, переработка и захоронение радиоактивных отходов, экономичность и конкурентоспособность. Выполнение этих требований является залогом дальнейшего развития атомной энергетики в странах мира.

1.2 Роль атомной энергетики в структуре мирового энергетического комплекса

В настоящее время в развитии мирового топливно-энергетического комплекса наметилась новая стратегическая тенденция, которую можно определить как стратегию перехода от однообразия к многообразию его развития в количественном и качественном понимании. При этом под многообразием развития топливно-энергетического комплекса понимается, с одной стороны, растущая совокупность целевых задач, требующих реализации, а с другой, широкий спектр возможных энергетических ресурсов и технологий их использования для удовлетворения потребностей человечества в энергии.

Сегодня наблюдается рост производства энергии в целом в мире, но это не отражает изменение структуры ее производства по видам источников. До середины XX в. уровень экономического роста соотносился с потреблением угля, затем – с потреблением нефти. Сегодня большое внимание занимает потребление газа, атомной энергии, альтернативных ресурсов. Такой переход связан с ростом глобальных экологических проблем, истощением традиционных ресурсов энергетики.

На сегодня в глобальном энергетическом рынке происходят новые изменения. В мировом разделении труда большую роль стали занимать страны АТР (особенно Индия и Китай), в результате чего повышается спрос на энергоносители.

Но необходимо также учитывать показатели обеспеченности энергоресурсами в расчете на душу населения. Важно анализировать и потребности экономики, и особенности структуры производства электроэнергии в странах мира. Так, например, производство электроэнергии в Китае почти за 20 лет (с 1999 по 2017 гг.) выросло в 5 раз, и на эту страну (при 18% мирового населения) приходится ныне 25% мирового производства электроэнергии (Таблица 1). Это в два раза больше, чем суммарное производство всех стран ЕС в 2016 г. Напомним, что за тот же период

практически не выросло производство электроэнергии в США и в ЕС (рост в 1,1 раза), и в России оно увеличилось лишь в 1,4 раза. Но важна еще и структура производства и потребления электроэнергии [32].

Таблица 1 – Доля стран и групп стран в мировых запасах энергоресурсов, 2017г., %

	Запасы нефти	Запасы природного газа	Запасы угля	Потребление первичной энергии
США	2,8	4,7	22,1	17,1
ЕС	0,3	0,7	6,6	12,4
Россия	6,4	17,3	14,1	5,1
Китай	1,5	2,9	21,4	23,2

Источник: [39; 51]

В настоящее время, как в России, так и в США, и в Китае наиболее значительная доля электроэнергии производится на тепловых станциях (63, 65 и 75% соответственно). При этом в России и США значительная (а в России – большая) часть тепловых станций работает на природном газе, а в Китае – на угле. По объемам добычи и потребления угля Китай занимает первое место в мире.

Процессы глобализации, влияния мирового финансово-экономического кризиса, реалии развития мировой энергетики после аварии на АЭС Фукусима показали, что ранее сформированные энергетические стратегии развитых и новых индустриальных стран переместились в сферу выбора энергетического будущего: атомная энергетика или неатомные энергоресурсы? Значимость этого коренного энергетического перелома для государств и их экономических систем пока еще не осознана большинством руководителей стран и корпораций.

При этом мировое потребление первичной энергии устойчиво растет. За последние 20 лет оно выросло на 45% и в перспективе прогнозируется такой же рост. Атомная энергетика в последние десятилетия являлась опорой энергетического развития многих стран мира и с учетом постоянного энергетического дефицита динамично развивающихся стран наблюдался ярко выраженный интерес к атомной энергетике, несмотря на глобальный

финансово-экономический кризис.

Атомная энергетика играет ведущую роль в производстве электроэнергии в мире после тепловой (уголь и мазут) и гидроэнергетики.

На атомных станциях (АЭС) вырабатывается около 16 % мировой электроэнергии, а для многих развитых стран их доля превышает 60–70 %.

Формируется мировая ядерная программа, обеспечивающая единые нормы безопасности и предусматривающая контролируемый доступ развивающихся стран к ядерным технологиям в мирных целях. Расширяется международное сотрудничество стран-лидеров в мировой энергетике.

Развитие мировой атомной отрасли позволит решить энергетические проблемы во многих странах. В последние годы в мире введены в строй более 30 АЭС (22 в Азии) и строятся 27 АЭС (18 в Азии). При отсутствии в той или иной стране атомных технологий могут быть использованы модульные конструкции АЭС развитых стран с установкой их на время работы (20–25 лет) в нужном месте. Такие реакторы исключают возможность использования урана для создания ядерного оружия, а перезагрузка топлива проходит под контролем МАГАТЭ [45].

К концу XXI в. объем производства в ядерной отрасли возрастет по сравнению с современным уровнем как минимум в 10 раз.

По прогнозу «Energy Outlook BP 2035» спрос на энергоносители в азиатских странах быстро растет, ожидается к 2035 г., что 95% роста спроса на энергию будет приходиться на развивающиеся страны [10].

Атомная энергетика относится к наиболее динамично развивающимся секторам мировой экономики. По данным Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) доля атомной энергии в мировом энергобалансе к 2030 г. вырастет с 16% до 30% [38].

Если Китай и США производят больше первичных энергоресурсов для собственного потребления (18,4% и 13,5% мирового выпуска соответственно), то Россия производит порядка 10% первичной энергии и экспортирует почти половину этого объема.

Важное преимущество АЭС в сравнении с ТЭС это меньшая стоимость топлива для АЭС. Например, в США в 2014-2016 гг. в стоимости электроэнергии: на угольных ТЭС – цена угля составляла 78%, на газовых ТЭС - цена газа 89%, на АЭС – цена природного урана – 14% [54].

Цели развития атомной энергетики в мире:

- 1) уменьшение вредных выбросов в атмосферу (по сравнению с углем и нефтью),
- 2) снижение нагрузки на железнодорожный транспорт, так как пропускная способность на 50% занята перевозкой угля для ТЭС,
- 3) повышение технологического уровня энергетической промышленности,
- 4) разработка реакторного оборудования.

Каждый мировой кризис вызывает изменение динамики мировой энергетики. В ходе кризиса темпы роста мирового энергопотребления снижались и могли быть отрицательными, а после кризиса была новая устойчивая стадия развития.

Ключевым следствием кризисов индустриальной фазы 1970-х гг. и постиндустриальной фазы 2000-х гг. для энергетики была смена приоритетных источников энергии. Кризис 1970-х гг. привел к сдвигу от использования нефти к использованию природного газа, атомной энергии. Кризис 2000-х гг. привел к сдвигу от использования топливных источников энергии к возобновляемой энергетике.

Атомная энергетика отличается максимальной неопределенностью. Существуют разные прогнозы ее развития. Ожидается, что к 2050 г. доля атомной энергии в мировой энергетической системе может составить около 13,7% (сейчас эта доля 5,3%) [29].

Согласно «Обзору ядерных технологий МАГАТЭ» к 2030 г. ожидается значительное увеличение использования атомной энергии (на 35-100%), несмотря на то, что этот прогноз на 7-8% ниже сделанного в 2010 г. [43].

В настоящее время в 26 странах – членах МАГАТЭ уже работает 131 блок реакторов малой и средней мощности с суммарной электрической мощностью

59 ГВт. Помимо этого в 6 странах строятся еще 14 единиц [54].

Мировая энергетика, вслед за другими секторами мировой экономики обретает все более глобальный характер, становясь полем конкуренции как между отдельными корпорациями, так и целыми государствами. После кризиса середины 1970-х гг. энергетический фактор стал играть в мировой политике не меньшую роль, чем военный, что привело к появлению феномена внешней энергетической политики и «энергетической дипломатии». Возникла проблема «энергетической безопасности» как фактор поддержания глобального энергетического равновесия.

Снижение потребления атомной энергии в 2011 г. связано с катастрофой на АЭС «Фукусима» в Японии, после которой помимо остановки реакторов на данной станции с целью устранения последствий аварии, также правительствами некоторых странах Европы рассматривается свертывание программ по атомной энергии.

Для развивающихся стран также отмечено снижение доли всех углеводородных видов энергии при более ускоренном темпе роста доли атомной энергии (за счет расширения масштабов строительства АЭС в Китае и Индии).

Однако для всех групп стран в их энергобалансе по фактическим и прогнозным данным преобладает доля нефти, угля и газа.

Несмотря на то, что во многих странах АТР увеличивается использование угля, а в Европе и США растет потребление газа и несколько снижается расход угля, то общемировая тенденция расхода атомной энергии характеризуется незначительным ростом. При этом, страны переходного типа являются более энергоемкими в сравнении с развитыми странами.

Производство и потребление атомной энергии в последние годы существенно изменилось по своему географическому расположению. До кризисных событий в энергетике прогнозировалось ожидаемое увеличение мощностей АЭС в первую очередь в странах Азии и Азиатско-Тихоокеанского региона (Индия, Китай, Р.Корея, Япония) и во многих странах Восточной

Европы.

Сегодня в мире эксплуатируется 442 атомных реактора совокупной мощностью 384 ГВт. На атомных электростанциях производится 13,4% электроэнергии, 68% приходится на ископаемое топливо (41% уголь, 21% газ, 5,5% нефть), 19% производится с помощью возобновляемых источников. Наибольшую роль атомная энергетика играет в национальной энергосистеме Франции – более 76% электроэнергии производится на 58 реакторах. Самое большое количество энергоблоков (99) построено в США, но доля американских АЭС в национальной энергосистеме составляет лишь 19,5% [62]. Наиболее бурное развитие атомной энергетике в данный момент переживает Китай.

Мировая энергетика на современном этапе характеризуется ежегодным приростом мощностей и новых технологий в секторе возобновляемых источников энергии гораздо более интенсивными темпами, чем углеводородная и атомная энергетика.

Глобальный спрос на энергию увеличивается стремительно (около 3 % в год). При сохранении такого темпа к середине XXI в. мировой энергобаланс может возрасти в 2,5 раза, к концу века – в 4 раза. Увеличение потребностей в энергии обусловлено ростом мирового населения и улучшением качества жизни, развитием мировой промышленности, индустриализацией развивающихся стран.

Многokратное увеличение объема мирового энергобаланса неизбежно ведет к значительному истощению природных ресурсов. Для уменьшения этих негативных последствий огромное значение имеет энергосбережение, которое позволяет производить продукцию и полезную работу с гораздо меньшим потреблением энергии.

1.3 Инновационное развитие атомной энергетики

На современном этапе инновационное развитие атомной энергетики в мире продвигается по многим направлениям.

Одним из направлений инновационного развития атомной энергетики является промышленное производство и строительство унифицированных энергоблоков малой и средней мощности (от 200 кВт до 600 МВт электрических) для производства электричества и тепла на основе технологий атомного судостроения.

Состояние малой атомной энергетики в мире на ближайшую перспективу имеет положительную динамику роста: есть многочисленные проектные и конструкторские заделы. Например, Россия – «Елена», «Рута», KLT-40С; Китай – HTR-10; Япония – 4S, Rapid-L; США – PBMR и HTGR [27].

Анализ ситуации с малыми ядерными реакторами показывает: во всем мире началась гонка в этой области энергетики за обладание лидирующих позиций. В частности, в США малые АЭС считают вполне конкурентоспособными с энергоустановками на углеводородном топливе.

В последние годы в мире наблюдается рост интереса к ядерным реакторам малой мощности. Многие эксперты видят в них новые возможности развития атомной энергетики в мире и ожидают, что с их помощью атомная энергетика сможет составить еще более серьезную конкуренцию электростанциям на других видах топлива.

Согласно классификации МАГАТЭ, к малым относятся реакторы, электрическая мощность которых не превышает 300 МВт. По данным Всемирной ядерной ассоциации, из 449 действующих сегодня в мире ядерных реакторов под это определение попадают 25 [31].

Многие из ранее созданных малых реакторов конструктивно опирались на опыт создания ядерных установок, применяемых в военной и космической отраслях, а также кораблестроении.

Большинство действующих малых ядерных реакторов находится в Индии

(18 единиц). Также они есть в России (4 реактора), Китае (2 реактора) и Пакистане (1 реактор). Однако перспективы развития малых ядерных реакторов эксперты видят в реакторах более совершенных конструкций, которые только начинают внедряться или находятся на стадии разработки. Ожидается, что такие реакторы будут в лучшую сторону отличаться от действующих реакторов малой мощности по параметрам безопасности и экономической эффективности [41].

Важную роль в успехе продвижения наиболее перспективных проектов малых ядерных реакторов играет государственная поддержка. Главным преимуществом относительно других АЭС являются небольшие капитальные затраты и сроки строительства, что снижает финансовые риски реализации проектов и облегчает их финансирование. Малые ядерные реакторы хорошо укладываются в концепцию распределенной энергетики, имея при этом ряд достоинств по сравнению с объектами генерации на других видах топлива.

Сегодня существует около 50 концепций малых ядерных реакторов, наибольшее количество из которых появились в США и России. На данный момент, помимо России, их строительство ведут Аргентина и Китай. Китайский модульный высокотемпературный газоохлаждаемый реактор с технологией устойчивости к расплаву активной зоны планируется запустить в 2018 г.

Использование малых атомных станций может быть целесообразным прежде всего в удаленных энергодефицитных районах страны. Что касается актуальности освоения малой атомной энергетики в мире, то она может быть использована не только для электроснабжения удаленных регионов развитых стран, но и для территорий, расположенных в пустынях, океанических островах, а также, как это ни кажется парадоксальным, для перенаселенных мегаполисов. Так, японские лидеры в разработке миниатюрных ядерных реакторов (создатели реактора Rapid-L) утверждают, что каждое их устройство может быть использовано для тепло- и электроснабжения жилых домов или офисных небоскребов в мегаполисах. По мнению разработчиков, миниатюрные реакторы, благодаря возможностям локальной установки (в том же подвале здания или

под землей на глубине от нескольких до сотни метров), получают широкое распространение как раз потому, что не требуют дорогого и нередко отсутствующего в мегаполисах места для их размещения.

По мнению экспертов ООН, в ближайшем будущем во многих странах мира ожидаются серьезные трудности с пресной водой. Дефицит питьевой воды уже сейчас испытывается в Юго-Восточной Азии, Африке, Австралии, странах Ближнего Востока. Этим объясняется интерес стран из этих регионов к разработкам в области создания плавучих АЭС. Их привлекает не только мобильность таких установок и возможность надежного энергоснабжения. Ядерная установка – надежный источник энергии для опреснительных комплексов, которые способны выдавать 200-400 тыс. куб. м пресной воды в сутки, чего хватит на город с населением не менее 100 тыс. чел. Заинтересованность проектами плавучих АЭС уже высказали в Индонезии, Малайзии, Китае и других странах.

В последние десятилетия за рубежом создана и успешно функционирует индустрия производства сжиженного природного газа (СПГ) в объемах до 100 млрд куб. м в год. За рубежом производство СПГ в значительной степени стимулировано его более экономичной транспортировкой.

По оценкам специалистов, использование самого природного газа как энергоисточника для целей сжижения поглотит от 20 до 30 % исходного объема газа. Поэтому довольно привлекательным является вариант использования мобильных малых АЭС в качестве источника энергии для производства СПГ. Этот вариант позволит, во-первых, сэкономить для экспорта сжигаемое сейчас сырье и, во-вторых, организовать заводы по производству СПГ непосредственно на трудно-доступных месторождениях. При таком подходе, при годовой производительности завода по сжижению газа 40 тыс. т, экономия газа в сравнении с существующей технологией составит примерно 10 тыс. т, что при современных ценах на газ составит более 2 млн долл.

Вариантов использования стационарных и мобильных малых АЭС может быть достаточно много – они могут использоваться во всех случаях,

требующих надежного снабжения тепловой и электрической энергией. Оценка целесообразности строительства малых АЭС должна проводиться с учетом, по крайней мере, трех факторов: экономического, экологического и социального, которые тесно взаимосвязаны между собой.

Атомная энергетика – высокотехнологичная отрасль, она повышает число рабочих мест высокой квалификации, в том числе вдали от самих станций. Если говорить о влиянии АЭС на качество жизни населения в глобальном смысле, нельзя не упомянуть о дефиците пресной воды во многих регионах мира. Превращение плавучей АЭС в комбинированный ядерно-опреснительный комплекс может стать сильным ходом для продвижения таких энергоустановок на мировой рынок. По прогнозам МАГАТЭ, к 2015 г. объем глобального рынка опреснения морской воды на фоне нарастающего дефицита питьевой воды достигнет 12 млрд долл.

В Японии уже действуют восемь ядерных реакторов, питающих опреснительные заводы; строительство демонстрационного объекта завершается в Индии, реализацию аналогичного проекта начинает Пакистан.

Другим направлением инновационного развития мировой атомной энергетики является внедрение системы 6D-проектирования. Это современное направление, которые специалисты считают новым инструментом для решения проблем повышения качества строительства и управления атомной промышленностью страны.

Система 6D-проектирования отличается от 3D-проектирования, тем что в ней добавлено еще три параметра: время (календарно-сетевое планирование), оборудование (информация о поставке материалов), ресурсы (трудовые, технические, финансовые). 6D-проектирование позволяет создать виртуальный объект и наблюдать за его развитием на всех этапах жизненного цикла при разных сценариях и внешних условиях. Затем это внедряется на практике.

Применение 6D-проектирования позволяет сократить издержки на зарплате, исправлении документации, способствует повышению качества производства. В Японии при строительстве атомных станций применяется

система 6D-проектирования, которая позволила сократить «человеко-часы» на 30%.

Еще одним направлением инновационного развития атомной энергетики является разработка технологий для утилизации облученного ядерного топлива (ОЯТ) и других отходов АЭС.

Сейчас в мире накоплено более 370 тыс. т облученного ядерного топлива (ОЯТ) – основные и самые опасные отходы от АЭС. На США и Францию приходится более половины из общего объема отходов, накопленных в мире (Таблица 2).

Таблица 2 – Объем накопленного облученного ядерного топлива (ОЯТ) в мире, 2016 г., т

США	Франция	Япония	Великобритания	Индия	Китай	Р.Корея
88,8568	47,7054	20,4764	11,5804	8,3848	6,6146	0,649

Источник: [64]

На сегодня в некоторых странах действуют мощности по переработке отходов от АЭС. Это Франция, Великобритания, Индия, Япония, Россия. Многие организации используют для переработки отходов от АЭС традиционные водные PUREX-технологии. Сегодня разрабатываются новые инновационные SAFAR-технологии и DUPIC-технологии для переработки отходов от АЭС. Однако, они дорогостоящие и трудоемкие, но более безопасны для окружающей среде. Сейчас это важная проблема на будущее, так как эти технологии помогут решить давние вопросы по утилизации опасных отходов [41].

Таким образом, в ходе исследования теоретических аспектов развития атомной энергетики, было выявлено, что рынок мировой атомной энергии является специфическим. Прямая продажа урана находится под строгим контролем международных организаций. Этот рынок закрыт и отличается стабильностью. Более 90% этого рынка контролируется несколькими крупными уранодобывающими компаниями.

Было определено, что сегодня начался третий этап истории атомной энергетики. Он берет свое начало после аварии АЭС «Фукусима I», (Япония, 2011 г.) и характеризуется сокращением электропроизводства на АЭС в развитых странах и переориентацией на инновационные технологии атомной энергетики.

Также, выявлено, что производство и потребление атомной энергии в последние годы существенно изменилось по своему географическому расположению. До кризисных событий в энергетике прогнозировалось ожидаемое увеличение мощностей АЭС в первую очередь в странах Азии и Азиатско-Тихоокеанского региона (Индия, Китай, Р.Корея, Япония) и во многих странах Восточной Европы.

2 Анализ развития атомной энергетики Китая

2.1 Динамика развития атомной энергетики Китая

Атомная энергетика начинает играть все более значимую роль в энергобалансе Китая. Правительство Китая ставит большие цели по увеличению доли атомной энергетики до 4% к 2020 г. Уже в 2016 г. Китай был среди лидеров стран-производителей атомной энергии, произведя 8,1% от глобального объема произведенной атомной энергии [18]. Китай занял прочные позиции как участник мирового энергетического рынка и оказывает значительное влияние на его развитие, направления поставок, формирование цен и т.д.

Прирост макроэкономических показателей в Китае свидетельствует о достаточно стабильном развитии китайской экономики (Таблица 3).

Таблица 3 – Годовые приросты показателей в Китае, 1996-2015 гг., %

Год	ВВП	Производство энергии	Производство электроэнергии	Потребление энергии
1996	10,0	3,1	7,2	3,1
1997	9,3	0,3	5,1	0,5
1998	7,8	-2,7	2,7	0,2
1999	7,6	1,6	6,3	3,2
2000	8,4	2,4	9,4	3,5
2001	8,3	6,5	9,2	3,3
2002	9,1	4,7	11,7	6,0
2003	10,0	14,1	15,5	15,3
2004	10,1	14,4	15,3	16,1
2005	11,3	10,0	13,5	10,6
2006	12,7	7,4	14,5	9,6
2007	14,2	6,5	14,5	8,4
2008	9,6	5,4	5,6	3,9
2009	9,1	5,4	7,1	5,2
2010	10,3	8,7	13,2	5,9
2011	9,6	8,2	13,1	6,1
2012	10,2	8,9	12,4	7,1
2013	9,5	7,6	11,2	8,1
2014	9,1	7,8	11,7	9,1
2015	10,1	8,4	12,1	9,8

Источник: [16]

Высокие темпы роста ВВП в Китае сопровождаются еще более стремительным ростом спроса на энергоносители и электроэнергию. Это объясняется большими потерями в процессе производства и потребления энергоресурсов, то есть низкой энергоэффективностью. В результате в 2009 г. Китай опередил США и стал крупнейшим потребителем энергоресурсов в мире. При этом еще 10 лет назад потребление в КНР составляло лишь 50% от уровня США.

Основной показатель развития атомной энергетики страны – ее доля в энергетическом балансе. Он характеризует то, какая часть всей электроэнергии в стране вырабатывается исключительно на АЭС. Мировой лидер здесь – Франция, где он составляет около 76%. 100 реакторов в США покрывают меньше 20% энергетического рынка страны, и по этому показателю США находятся лишь на 15-м месте. Для сравнения: Венгрия, занимающая четвертое место, имеет всего одну атомную электростанцию (4 энергоблока), которая, однако, обеспечивает более половины энергетических потребностей этой страны.

Россия занимает в этом рейтинге 17-е место (около 19%), Китай замыкает тридцатку – на атомных электростанциях производится лишь 3% всей вырабатываемой в КНР электроэнергии.

В структуре производства электроэнергии в Китае первое место занимает теплоэнергетика, затем идет гидроэнергетика, атомная энергетика и возобновляемые источники энергии (Таблица 4).

Таблица 4 – Производство электроэнергии в Китае, 2015 г.

Вид станции	Млрд кВт/ч	Прирост, % к 2014 г.	Прирост млрд кВт/ч
ТЭС	3330	10,8	325
ГЭС	721	17,1	105
АЭС	74	5,3	4
ВЭС	50	78,9	22

Источник: [10]

В целом потребление энергоресурсов росло в 2006–2015 гг. на 6,7 % в год, что выглядит как очень серьезное достижение рядом с цифрой роста ВВП (11,2 %).

Китай обладает богатыми энергетическими ресурсами, но из-за большого роста населения доля потребления энергии на человека остается низкой. Более того, ситуация осложняется неравномерным распределением энергетических ресурсов: 80% угольных месторождений расположены на севере КНР, в южной части всего лишь 2% месторождений. При этом, 70% гидроэлектрических ресурсов КНР сконцентрированы в юго-западном Китае. В трех главных районах КНР (восточном, северо-восточном и центральном) проживает 63% всего населения, на них приходится 65% потребляемой в стране энергии, и при этом эти регионы имеют всего 15% энергетических ресурсов. В результате сложилась неадекватная ситуация, когда центром экономического развития в Китае стал восточный регион, в то время как большая часть энергетических ресурсов расположена в западной части страны. Для исправления неравномерного распределения ресурсов правительство Китая разработало программу развития атомной энергетики с учетом особенностей страны. Наряду с развитием тепловой и гидроэнергией Китай будет развивать атомную энергию по приоритетным проектам. В промышленно развитых районах на юго-востоке Китая, который страдает от перегрузки транспорта угольными поставками, а также северо-восточных районах, где сосредоточена тяжелая промышленность.

Первая атомная электростанция была открыта в Китае в 1970 г. Она была сооружена в исследовательских целях. В том же году основали Шанхайский инженерно-конструкторский институт ядерных исследований. Строительство первого промышленного атомного реактора на воде начали в 1983 г. Циньшаньская АЭС, находящаяся недалеко от мегаполиса Шанхай.

Начиная с 2000 г. руководство Китайской Народной Республики оказывало активное содействие ядерной энергетике в соответствии с планом по достижению установленной мощности в 40 ГВт к 2020 г. В 2004 г. Китай

сменил курс с «умеренного развития» потенциала мирного атома на «динамичное развитие».

Атомная энергетика занимает третье место в структуре производства энергии в Китае. На 2017 г. в Китае работает 38 атомных электростанций (Рисунок 4).



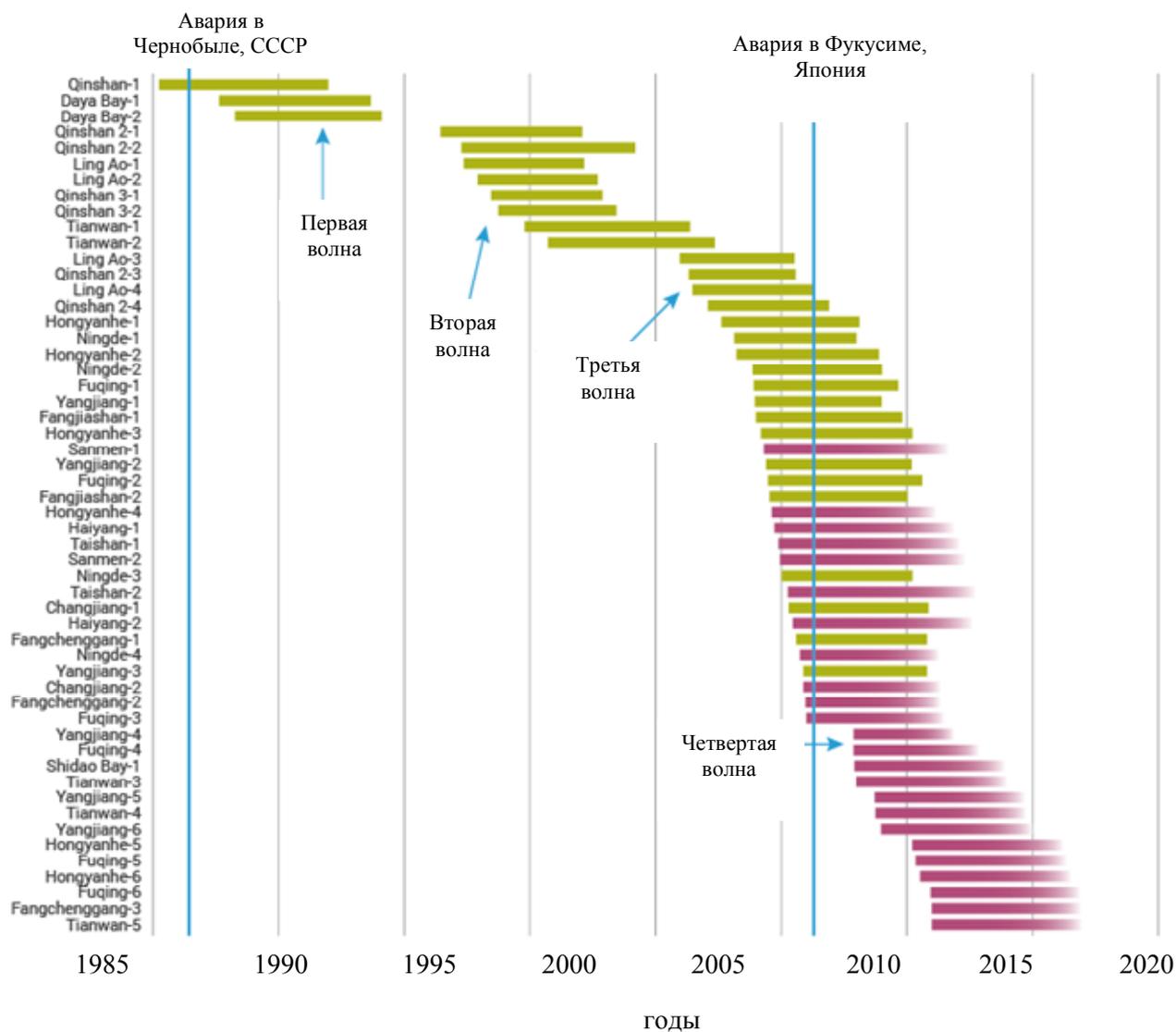
Источник: [65, 73, 76]

Рисунок 4 – Расположение АЭС в Китае, 2017 г.

Китай планирует в ближайшие десять лет построить в стране еще 60 новых атомных блоков электростанций. Об этом заявил вице-президент Китайской государственной компании ядерно-энергетических технологий (SNPTC) Чжэн Гуанмин. По его словам, три крупнейшие компании отрасли – SNPTC, Китайская национальная ядерная корпорация (CNNC) и China General

Nuclear Power Corporation – будут строить минимум по две АЭС каждая ежегодно. Для этого Китай планирует выделить около 570 млрд долл.

На 2017 г. в Китае работает 38 АЭС, при этом на стадии строительства находится еще 59 АЭС (Приложение), которые будут введены в эксплуатацию в начале 2020 г. Еще 179 атомных электростанций планируется построить после 2020 г., их расположение и мощности уже закрепились в государственных планах развития КНР (Рисунок 5).



Источник: [76;79]

Рисунок 5 – Строительство атомных электростанций в Китае, 1985-2026 гг.

Самая мощная китайская действующая атомная станция это АЭС «Линьао». Она находится на полуострове Дапэн близ города Шэнчжень. Эта станция по своему устройству схожа с печально известной АЭС «Фукусима». Дело в том, что она таким же образом поделена на две подстанции: «Линьао-1» и «Линьао-2». На каждой подстанции имеется два энергоблока. Первые два с типом реактора M310 PWR на АЭС «Линьао-1» начали строить в 1997 г. и ввели в эксплуатацию в 2002 г. Остальные два энергоблока на АЭС «Линьао-2» с китайскими реакторами CPR-1000 PWR стали сооружать в 2005 и 2006 гг. соответственно. Третий и четвертый энергоблоки подключили к сети спустя пять лет после начала строительства каждой. После этого общая мощность всей Линьаоской АЭС достигла 3876 МВт, что является самым большим показателем среди других китайских атомных станций.

Примечательно, что на этой АЭС китайские ядерщики применяли свои разработки, основанные еще на советских технологиях. В 2009 г. глава китайского Минэнерго Чжан Гобао заявил, что его страна «может и должна» полагаться на собственные технологии при возведении атомных электростанций, что станет «ключевым фактором» при строительстве новых АЭС в стране. Правда, даже после этого КНР продолжила строить станции часто по иностранным разработкам [83].

Китай обладает большим опытом в области атомной энергетики, имеет ряд преимуществ в ее развитии:

- имеются богатые месторождения урана, которые составляют базу для атомной энергетики;
- разработан полный топливный цикл (разведка урановых ресурсов, производство и переработка отходов);
- имеется опыт в строительстве реакторов;
- имеются кадры в сфере развития атомной энергетики;
- созданы учебные заведения для обучения специалистов в области атомной энергетики;

– большое внимание в атомной промышленности государство уделяет международному сотрудничеству, обмену опытом и т.д.

Большую роль в развитии атомной энергетики Китая играет государство. На сегодня в Китае существует несколько крупных компаний, которые работают в сфере атомной энергетики и контролируются правительством.

Китайская национальная ядерная корпорация (CNNC, China National Nuclear Corporation) это крупное государственное предприятие, образованное в соответствии с решением Государственного Совета КНР. Она объединяет более 100 компаний и институтов, которые входят в ее состав на правах филиалов, и сотрудничает на постоянной основе с 20 действительными членами Академии Наук Китая и Китайской Академии технических наук. Корпорация ведет научно-исследовательские работы, занимается строительством и эксплуатацией объектов в различных сферах практической деятельности, таких как производство электроэнергии на АЭС.

Корпорация (CGN, China General Nuclear Power Group) – одна из трех ведущих китайских атомных корпораций. В ее состав входит 41 дочерняя компания, а общая численность занятых в корпорации составляет 35 тыс. человек. В состав корпорации входят восемь научно-исследовательских центров общенационального уровня (state level R&D centers). Сформирована цепочка поставщиков общей численностью 5400 компаний, в том числе, 83 компании, производящих ключевое по важности оборудование для энергоблоков.

В настоящее время этой корпорации принадлежат 16 действующих атомных энергоблоков, в том числе Даяваньская АЭС и АЭС «Линьбао» в провинции Гуандун, общей мощностью 17,084 млн кВт и 11 строящихся энергоблоков мощностью 13,464 млн кВт. Корпорация ведет строительство АЭС Хунъяньхэ в Даляне провинции Ляонин, Ниндэ в провинции Фуцзянь, Яньцзян в провинции Гуандун, Тайшань в провинции Гуандун и Фанцзяшань в провинции Чжэцзян.

Корпорация находится в собственности государства и управляется Комиссией по управлению государственными активами при Госсовете КНР. Держателями акции корпорации CGN являются Банк Китая и Банк развития Китая, а также ряд других предприятий. Ранее Гуандунская корпорация ядерной энергетики была переименована в мае 2013 г. в связи с расширением своей деятельности за пределы провинции и Китая.

Корпорация CGN стала первым в Китае специализированным поставщиком услуг по пуску атомных энергоблоков. Корпорация работает по шести главным направлениям контроля – безопасность, качество, время, стоимость, технология и окружающая среда.

Национальная ядерно-энергетическая корпорация Китая (SNPTC, State Nuclear Power Technology Corporation) это компания SNPTC и подчиненный ей институт SNERDI стремятся упрочить свои позиции в атомной отрасли Китая. Корпорация была создана в Китае в 2007 году. Власти страны поставили перед ней задачу освоения технологии американских реакторов AP-1000.

В настоящее время у компании есть 16 дочерних подразделений. Все вместе они занимаются конструированием и проектированием АЭС, освоением передаваемых технологий, производством оборудования для атомных станций, управлением строительством и вводом блоков и поддержкой эксплуатации.

Кроме того, SNPTC является владельцем и эксплуатирующей организацией будущей демонстрационной станции с реакторами CAP-1400.

В 2007 г. в состав SNPTC вошел шанхайский научно-исследовательский и проектный институт SNERDI.

SNERDI – один из долгожителей китайской атомной программы. Он был основан в 1970 г. До объединения с SNPTC он подчинялся крупнейшей китайской реакторной корпорации CNNC, неофициально называемой малым министерством. Сегодня в институте занято около 1300 чел.

SNPTC/SNERDI вносит в китайские планы важный вклад. Шанхайский институт принимал непосредственное участие в строительстве первого в стране

атомного блока «Циньшань-1» с реактором CNP-300 и третьей очереди АЭС «Циньшань» с тяжеловодными реакторами CANDU.

Китай активно проводит экспорт технологий атомной энергетики в разные страны мира, в том числе продажа урана (Таблица 5).

Таблица 5 – Экспорт технологий атомной энергетики, 2017 г.

Страна	АЭС	Тип реактора	Стоимость, млрд долл.	Компания	Финансирование
Пакистан	Chasma 3&4	CNP-300	2,37	CNNC	Работают блоки 3и4, китайские инвестиции 82% из 1,9 млрд.долл. , Банк Exim-Bank.
Пакистан	Karachi Coastal 1&2	Hualong One	9,6	CNNC	Реакторы в стадии строительства, 6,5 млрд.долл. 82% финансирует Китай, Банк Exim-Bank
Румыния	Cernavoda 3&4	Candu 6	7,7	CGN	Планируется, финансирование из Китая, Банк Exim-Bank и ICBC
Аргентина	Atucha 3	Candu 6	5,8	CNNC	Планируется, участие местной власти и 2 млрд.долл китайских инвестиций, Банк ICBC
Аргентина	5th Argentine reactor	Hualong One	7,0	CNNC	Финансирование со стороны Банка ICBC
Великобритания	Bradwell	Hualong One		CGN	Возможно финансирование со стороны Китая
Иран	Makran coast	2 x 100 MWe		CNNC	Возможно финансирование со стороны Китая
Турция	Igneada	AP1000 and CAP1400		SNPTC	Соглашение от 2014
Африка	Thyspunt	CAP1400		SNPTC	Возможно финансирование со стороны Китая
Кения		Hualong 1		CGN	Соглашение от 2015
Египет		Hualong 1		CNNC	Соглашение от 2015
Судан		ACP600?		CNNC	Соглашение от 2016
Армения	Metsamor	1 reactor		CNNC	Идет обсуждение
		HTR600		CNEC	Ориентир на экспорт
Казахстан		Fuel plant JV		CGN	Соглашение от 2015

Источник: [31; 53]

Компания SNPTC отвечает с китайской стороны за строительство четырёх блоков с реакторами AP-1000 на двух площадках.

После их ввода компания планирует построить ещё шесть блоков с AP-1000. А наиболее серьёзным проектом станет сооружение демонстрационной двухблочной станции с реакторами CAP-1400 – китайское развитие технологии AP-1000.

В ядерной программе Китая активно участвует американско-японская компания Westinghouse, которая строит в стране четыре блока новой конструкции. При этом китайцы добились от Westinghouse права участвовать и в других экспортных контрактах этой компании. Так что теперь везде, где собирается работать Westinghouse, появляются и китайские подрядчики – в том числе в Турции, Чехии, Болгарии, Великобритании.

Компания «CGN Uranium Resources Co Ltd.», урановый дивизион китайской корпорации CGN, планирует купить новые урановые активы в таких странах, как Казахстан, Канада и Австралия.

Ожидается, что производство урана в Китае к 2030 г. достигнет 30 тыс. т, а уже в 2020 г. китайское урановое производство превысит одну треть от общемирового уровня. В связи с этим следует решать как можно быстрее существующие проблемы в области использования атомной энергетики Китая.

2.2 Проблемы в области использования атомной энергетики Китая

Вместе с тем атомная энергия породила ряд проблем, без решения которых невозможно дальнейшее развитие отрасли. Исторически вся атомная отрасль была создана на основе технологий военной промышленности, а уже затем те же самые научные, конструкторские и промышленные предприятия решали мирные задачи.

Китай придерживается стратегии диверсификации атомных технологий, строя на собственной территории не только собственные АЭС, но и прибегает к

закупкам реакторов в других странах (Россия, Франция и др.). С этим связаны проблемы по зависимости от иностранных технологий и внешних условий.

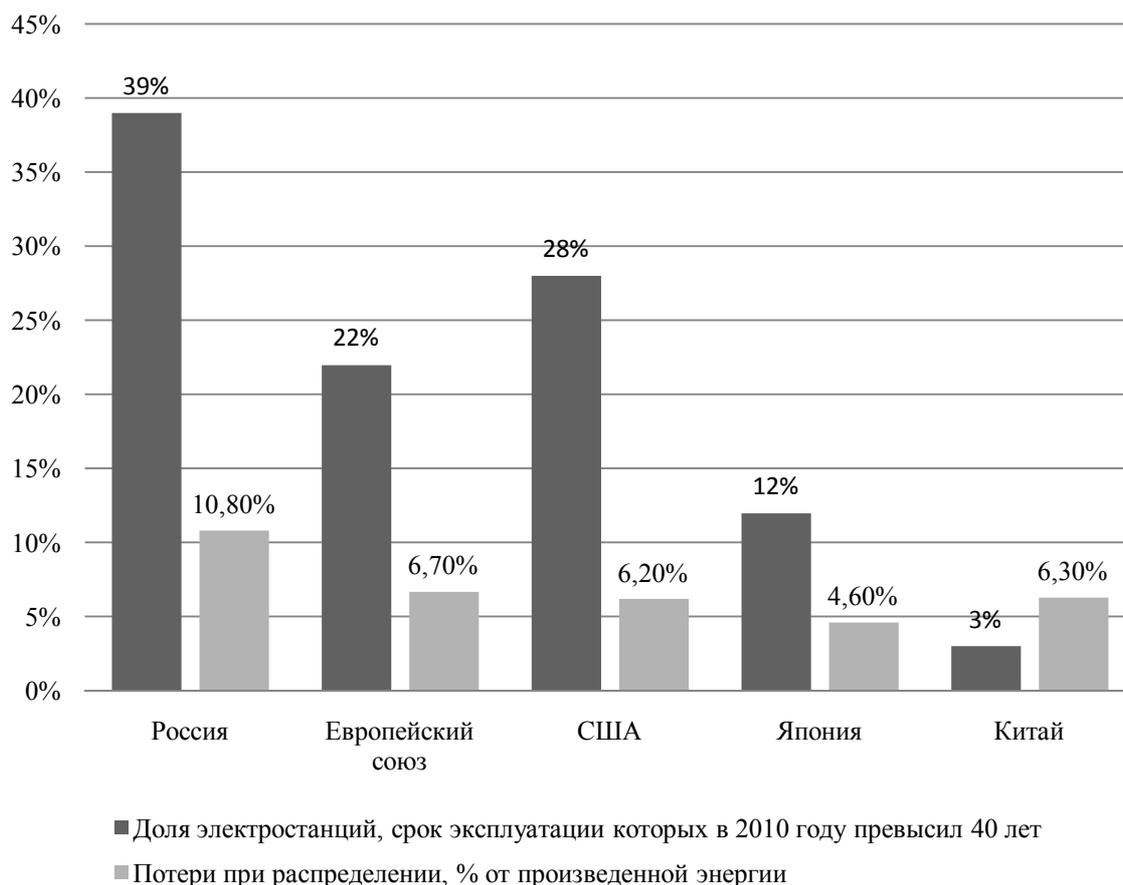
Выступая в октябре 2017 г. с докладом на 19-м съезде Коммунистической партии Китая, Генеральный секретарь КПК Си Цзиньпин подчеркнул, что необходимо претворять в жизнь новую концепцию развития страны и создавать модернизированную экономическую систему. Генеральный секретарь КПК отметил, что необходимо рассматривать развитие экономики КНР и ресурсосбережение в качестве наиважнейшей задачи партии в деле управления государством и подъема экономики страны. Си Цзиньпин отметил, что, перейдя от высоких темпов роста к высококачественному развитию, китайская экономика в настоящий момент находится на стадии преодоления труднейших барьеров в трансформации форм развития, в оптимизации экономической структуры и замещении старых драйверов развития. Необходимо ставить на первое место качество, отдавать приоритет эффективности и ресурсосбережению [32].

Сегодня Китай обеспокоен вопросами обеспечения энергетической безопасности.

К настоящему времени разработаны разнообразные технологии очистки, сбора и хранения радиоактивных отходов. Но реальное положение не столь благополучно. Исторически сложилось, что ввод в действие новых АЭС не сопровождался строительством достаточных объемов стационарных и региональных хранилищ жидких и особенно твердых отходов.

Еще одна проблема энергетики Китая это необходимость модернизации работающих электростанций. Хотя их доля в стране по сравнению с мировыми державами, не очень большая, но эта проблема требует решения.

В Китае растет число электростанций, срок эксплуатации которых в 2010 г. превысил уже 40 лет (Рисунок 6).



Источник: [15; 78]

Рисунок 6 – Доля электростанций, срок эксплуатации которых превышает 40 лет

Для стабильного развития ядерной энергетики Китая большое значение имеет бесперебойное снабжение предприятий отрасли ураном. Подтверждённые запасы урана Китая невелики, в 2006 г. они составили менее 1,5% мировых. По добыче урана из собственных месторождений Китай в 2000-2006 гг. занимал десятое место в мире. За этот период добыча урана выросла с 500 до 760 т. В 2007 г. она увеличилась до 870 т, что позволило удовлетворить около половины текущей потребности страны [12].

В те же годы ведущие уранодобывающие страны (Австралия, Казахстан) продемонстрировали более значительный рост добычи. Основной причиной его стало увеличение импорта урана третьими странами, действующими в интересах КНР. Несмотря на рост добычи, продолжалось повышение мировых

цен на уран, происходившее параллельно с ростом цен на нефть, за семь лет соответственно в пять раз и в два раза. В связи с ростом импорта урана в Китай Казахстан увеличил производство концентрата с 1,7 тыс.т в 2000 г. до 5 тыс.т в 2006 г. Австралия, заявившая в 2002 г. о возможности начать поставки урана в КНР, увеличила добычу с 6854 т в 2002 г. до 9519 т в 2005 г. [5]. Есть предположения, что некоторая часть урана поступает в Китай из России[12].

Освоение большинства перспективных урановых месторождений Китая требует использования новых технологий и дополнительных капиталовложений в сумме более 5 млрд долл. С целью привлечения инвестиций в 2007 г. правительство КНР заявило о намерении покончить с государственной монополией в сфере добычи, переработки, а также импорта и экспорта урана. Пекин намерен обеспечить приток средств в отрасль с помощью размещения институциональных займов и эмиссии привилегированных акций китайских компаний, которые, тем не менее, будут недоступны для подавляющего большинства иностранных частных инвесторов [5].

Официальным поводом для решения правительства Китая допустить частный капитал в ранее закрытую для него сферу послужил рост потребностей атомной энергетики страны. Предполагается, что потребности Китая в уране через 12 лет вырастут в четыре-шесть раз в связи с увеличением суммарной установленной мощности атомных станций. Кроме удовлетворения растущих потребностей, перед отраслью поставлена задача создать стратегический запас урана, для чего Китай стремится расширить возможности для добычи урана за рубежом.

В качестве главного условия масштабного развития атомной энергетики в Китае рассматривается снижение стоимости АЭС, которое требует организации самостоятельного строительства АЭС, собственного производства топлива и независимого конструирования реакторов. В конце 2007 г. в стране действовало 11 атомных энергоблоков, восемь реакторов которых – импортные. Они были построены в кооперации с Францией, Канадой и Россией.

Китай придерживается стратегии диверсификации в атомной энергетике, и на его территории строятся не только китайские, но и российские, французские, американские и канадские реакторы.

Другой проблемой является недостаточная по сравнению с миром количество инноваций. Китай находится на 43-м месте в рейтинге 70 стран по использованию технологий в бизнес-процессах.

Следует отметить, что Китай занимает низшие позиции в рейтинге стран, использующих технологии в бизнес-процессах в энергетике, а также среди стран, использующих новые технологии в энергетике (Рисунок 7).



Источник: [81]

Рисунок 7 – Рейтинг стран по использованию новых технологий в энергетике

Еще одной проблемной атомной энергетике Китая является законодательная база. Китай до сих пор не имеет всеобъемлющего законодательства об использовании атомной энергии, а действующие нормативные документы приняты 20–30 лет назад и не отвечают современным требованиям.

За безопасность АЭС Китая отвечают, в общей сложности, не менее 10 правительственных организаций, чьи зоны ответственности многократно

дублируют друг друга. Сюда входят Министерство здравоохранения, Министерство общественной безопасности, Комиссия по управлению активами, и многие другие. Национальное управление по ядерной безопасности Китая, выполняющее роль одного из органов регулирования в атомной отрасли, имеет штатную численность своих сотрудников немногим более 300 человек. После японских событий китайское правительство заявило о расширении штата сотрудников надзорных органов и рассмотрении вопроса о создании высшего надзорного органа для атомной энергетики. В этом контексте планируется осуществить реформу законодательной базы использования атомной энергетики, которая назревала давно.

Помимо необходимости пересмотра механизмов регулирования в области атомной энергетики, кризис на АЭС «Фукусима» продемонстрировал необходимость пересмотра правительством Китая информационной политики в отношении атомной отрасли и формата взаимодействия с населением в этой области. До недавнего времени Китаю, где главенствующую роль играет коммунистическая партия, были присущи директивные методы в работе с населением. Как правило, оно информируется о строительстве АЭС уже после принятия соответствующего решения на высшем государственном уровне, и изменить или хотя бы как-то повлиять на ситуацию рядовые граждане возможности не имеют.

Необходимо отметить, что значительная часть населения полностью поддерживает развитие атомной энергетики, исходя из того, что строительство АЭС означает появление новых рабочих мест, улучшение экономической ситуации в регионе, снижение цен на электричество. Но если в большинстве стран такая поддержка исходит из осведомленности населения о преимуществах АЭС, то в Китае, наоборот, ключевым моментом является полная неосведомленность в результате отсутствия независимых от государства источников информации.

Однако китайское правительство правильно оценило ситуацию и сделало вывод о необходимости просвещения населения в области ядерных знаний.

Уже через неделю после события на АЭС «Фукусима» Центральное телевидение Китая запустило в эфир ряд роликов о сути атомной энергетики. Каждый новый номер китайского журнала «Новости атомной энергетики» рассказывает о технологическом различии «Фукусимы» и китайских АЭС.

Серьезной проблемой является то, что преимущественная часть АЭС в Китае располагается на побережье, используя морскую воду для прямого охлаждения. В итоге потенциальных площадок для дальнейшего строительства новых станций нет: практически все подходящие платформы на побережье уже распланированы.

Однако партия решительно настроена на преодоление этих препятствий: потребление электроэнергии стремительно растет, дефицит производственных мощностей ощутим все сильнее, а альтернативы развитию ядерной энергетики попросту не существует.

Таким образом, для решения существующих проблем в атомной энергетике Китая, нужно ориентироваться на активное внедрение инновационных технологий в энергетику страны.

2.3 Инновационное развитие атомной энергетики Китая

Успешным примером внедрения национальных инноваций в Китае является применение энергетического оборудования. В связи с тем, что быстрый экономический рост имел большое увеличение потребления энергоресурсов, то существенно возрастает выброс парниковых газов.

Основным параметром снижения вредных выбросов в окружающую среду была признана модернизация энергетики путем обновления оборудования, внедрения инновационных технологий. С 2004 г. Китай начал свое производство инновационного оборудования и проводить массовую установку новых энергоблоков на теплоэлектростанциях Китая.

Большинство ядерных реакторов на имеющихся или строящихся в Китае АЭС относятся к реакторам второго поколения.

Развивая свой мирный атом, Китай стремится получить доступ ко всем существующим сегодня в мире ядерным технологиям. Такой подход стал основным направлением его научно-технической и промышленной политики. Вполне вероятно, что в будущем это обеспечит Китаю технологический прорыв в атомной сфере, в которой сейчас жёстко конкурируют Канада, Россия, США и Франция и международные корпорации AREVA-Mitsubishi, Toshiba-Westinghouse и General Electric-Hitachi.

Большие успехи Китай достиг в солнечной энергетике путем большого производства солнечных батарей, 95% которых экспортируется.

Рост инновационных технологий в энергетике Китая поддерживается большой государственной поддержкой (субсидии и льготные кредиты).

Перед Китаем сейчас стоит задача повышения инновационного развития атомной энергетике страны. Во многом это осуществляется путем самостоятельного производства реакторов с использованием китайских технологий.

Имеются китайские разработки атомного реактора типа CNP (CNP-300, CNP-600, CNP-1000). Согласно «Долгосрочному плану развития атомной энергетике на 2005-2020 гг.» приоритетной целью 12-й и 13-й пятилеток (2011-2020 гг.) является освоение технологии реактора с водой под давлением мощностью 1000 МВт [53].

Большое распространение в Китае получил реактор-миллионник, который основан на французских технологиях, с китайскими доработками назван CPR-1000. Сейчас также внедряется новый реактор третьего поколения AP (технология куплена у компании Westinghouse), добавлены китайские технологии. Китайское правительство делает упор на развитии этих новых реакторов с возможностью внедрения китайских аналогов зарубежным компаниям.

Компания Westinghouse сотрудничает с Китаем по вопросам усовершенствования реакторов типа AP (по соглашению с США, все технологии реакторов типа AP принадлежат США, но модифицированный тип CAP-1400 будет полностью передан Китаю со всеми правами собственности). Именно с этой технологией Китай в 14-й пятилетке (2021-2026 гг.) планирует выйти на мировой рынок в качестве экспортера.

Развитие атомной энергетики это способ обеспечения энергетической безопасности путем диверсификации источников энергии. Но масштабы китайской энергетики очень большие, и даже если начать использовать все 25 строящихся реакторов, то доля атомной энергетике в энергосистеме страны не превысит 5%, что намного ниже среднемирового уровня (17%) [29].

Для новых проектов корпорация CGN делает ставку на реактор HPR-1000, исследователи называют этот реактор «Китайский дракон».

Корпорация выделяет в этом проекте следующие положительные стороны.

Проект HPR-1000 использует комбинацию активных и пассивных средств защиты и учитывает уроки аварии на АЭС Фукусима. Он основывается на проверенной технологии легководных проектов, стоимость сооружения блока с HPR-1000 конкурентоспособна по сравнению с другими блоками того же типа [43].

В проекте HPR-1000 принят одноблочный подход, что даёт преимущества с точки зрения физического разделения блоков на станции, а также упрощает строительство, эксплуатацию и обслуживание блока.

В проекте HPR-1000 будет использоваться собственная китайская разработка цифровой системы управления «FirmSys» – ее предполагается опробовать на строящихся блоках №№5/6 АЭС «Yangjiang» с легководными реакторами ACPR-1000 и на строящемся блоке с реактором ВТГР [47].

На случай тяжелых аварий в проекте HPR-1000 для каждого блока предусмотрены пять дизель-генераторов (три аварийных EDG и два для

полного обесточивания SBO), а также мобильный источник питания и аккумуляторы ёмкостью на 12 часов работы [31].

«Китайское правительство полностью принимает и поддерживает разработку и демонстрацию проекта HPR-1000», отметили представители CGN. Сооружение первых трех блоков с этим реактором в Китае уже начато.

Китай развивает уранообогатительные мощности (технологии газодиффузионного и газоцентрифужного обогащения) (Таблица 6). В этих новых технологиях Китаю помогает Россия.

Таблица 6 – Обоганительные мощности Китая, 2016 г.

Предприятие	Технология	Год запуска	Год вывода из эксплуатации	Производительность (ЕРР/год)	Гарантии МАГАТЭ
Ланьчжоу (провинция Ганьсу)	Газодиффузионная	1962-1964	1999	300 000	Не применялись
	Газоцентрифужная	2001	В эксплуатации	500 000	Нет
Ханьчжун (провинция Шэньси)	Газоцентрифужная	1996	В эксплуатации	200 000	Да
	Газоцентрифужная	1998	В эксплуатации	300 000	Да
	Газоцентрифужная	2012	В эксплуатации	500 000	Да

Источник: [9]

Таким образом, Китай планирует частично обеспечить запланированную для китайских атомных электростанций выработку электроэнергии в 2020г. путем частично использованием своих обоганительных мощностей, а также за счет долгосрочных поставок урана из Канады, Казахстана и Австралии.

Следующим направлением инновационного развития атомной энергетики в Китае является строительство плавучих АЭС. В Китае собираются построить 20 плавучих атомных электростанций. Они будут обеспечивать добычу полезных ископаемых в оффшорной зоне.

Для этого ряд китайских компаний (China National Nuclear Power, Jiangnan Shipyard, Shanghai Electric Power, Shanghai Guosheng Group, Zhejiang

Zheneng Electric Power) создали совместный капитал, который будет направлен на проведение исследований в области атомной энергетики, изучение аспектов строительства и эксплуатации электростанций.

В 2016 г. о планах постройки плавучей АЭС объявила также китайская корпорация «Китайская государственная судостроительная корпорация» (China Shipbuilding Industry Corp., CSIC), которая перевезет свои мощности в провинцию Хэбэй, где примет участие в строительстве и развитии нового района «Сюньань». Корпорация уже внедрила семь крупных производств в Baoding Fengfan Co., Ltd, а после реорганизации CSIC Power AG останется в городе Баодин.

В ближайшие годы в южно-китайском Шэньчжэне тоже появится плавучий атомный реактор. С 2020 г. первый демонстрационный образец плавучей ядерной электростанции с китайским реактором ACPR50S начнет поставку электроэнергии в южно-китайский Шэньчжэнь, находящийся на границе с Гонконгом. Об этом сообщают китайские СМИ.

Проект южно-китайской корпорации CGN, крупнейшей корпорации в сфере ядерной энергетики в Китае и мире, включен в 13-й пятилетний план научно-технических инноваций в энергетике (2016-2020 гг.).

Проект будет играть важную роль в освоении Южно-Китайского моря, превращающегося в «Средиземное море Азии» в ближайшие годы: реактор будет использоваться для электроснабжения нефтегазовых проектов в акватории моря, созданию и освоению искусственных островов, опреснению морской воды для обеспечения их жизнедеятельности.

Осваивая новые технологии в атомной энергетике, Китай успешно разработал цифровую систему управления ядерным реактором.

Проект цифровой системы управления ядерным реактором CAP1400 на днях прошел приемку, проведенную Государственным управлением по делам энергетики КНР.

Это свидетельствует об успешной разработке первой в стране системы управления и защиты реактора зарегистрированной марки NuPAC, получившей право на выход на международный рынок.

Таким образом, Китай стал одной из четырех стран в мире, самостоятельно разработавших подобную систему, которая сможет остановить реактор в случае землетрясения, цунами или других ситуаций.

Получившая лицензии Государственного управления по делам ядерной безопасности и Комиссии по регулированию атомной энергетики США цифровая система управления ядерным реактором CAP1400 является уникальной в мире системой, спроектированной с применением технологии программируемой пользователем вентильной матрицы.

По словам представителя компании SNPTC, система будет применена на демонстрационной станции CAP1400, а затем, вытесняя импортное оборудование, она найдет широкое распространение в строящихся в Китае новых АЭС с энергоблоками CAP1400 и других АЭС реакторного типа [63].

Кроме этого, китайские компании начали активно работать с новыми чистыми видами топлива. Эта активность нарастает из-за внедрения правительством Китая программы перехода с угля на газ во многих провинциях страны.

Китайская корпорация атомной энергетики CGN (China General Nuclear Power Corporation) в 2018 г. планирует поставить на рынок более 500 млн куб. м экологически чистого биогаза. Он играет важную роль в трансформации энергетической структуры Китая.

Сейчас корпорация поставляет природный газ 300 промышленным и 500 коммерческим потребителям, охваченным программой перехода с угля на газ, а также 30 тыс. семей в провинциях Хэнань, Гуандун, Цзянсу, Шаньдун и Цзянси.

Компания CGN занимается строительством и эксплуатацией трех проектов биологического газа.

Ранее сообщалось, что к 2040 г. Китай будет импортировать 43% потребляемого газа. Спрос на природный газ в стране продолжит рост. С таким прогнозом выступили аналитики Международного энергетического агентства (МЭА).

Объем добычи газа в КНР к 2040 г. составит 340 млрд куб. м в год. Он увеличится более чем в два раза. Основной вклад придется на сланцевый газ. При этом потребление топлива достигнет 600 млрд куб. м. К 2040 г. на долю Поднебесной будет приходиться до 25% глобальных продаж природного газа между удаленными торговыми партнерами.

Напомним, что китайские власти планируют усилить разведку нефти и газа на территории страны, а также развивать разработку нетрадиционных ресурсов, чтобы ослабить зависимость КНР от импорта нефти и газа. К 2035 г. Китай будет зависеть от импорта нефти на 70%, а газа – 50%. На долю нефти и газа в структуре первичной энергетики страны будет приходиться 32% и 35% к 2035 г и 2050 г. соответственно [54].

В области развития инноваций в атомной энергетике Китай стремится налаживать международное сотрудничество со стратегически важными странами-партнерами. Например, атомная энергетика становится сферой сотрудничества Китая и Казахстана. Китай стремится к тому, чтобы его сотрудничество с Казахстаном охватило всю производственную цепочку – от добычи урана до использования в Казахстане технологий реактора китайской разработки «Хуалун-1».

Казахстан это один из основных поставщиков урана, доля которого на мировом рынке составляет примерно 39%. Атомная энергетика считается одним из ярких примеров плодотворного сотрудничества между Китаем и Казахстаном.

Китайская генеральная корпорация атомной энергетике (China General Nuclear Power Group, CGN) начала осваивать казахстанский рынок с 2006 г. и сейчас переходит на новый этап сотрудничества это развитие внедрения инновационных технологий в энергетику.

Сейчас в Китае начинают вводить в эксплуатацию новые реакторы третьего поколения, использующие технологию, известную как Hualong One. Начата установка купола в Фуцин, провинция Фуцзянь, а это значит, что строительство первого пилотного проекта ядерной энергетики в Китае вступает в решающий этап. В случае успеха он может запустить массовое производство реакторных атомных электростанций третьего поколения. Полусферический купол весит 340 т и диаметром 16,8 м.

Среди самых обсуждаемых предложений по изменению стратегии атомного развития Китая можно выделить два, которые с наибольшей вероятностью могут быть реализованы в будущем.

Технология Hualong One представляет собой проект реактора с водой под давлением, который применяется к отечественным реакторам третьего поколения.

Разработанная двумя китайскими ядерными гигантами, Китайской ядерной группой и CNNC, технология Hualong One была применена для пятого и шестого блоков в Фуцин. Одна из его ключевых особенностей заключается в том, что он предназначен для повышения безопасности реактора, делая его гораздо более эффективным для того, чтобы выдержать серьезный ущерб.

«Реакторы могут выдержать цунами даже такой разрушительной силы, которая спровоцировала катастрофу Фукусимы в Японии», – заявил в интервью заместитель главного инженера реактора Сюэ Юнфэн [81].

Надежда всех заинтересованных сторон в текущем проекте заключается в том, что успешная установка может ознаменовать начало строительства реакторов третьего поколения в массовом масштабе, сказал заместитель прессекретаря CNNC на пресс-конференции.

Развитие ядерных технологий Китая в энергетических проектах принесло плодотворные результаты на экспортном рынке. Во время Форума Один пояс, один путь, Китай подписал соглашение с Аргентиной о поставках двух ядерных энергетических реакторов в южноамериканскую страну, в том числе с использованием конструкции Hualong One.

Во-первых, это необходимость замены технологии реакторов второго поколения, к которым относится китайский CPR-1000; в условиях событий на АЭС «Фукусима» многие официальные лица КНР предложили отказаться от собственных технологий и довериться американо-японским (реактор AP-1000 и его китайские производные). Вполне возможно, что реакторная технология для некоторых площадок все же будет пересмотрена [52].

Во-вторых, это предложение Китайским государственным управлением по проблемам океана, которое считает необходимым пересмотреть выбор нескольких площадок вследствие их близости к морю.

Таким образом, в рамках корректировки программы развития атомной энергетики можно ожидать принятие правительством Китая следующих шагов:

- более тщательное и всестороннее рассмотрение площадок для строительства новых АЭС с учетом переосмысления угрозы цунами и землетрясений;

- пересмотр типа реакторной установки, выбранной для строительства новых энергоблоков, и вероятное перераспределение некоторой части площадок, зарезервированных под строительство реакторов второго поколения, в пользу реакторов третьего поколения;

- совершенствование работы с населением для поддержания позитивного образа национальной атомной промышленности;

- упорядочивание системы государственного управления в атомной сфере и совершенствование китайского атомного законодательства;

- снижение темпов строительства и ввода в эксплуатацию новых АЭС. Снижение доли атомной генерации в общем объеме производства, которая должна быть достигнута к 2020 г. (или хотя бы прекращение роста этого показателя в новых вариантах плана развития атомной энергетики);

- повышение требований к безопасности действующих и строящихся АЭС, в том числе организация дополнительных инспекций [71].

Таким образом, в ходе анализа развития атомной энергетики в Китае было определено, что в структуре производства электроэнергии в Китае первое

место занимает теплоэнергетика, затем идет гидроэнергетика, атомная энергетика и возобновляемые источники энергии.

Сейчас атомная энергетика начинает играть более значимую роль в энергобалансе Китая. Правительство Китая ставит большие цели по увеличению доли атомной энергетики до 4% к 2020 г.

Большую роль в развитии атомной энергетики Китая играет государство. На сегодня в Китае существует несколько крупных компаний, которые работают в сфере атомной энергетики и контролируются правительством.

На современном этапе инновационное развитие атомной энергетики в Китае продвигается по нескольким направлениям.

Одним из направлений инновационного развития атомной энергетики является промышленное производство и строительство унифицированных энергоблоков малой и средней мощности; Китай начинает активно работать в этом направлении.

Успешным примером внедрения национальных инноваций в Китае является применения энергетического оборудования.

С 2004 г. Китай начал свое производство инновационного оборудования и проводить массовую установку новых энергоблоков на теплоэлектростанциях Китая.

Во многом внедрение инноваций осуществляется путем самостоятельного производства реакторов с использованием китайских технологий. Имеются китайские разработки атомного реактора типа CNP.

Следующим направлением инновационного развития атомной энергетики в Китае является строительство плавучих АЭС. В Китае собираются построить 20 плавучих атомных электростанций.

Проведя анализ современного состояния атомной энергетики Китая, было определено, что рост инновационных технологий в энергетике Китая стимулируется большой государственной поддержкой (субсидии и льготные кредиты).

Выявлены направления инновационного развития атомной энергетики в Китае: применения энергетического оборудования китайского производства, использование солнечных батарей, производства атомных реакторов с использованием китайских технологий, производство унифицированных энергоблоков малой и средней мощности, строительство плавучих атомных электростанций.

3 Перспективы сотрудничества в области атомной энергетики между Китаем и Россией

3.1 Анализ существующих тенденций развития атомной энергетики между Китаем и Россией

Долгосрочное стратегическое партнерство между Китаем и Россией основывается на юридической базе совместной декларации о многополярном мире и формировании нового международного порядка КНР и РФ от 1997 г. и Совместной декларации КНР и РФ о международном порядке в XXI в. от 2005 г. Энергетический фактор стал одним из важнейших элементов, влияющих на укрепление материальной базы стратегического партнерства между двумя странами. При этом энергетическое сотрудничество развивается во всех направлениях. Лидирующими направлениями является сотрудничество в нефтегазовой сфере. Но в последнее время развитие атомной энергетики также стоит в приоритете взаимовыгодного двустороннего партнерства.

Китай придерживается стратегии диверсификации атомных технологий, строя на собственной территории не только собственные АЭС, но и прибегает к закупкам реакторов в других странах (Россия, Франция и др.).

При этом мировые тенденции оказывают существенное влияние на современное развитие атомной энергетики между Россией и Китаем.

События на АЭС «Фокусима-1» не повлияли на долгосрочную энергетическую политику России, Индии и Китая, в приоритетах которой значительное место отводится атомной энергетике. Данный интерес обусловлен тремя факторами.

Во-первых, это фактор истощаемости углеводородных ресурсов.

Во-вторых, это тот факт, что загрязненность окружающей среды диктует необходимость перехода на более экологически чистое топливо, что особенно актуально для Китая, который столкнулся с проблемой ядовитого смога от теплоэлектростанций.

В-третьих, это экономическая привлекательность из-за быстрой окупаемости АЭС и рекордный в сравнении с другими видами теплоцентралей коэффициент использования установленных мощностей (80 %).

По данным Государственного энергетического управления Китая, в соответствии с планами развития атомной энергетики уже к 2020 г. установленная мощность АЭС должна составить 40 ГВт в эксплуатации и 18 ГВт – в стадии строительства.

В данных обстоятельствах России есть, что предложить. Сегодня Россия – мировой лидер по количеству энергоблоков, сооружаемых за рубежом. В настоящее время Госкорпорация «Росатом» сооружает за границей 34 атомных энергоблока. Все проекты соответствуют современным международным требованиям МАГАТЭ.

Особый интерес представляет Тяньваньская АЭС, которую возвели в городе Ляньюньган на берегу Желтого моря. Эта атомная станция стала в свое время крупнейшим российско-китайским экономическим и энергетическим проектом. В 1992 г. стороны подписали межправительственное соглашение, спустя еще пять лет был заключен контракт с российским «Атомстройэкспортом», в реализации проекта принимали участие и другие компании РФ. Согласно генеральному плану, на станции должно быть восемь энергоблоков.

В рамках сотрудничества Китая и России в области атомной энергетики сейчас реализуется проект создания российскими специалистами энергоблоков для Тяньваньской АЭС. Контракт был заключен в 1997 г., два первых энергоблока были сданы в 2007 г. Затем российская компания «Атомстройэкспорт» и китайская Цзянсунская ядерно-энергетическая корпорация подписали новое соглашение о сотрудничестве и с 2010 г. был заключен контракт на строительство третьего и четвертого энергоблоков.

Следующим важным шагом в развитии атомной энергетики стало принятие Россией и Китаем Дорожной карты отдельных направлений сотрудничества между госкорпорацией «Росатом» и Агентством по атомной

энергетики Китая.

Помимо использования на станции реакторов типа ВВЭР-1000, АЭС имеет и другие технические особенности. Например, турбогенераторные установки К-1000–60/3000. Серию турбин этого типа успешно эксплуатировали более чем 20 лет на Ровенской АЭС, Хмельницкой АЭС, Южно-Украинской АЭС. Еще на Тяньваньской АЭС используют так называемый элемент технологии третьего поколения – ловушку для расплава активной зоны. Эта технология успешно прошла все проверки, эксперты МАГАТЭ тоже дали свое одобрение. В случае аварии расплавленные топливные и конструкционные материалы не разрушают основание и фундамент под корпусом и зданием реактора, а заполняют полость «ловушки».

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

технологий не подписано. С 2010 г. Техснабэкспорт начал поставки урановой продукции в Китай. Соглашение рассчитано на 11 лет.

В российско-китайском сотрудничестве в мирном использовании атомной энергии важным событием стало введение в эксплуатацию в 2007 г. построенных ЗАО «Атомстройэкспорт» двух первых энергоблоков китайской АЭС «Тяньвань» мощностью 1060 МВт каждый. Тяньваньская АЭС построена по усовершенствованному российскому проекту. В настоящее время это самая безопасная среди действующих в КНР атомных электростанций. В ноябре 2009 г. в ходе визита В.В. Путина в Китай подписан протокол о сотрудничестве в сооружении второй очереди АЭС, также с двумя энергоблоками. Кроме того, российская сторона примет участие в проектировании реактора на быстрых нейтронах БН-800, прототип которого, реактор БН-600, вот уже 25 лет работает на Белоярской АЭС на Урале.

Диалог в сфере энергетики Россия-Китай («ЭнергодIALOG»), в 2012 г. назван Межправительственная Российско-Китайская комиссия по энергетическому сотрудничеству, создан в целях укрепления практического взаимодействия и координации сотрудничества двух стран в сфере энергетики по следующим направлениям: нефтегазовый комплекс; угольная промышленность; электроэнергетика, включая атомную энергетику; а также энергоэффективность и возобновляемые источники энергии.

В настоящее время в рамках «ЭнергодIALOGа» действует четыре рабочие группы: по сотрудничеству в угольной сфере, в сфере электроэнергетики, в сфере использования возобновляемых источников энергии, а также по оценке конъюнктуры энергетических рынков. В настоящее время состоялось уже тринадцать заседаний «ЭнергодIALOGа», последняя на сегодняшний день сессия прошла в г. Сочи 30 мая 2016 г.

Российско-китайские отношения в области энергетики на современном этапе охватывают все основные направления сотрудничества. Их отличает динамизм, взаимный учет интересов, ответственный, и уважительный подход в отношении вопросов дальнейшего развития.

Страны не только осуществляют традиционное, характерное для устойчивых добрососедских отношений взаимодействие в сфере энергетики, но и вносят весомый вклад в обеспечение региональной энергетической безопасности в целом. Речь идет о развитии транспортной инфраструктуры, обеспечении стабильных поставок энергоресурсов и реализации совместных проектов.

Подразделения «Росатома» строят сегодня в Китае два энергоблока второй очереди Тяньваньской АЭС, где уже работают два блока первой очереди, построенные по российским технологиям. При этом Компартия Китая официально поставила задачу перед атомными компаниями Китая – сначала научиться полностью копировать российские энергоблоки, а потом превзойти их.

Успешное сотрудничество Китая и России в сфере атомной энергетики имеет важное значение, как для китайской, так и для российской сторон. Для России большое значение Тяньваньского проекта заключается и в том, что он задействовал машиностроительные мощности России, которые ранее в связи с перерывом в сооружениях АЭС не были востребованы. Сейчас изготовленный предприятием госкорпорации «Росатом» «ЗиО-Подольск» третий из четырех парогенераторов для строящегося с участием России третьего энергоблока Тяньваньской АЭС в Китае доставлен на площадку станции.

Кроме того, планируется подписать соглашение по совместному строительству блоков номер 7 и 8 Тяньваньской АЭС. Для этих тяньваньских блоков «Росатом» предлагает самые современные реакторные установки ВВЭР-1200, соответствующие самым современным стандартам эффективности и безопасности [31].

Можно приблизительно оценить экономические масштабы новых проектов по АЭС: два будущих блока Тяньваньской АЭС, шесть новых блоков в Цзянсу и два блока на востоке Китая – если исходить от средней стоимости энергоблока российской разработки, получается сумма в эквиваленте порядка 50 млрд долл. Плюс новые рабочие места и загрузка предприятий, которые

будут заняты в этих проектах. Так что взаимная выгода очевидна, к тому же Китай уже доказал свою надежность как плательщика, когда в 2017г. досрочно погасил кредит, который Россия выдавала на постройку первой очереди Тяньваньской станции.

Примечательно, что в Китае уже говорят о нехватке потенциальных площадок для возможного строительства АЭС. По крайней мере почти все подходящие площадки на побережье распланированы.

Китай стоит перед проблемой нехватки территориальных ресурсов для АЭС, сообщает «Жэньминь жибао». Дефицит площадок вызван тем, что для размещения АЭС необходимо одновременное выполнение требований по безопасности, сейсмической обстановки, инженерной геологии, а также пределы роста вовлеченного населения, условия для экстренной эвакуации, утилизации радиоактивных отходов [42].

Между тем международная экспансия китайской атомной энергетики обретает конкретные черты. Турция и Китай подписали соглашение о сотрудничестве в атомной энергетике. Китайские компании планируют строить третью турецкую АЭС с использованием технологий Westinghouse. В 2010 г. Турция подписала соглашение с «Росатомом» о строительстве первой в этой стране АЭС «Аккую». Концерн «Росатом» подтверждал планы строительства четырех энергоблоков даже в период острого кризиса в российско-турецких отношениях. Примечательно, что Турция имеет также соглашение с Японией о строительстве второй АЭС на севере Турции.

Таким образом, китайские компании могут воспроизводить как технологии Westinghouse, так и российские инженерные решения. Но конкуренция с Китаем при экспортном строительстве АЭС – только одно направление развития. Второе направление это риск сокращения закупок Китаем традиционных энергоносителей, нефти и газа, которые составляют основу российского экспорта.

России стоит серьезно отнестись к этой ситуации по двум причинам. Во-первых, увеличение удельного веса атомной генерации в китайском

энергобалансе повлечет за собой снижение спроса на российские углеводороды. По итогам прошлого года Китай увеличил закупки российской нефти более чем на 50% в годовом выражении, импортировав 4,64 млн т нефти. Во-вторых, китайские компании способны опередить Россию на глобальном рынке строительства АЭС. Конечно, речь не идет о краткосрочной перспективе, но в долгосрочной практике этого вполне можно ожидать.

Следует упомянуть о создании совместного российско-китайского экспериментального реактора на быстрых нейтронах CEFR тепловой мощностью 65 МВт, электрической – 20 МВт. Строительство станции велось в несколько этапов. Во-первых, российские специалисты разработали концепцию блока CEFR, а также технические требования и основные компоненты реактора. Во-вторых, в период с 1995 по 1998 гг. российские предприятия разработали технические проекты ядерной энергоустановки китайского реактора на БН, также проводились технические консультации и обсуждение вопросов безопасности с Национальным агентством по ядерной безопасности КНР.

В июле 2010 г. российские и китайские атомщики вместе совершили успешный пуск экспериментального реактора CEFR, в 2011 г. подключили к сети. После этого вице-президент Китайской национальной ядерной корпорации Ян Чангли заявил, что правительство определило три этапа развития технологии. Первый – исследовательский реактор, созданный вместе с РФ, второй – сооружение демонстрационного быстрого реактора тоже с российскими предприятиями, последний этап – строительство коммерческого реактора на БН [80].

В итоге в 2010 г. Россия и Китай пришли к соглашению по поводу возведения двух энергоблоков на быстрых нейтронах типа БН-800, подобных тому, что имеется в РФ. Теперь в планах китайских властей осуществить замыкание ядерно-топливного цикла в 2030-х гг.

Следующим направлением российско-китайского сотрудничества в области развития атомной энергетики является подготовка квалифицированных

кадров и проведение исследовательских программ по проблемам региональной энергетики.

С 2008 г. развитие образовательного пространства России и Китая реализуется по программе развития сети, состоящей из более 60 существующих университетов в государствах-членах ШОС – Университета ШОС. От России в образовательной программе по энергетике принимают участие Московский энергетический институт, Уральский федеральный университет, Новосибирский государственный технический университет и т. д. С китайской стороны на участие в сотрудничестве аккредитованы столичный Северо-китайский электро-энергетический университет, Китайский нефтяной университет, Харбинский политехнический университет и т. д.

Приоритетными проблемами на этом направлении выступают пути и механизмы совершенствования процессов и технологий энергоэффективности и энергосбережения как ключевого фактора снижения энергоемкости экономики, а также выработка новых подходов к внедрению альтернативных и возобновляемых источников энергии. Отдельно стоит упомянуть и двустороннее сотрудничество России и Китая по подготовке кадров для энергетики. Принимая во внимание долгосрочный характер энергетического взаимодействия России и Китая, обмен опытом между кадровыми сотрудниками энергетической отрасли только улучшит это взаимодействие.

Целесообразным представляется участие в подготовке квалифицированных специалистов для энергетики и крупных российских предприятий: ОАО «Газпром», «Лукойл», «Роснефть», НОВАТЭК, «Русал», «Русгидро» и т. д.

Можно выделить следующие направления энергетического сотрудничества России и Китая, в которых целесообразно привлечение многосторонних неправительственных механизмов на базе ШОС:

– модернизация существующих и разработка новых энергетических мощностей в России, Китае и Центральной Азии;

– проработка нормативной основы и информационное сопровождение энергетических проектов в центрально-азиатском регионе;

– использование потенциала образовательных проектов ШОС и российско-китайских соглашений в разработке новых стратегий и привлечении кадров высшей квалификации.

Также следует отметить наличие большого потенциала сотрудничества Китая и России в области повышения энергоэффективности и разработки энергоэффективных технологий. Эту задачу власти и бизнес обеих стран готовы решать совместными усилиями. Важность развития сотрудничества в области энергосбережения, повышения энергоэффективности и развития энергоэффективных технологий особо отмечена и в уже упоминавшейся Уфимской декларации. Инициатива сотрудничества в этой области принадлежит России.

В 2017 г. первая официальная встреча стран БРИКС по энергоэффективности. При Министерстве энергетики России создана соответствующая рабочая группа, которая подготовила проект Меморандума о взаимопонимании в области энергосбережения и повышения энергоэффективности между министерствами и ведомствами стран БРИКС.

Также страны ориентируют свою политику в энергетической сфере на следующие направления: объединение усилий представителей науки, государства, гражданского общества и бизнеса, заинтересованных в создании перспективных коммерческих технологий, новых продуктов и услуг; стимулирование инноваций; расширение научно-производственной кооперации и формирование новых партнерств; поддержка научно-технической деятельности и процессов модернизации предприятий.

3.2 Перспективные направления совместных российско-китайских проектов в области инновационного развития атомной энергетики

Сотрудничество КНР и России в сфере энергетики способствует укреплению долгосрочного стратегического партнерства Китая и России и стимулирует сотрудничество и развитие отношений между КНР и Россией в Азиатско-Тихоокеанском регионе.

На сегодня между Китаем и Россией имеет место активное сотрудничество в сфере таких энергоресурсов, как электроэнергия, атомная энергия и уголь.

В формате развития инновационных технологий в атомной энергетике в 2014 г. между российской компанией «Русатом Оверсиз» и китайской компанией CNNC New Energy Company было подписан меморандум о соглашении с Китаем для строительства плавучих АЭС. Китай очень заинтересован в продвижении и активном развитии программы по строительству атомных электростанций.

Это один из проектов, который внимательно изучается в свете новой парадигмы атомной энергетике. Именно проект по созданию плавучих атомных теплоэлектростанций является одним из наиболее перспективных российско-китайских направлений развития совместной атомной энергетике.

Важной характеристикой плавучих атомных теплоэлектростанций является возможность базирования станции в прибрежных районах и использования для выработки как электричества и тепла, так и для опреснения морской воды. Использование плавучих атомных теплоэлектростанций на базе плавучих энергоблоков дает возможность привлечь к ее созданию инфраструктуру атомного судостроения, а к эксплуатации – специализированные предприятия судостроения, судоремонта и суда атомно-технологического обслуживания.

По мнению российских экспертов, размещение плавучих атомных теплоэлектростанций наиболее целесообразно в районах, где отсутствуют

топливно-энергетические ресурсы или их доставка сопряжена с большими трудностями, в так называемых зонах децентрализованного энергоснабжения (Крайний Север, Дальний Восток России, островные государства Азиатско-Тихоокеанского региона и др.). В России определены шесть площадок для размещения плавучих атомных теплоэлектростанций плавучих атомных теплоэлектростанций: Архангельск, Камчатка, Красноярский и Приморский края, Чукотка и Якутия.

В России насчитывается 50 регионов, где уже существует потребность в ТЭС малой мощности. В этих условиях малая атомная энергетика может и должна стать основой создания децентрализованных систем энергообеспечения.

Из зарубежных заказчиков наиболее серьезные намерения к проекту плавучих атомных теплоэлектростанций высказывались со стороны китайских компаний. С 2003 г. проводятся переговоры между ФГУП «Концерн Росэнергоатом», ОАО «Малая энергетика», внешнеэкономическим объединением «Судоимпорт», с одной стороны, и Китайской государственной корпорацией по импорту и экспорту машин Machimpex и судостроительной корпорацией China Shipbuilding Industry, с другой. По итогам было определено, что Китай будет на 80% кредитовать строительство плавучих атомных теплоэлектростанций в Северодвинске, а в дальнейшем «Росэнергоатом» будет погашать кредит из прибыли от эксплуатации блока. Было подписано соглашение о намерениях, согласно которому КНР выразила готовность инвестировать в проект 80 млн долл. США.

Китайская сторона планирует использовать плавучие атомные теплоэлектростанций для опреснения воды и снабжения электроэнергией судоверфи Бохай в Хулудао, которая также называлась в числе потенциальных строителей судна для плавучего атомного энергоблока. В свою очередь, российские специалисты называют Китай первой зарубежной площадкой для строительства и эксплуатации плавучих атомных теплоэлектростанций.

К проекту плавучих атомных теплоэлектростанций с КЛТ-40С, согласно имеющимся данным, также проявляли интерес Индия, Индонезия и Республика

Корея. В этой связи возможно многостороннее международное сотрудничество на долгосрочную перспективу.

Также весьма перспективным направлением сотрудничества между Россией и Китаем является строительство реакторов на быстрых нейтронах, которое ведется с 2000 г. Его результатом стал запуск в 2007 г. первого экспериментального реактора на быстрых нейтронах в Пекине. В дальнейших планах стоит создание демонстрационного и коммерческого вариантов реактора.

Перспективным направлением развития российско-китайского атомного партнерства являются реакторы на быстрых нейтронах, которые, как считается, имеют большие преимущества для развития атомной энергетики, обеспечивая замыкание ядерного топливного цикла. В этом случае за счет полного использования уранового сырья в реакторах-множителях на быстрых нейтронах (бридерах) можно будет существенно увеличить топливную базу ядерной энергетики, а также появится возможность значительно сократить объемы радиоактивных отходов благодаря выжиганию опасных радионуклидов. Россия, как отмечают эксперты, занимает первое место в мире в технологиях строительства быстрых реакторов.

По мнению специалистов, блоки с быстрыми реакторами целесообразно эксплуатировать не сами по себе, а в двухкомпонентной системе – в сочетании с реакторами на тепловых нейтронах, составляющих основу современной мировой атомной энергетики [32].

В 2016 г. в России началась промышленная эксплуатация четвертого энергоблока Белоярской АЭС с реактором БН-800 на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем, натрием. На нем будет отрабатываться ряд технологий замыкания ядерного топливного цикла. БН-800 станет прототипом более мощного коммерческого атомного энергоблока БН-1200. Решение о строительстве в России блока БН-1200 будет приниматься на основе опыта эксплуатации БН-800.

Пекин интересуется проектом реактора БН-800. Концепция быстрых реакторов для совместных российско-китайских проектов не новая: при содействии «Росатома» в Китае ранее был построен и пущен небольшой экспериментальный реактор на быстрых нейтронах CEFR (с жидкометаллическим теплоносителем, натрием) тепловой мощностью 65 МВт и электрической мощностью 20 МВт.

Китайские программы развития атомной энергетики активно притворяются в действительность. В 2016 г. Китай обошел Россию в списке стран-производителей атомной энергии, произведя 8,1% от глобального объема произведенной атомной энергии [21].

Помимо легководных реакторов Китай также уверенно продвигается по пути разработки и адаптации технологий реакторов на быстрых нейтронах, высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов, а также формирования полного ядерного топливного цикла. В соответствии со стратегией развития ядерной энергетики Китая, решающую роль в будущем (после 2030 г.) будет играть развитие реакторов на быстрых нейтронах и замкнутого ЯТЦ (с разделением и трансмутацией).

Развитие быстрых реакторов с натриевым теплоносителем будет идти в три этапа:

- китайский экспериментальный быстрый реактор (CEFR) мощностью 65 МВт(т)/20 МВт(э) (российский проект);
- китайский быстрый реактор – прототип (CPFR) мощностью 1500 МВт(т)/600 МВт(э);
- китайский демонстрационный быстрый реактор CDFR: 3750–2500 МВт(т)/1500–1000 МВт(э) – приоритетный проект КИ-тайской национальной программы.

В соответствии с этой стратегией, в последнее время достигнута договоренность по строительству в Китае двух российских быстрых реакторов типа БН-800. Развитие реакторов на быстрых нейтронах было подготовлено успешным российско-китайским сотрудничеством с 1990 г.

Однако, несмотря на то, что сотрудничество в сфере энергетики Китая и России имеет широкие перспективы, в этом сотрудничестве существуют и проблемы.

Во-первых, это отсутствие единой долгосрочной программы развития отношений между Китаем и Россией в сфере энергетического сотрудничества. Правительства обеих стран всегда следуют основному принципу максимальной защиты национальных интересов. В связи с этим не всегда получается достичь компромисса в вопросах энергетической сферы, в частности передачи прав на инновационные технологии АЭС (в атомной энергетике) и другие.

Во-вторых, это отсутствие большой договоренности и согласованности интересов между Китаем и Россией в сфере энергетического сотрудничества. Китайско-российское сотрудничество в энергетической сфере осуществляется на основе общих потребностей и интересов двух стран. Китай и Россия это большие страны со своими геополитическими интересами, и поэтому они являются не только партнерами, но и конкурентами.

В-третьих, это проблема внешней конкуренции на энергетическом рынке. Внешняя конкуренция и цена природного газа являются долгосрочными главными препятствиями энергетического сотрудничества между Китаем и Россией в газовой сфере.

В-четвертых, это проблема малого количества проектов и соглашений по развитию инновационного сотрудничества в сфере атомной и новой энергетики между Китаем и Россией. Хотя потенциал в этой области имеется значительный.

Под влиянием энергетических и экологических факторов Китай и Россия обратили внимание на атомную энергетику и новые источники энергии. Но в подходе к атомной энергетике, развитию гидроэнергетики, развитию возобновляемых источников энергии у двух государств существует большая разница.

Таким образом, атомная энергетика является одним из важнейших направлений энергетического развития в течение 12-ой пятилетки Китая. В

сфере атомной энергетики Россия рассчитывает на получение значительной рыночной доли.

«Энергетическое сотрудничество является важной составной частью экономического сотрудничества между Китаем и Россией и закладывает прочную основу для экономических отношений Китая и России», - подчеркнул Ван Хайюнь [83].

С точки зрения китайских экспертов, сотрудничество в сфере энергетики между Китаем и Россией носит стратегический характер, оно не ограничено лишь уровнем экономических отношений, а поднято на уровень экономической стратегии и энергетической дипломатии.

В настоящее время совместная стратегическая задача между Китаем и Россией заключается в трансформации преимуществ, полученных за счет находящихся на высоком уровне политических отношений, в результаты практического сотрудничества в сфере атомной энергетики.

Долгосрочная задача энергетического сотрудничества между двумя странами должна формировать и совершенствовать единые энергетические механизмы реализации, а также каркас долгосрочного взаимодействия между деловыми структурами в сфере энергетики.

Таким образом, что касается атомной энергетики, то по сравнению с традиционными источниками энергии она имеет более высокую производительность и минимально загрязняет окружающую среду. Мирный атом считается самой перспективной формой генерирования энергии с целью контроля над загрязнением окружающей среды и предотвращения угрозы изменения климата, что сейчас крайне важно для Китая. По сравнению с ВИЭ электроэнергия от АЭС намного дешевле, а также надежнее, так как не зависит от погодных условий. Как было сказано выше, к 2030 г. Китай хочет построить на своей территории до 110 атомных реакторов.

На сегодняшний день, в июне 2018 г., в Пекине состоялось подписание стратегического пакета документов, определяющих основные направления развития сотрудничества между Россией и Китаем в сфере атомной энергетики

на ближайшие десятилетия. Торжественная церемония состоялась в рамках встречи президента Российской Федерации В.В. Путина и председателя Китайской Народной Республики Си Цзиньпина.

Данный пакет соглашений является крупнейшим в истории российско-китайского сотрудничества в ядерной сфере. Уникальность пакета обусловлена тем, что речь идет о сотрудничестве сразу по нескольким высокотехнологическим проектам, не имеющим аналогов в мировой атомной отрасли. Подписание дает старт масштабной программе проектов сотрудничества России и Китая. Среди них – совместное сооружение новых блоков на площадке АЭС «Тяньвань» (блоки 7 и 8). По данному проекту подписан межправительственный протокол и рамочный контракт на сооружение реакторов ВВЭР-1200, которые относятся к новейшему поколению 3+; серийное сооружение АЭС российского дизайна на новой площадке в Китае. Подписан межправительственный протокол и рамочный контракт на сооружение на площадке АЭС «Сюйдапу» двух энергоблоков российского дизайна с реакторами ВВЭР-1200. Данные соглашения предусматривают в будущем возможность сооружения новых блоков; сотрудничество по сооружению китайского демонстрационного реактора на быстрых нейтронах (CFR600). Подписано межправительственное соглашение и рамочный контракт. Российская сторона, имеющая большой практический опыт в создании и эксплуатации быстрых реакторов, будет задействована в части поставок элементов данного демонстрационного реактора, оказании услуг и поставок топлива. При этом важно отметить, что проект CFR600 разрабатывают китайские коллеги; поставка партии российских радионуклидных тепловых блоков (ТБ). Подписан контракт на поставку новой партии ТБ, которые являются элементами радиоизотопных термоэлектрических генераторов (РИТЭГ), для нужд китайской лунной программы.

Кроме того, Россия продолжила оказывать помощь Китаю в реализации лунной программы, для которой будут поставлены радионуклидные тепловые блоки, используемые в радиоизотопных термоэлектрических генераторах. На

примере российско-китайских проектов видно, насколько многосторонним, взаимовыгодным и эффективным может быть сотрудничество в атомной сфере. Это как раз тот случай международного партнерства, которое приводит к общему успеху.

Заключение

Сегодня наблюдается рост производства энергии в целом в мире, но это не отражает изменение структуры ее производства по видам источников. До середины XX в. уровень экономического роста соотносился с потреблением угля, затем – с потреблением нефти. Сегодня большое внимание занимает потребление газа, атомной энергии, альтернативных ресурсов. Такой переход связан с ростом глобальных экологических проблем, истощением традиционных ресурсов энергетики.

На сегодня в глобальном энергетическом рынке происходят новые изменения. В мировом разделении труда большую роль стали занимать страны АТР (Индия и Китай), в результате чего повышается спрос на энергоносители.

На современном этапе инновационное развитие атомной энергетики в мире продвигается по многим направлениям.

Одним из направлений инновационного развития атомной энергетики является промышленное производство и строительство унифицированных энергоблоков малой и средней мощности (от 200 кВт до 600 МВт электрических) для производства электричества и тепла на основе технологий атомного судостроения.

Другим направлением инновационного развития мировой атомной энергетики является внедрение системы 6D-проектирования. Это современное направление, которые специалисты считают новым инструментом для решения проблем повышения качества строительства и управления атомной промышленностью страны.

Еще одним направлением инновационного развития атомной энергетики является разработка технологий для утилизации облученного ядерного топлива (ОЯТ) и других отходов АЭС.

В структуре производства электроэнергии в Китае первое место занимает теплоэнергетика, затем идет гидроэнергетика, атомная энергетика и возобновляемые источники энергии.

Сейчас атомная энергетика начинает играть более значимую роль в энергобалансе Китая.

Правительство Китая ставит большие цели по увеличению доли атомной энергетики до 4% к 2020 г. В период с 2021 г. по 2030 г. основное внимание предполагается уделить развитию ядерной энергетики, а также получению энергии с использованием возобновляемых источников. После 2020 г. запланировано сооружение атомных реакторов суммарной мощностью 18 ГВт. В результате к 2050 г. планируется значительно сократить роль традиционного топлива в производстве электроэнергии: его доля в энергобалансе не должна будет превышать 60%

Большую роль в развитии атомной энергетики Китая играет государство. Атомная энергетика является одним из важнейших направлений энергетического развития в течение 12-ой пятилетки Китая. На сегодня в Китае существует несколько крупных компаний, которые работают в сфере атомной энергетике и контролируются правительством.

Учитывая высокую плотность населения страны, использование тепловых электростанций, особенно работающих на угле, создает экологические проблемы. В этом плане эксплуатация АЭС в Китае имеет серьезные преимущества, включая низкую себестоимость электроэнергии.

Конечно, возникают и проблемы, связанные с выводом реакторов, утилизацией отработанного ядерного топлива. Однако срок службы современного ядерного реактора достигает уже 50 лет, и это снижает остроту этих проблем.

На современном этапе инновационное развитие атомной энергетике в мире продвигается по многим направлениям.

Одним из направлений инновационного развития атомной энергетике является промышленное производство и строительство унифицированных энергоблоков малой и средней мощности; Китай начинает активно работать в этом направлении.

Успешным примером внедрения национальных инноваций в Китае является применения энергетического оборудования.

С 2004 г. Китай начал свое производство инновационного оборудования и проводить массовую установку новых энергоблоков на теплоэлектростанциях Китая.

Во многом внедрение инноваций осуществляется путем самостоятельного производства реакторов с использованием китайских технологий.

Имеются китайские разработки атомного реактора типа CNP.

Следующим направлением инновационного развития атомной энергетики в Китае является строительство плавучих АЭС. В Китае собираются построить 20 плавучих атомных электростанций. Они будут обеспечивать добычу полезных ископаемых в оффшорной зоне.

Таким образом, проведя анализ современного состояния атомной энергетики Китая, было определено, что рост инновационных технологий в энергетике Китая стимулируется большой государственной поддержкой (субсидии и льготные кредиты).

Выявлены направления инновационного развития атомной энергетики в Китае: применения энергетического оборудования китайского производства, использование солнечных батарей, производства атомных реакторов с использованием китайских технологий, производство унифицированных энергоблоков малой и средней мощности, строительство плавучих атомных электростанций.

Важнейшим партнером Китая является Россия, с которой развиваются основные направления энергетического сотрудничества – в газовой и нефтяной сферах, в ядерной энергетике, электроэнергетике и поставках угля.

Успешное сотрудничество Китая и России в сфере атомной энергетики имеет важное значение, как для китайской, так и для российской сторон. Для России большое значение Тяньваньского проекта заключается и в том, что он задействовал машиностроительные мощности России, которые ранее в связи с перерывом в сооружениях АЭС не были востребованы. Сейчас изготовленный

предприятием госкорпорации «Росатом» «ЗиО-Подольск» третий из четырех парогенераторов для строящегося с участием России третьего энергоблока Тяньваньской АЭС в Китае доставлен на площадку станции.

Пекин интересуется проектом реактора БН-800. Концепция быстрых реакторов для совместных российско-китайских проектов не новая: при содействии «Росатома» в Китае ранее был построен и пущен небольшой экспериментальный реактор на быстрых нейтронах CEFR (с жидкометаллическим теплоносителем, натрием) тепловой мощностью 65 МВт и электрической мощностью 20 МВт.

Также весьма перспективным направлением сотрудничества между Россией и Китаем является строительство реакторов на быстрых нейтронах, которое ведется с 2000 г. Его результатом стал запуск в 2007 г. первого экспериментального реактора на быстрых нейтронах в Пекине. В дальнейших планах стоит создание демонстрационного и коммерческого вариантов реактора.

Кроме этого, перспективным направлением развития российско-китайского атомного партнерства являются реакторы на быстрых нейтронах, которые, как считается, имеют большие преимущества для развития атомной энергетики, обеспечивая замыкание ядерного топливного цикла.

Список использованных источников

1. Асмолов, В. Г. Российская ядерная энергетика сегодня и завтра / В.Г. Асмолов // Теплоэнергетика. – 2007. – № 5. – С.87-92.
2. Атомные станции малой мощности: новое направление развития энергетике : Т. 2 / А. А. Саркисов [и др.] ; под ред. А. А. Саркисова. – М. : Академ-Принт, 2015 [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://www.ibrae.ac.ru/docs/109/assm_t2_2015_sq.pdf
3. Болятко, А.В. Взаимодействие России с Китаем и другими партнерами по Шанхайской Организации Сотрудничества / А.В. Болятко. – М.: РАН. Институт Дальнего Востока, 2008. – 180 с.
4. Боровский, Ю.В. Современные проблемы мировой энергетике / Ю.В.Боровский. – М: Навона, 2011. – 232 с.
5. Ван, Х. Тактика Китая по участию в центрально-азиатском региональном энергетической сотрудничестве / Х. Ван // Синьцзян Цзиньжон (Финансы Синьцзяна). – 2008. – №2. – С.30-38.
6. Ван, Ю. Внешняя нефтяная стратегия Китая / Ю. Ван. – Ханчжоу: Издательство Университета Чжэцзян, 2009. – 230 с.
7. Велихов, Е. П. Ядерная и термоядерная энергетика в XXI веке / Е.П.Велихов // Энергия. – 2001. – № 10. – С.65-72.
8. Гобао, Ч. Государственное управление энергетике КНР: Доклад о развитии энергетике Китая 2009 г. / Ч. Гобао. – Пекин: Издательство «Экономическая Наука», 2009. – С.60-78.
9. Гоцзи, М. Китайско-российское сотрудничество в нефтегазовой сфере / М. Гоцзи // Международная торговля. – 1999. – № 10. – С. 18-21.
10. Глобальная энергетика и устойчивое развитие Мировая энергетика – 2050 (Белая книга) / В.В. Бушуева, В.А. Каламанова [и др.] ; под ред. В.В.Бушуева, В.А. Каламанова. – М.: ИД «Энергия», 2011. – 360 с.
11. Деловой Китай. Экономика и связи с Россией в 1999-2001 гг. Российско-китайский Центр торгово-экономического сотрудничества

[Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.trade-center.com/papers/>

12. Затопляев, Б.С. Место малой энергетики в энергетическом балансе России / Б.С. Затопляев, И.Я. Редько // Малая энергетика. – 2004. – № 1. – С.45-52.

13. Захаров, А.Н. Топливо-энергетические комплексы ведущих стран мира (России, США, Франции, Италии): учеб. пособие – 2-е издание., доп. / А.Н.Захаров. – М: МГИ- МО-Университет, 2016. – 177 с.

14. Информационное агентство Синьхуа Новости [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: [http:// russian.news.cn/2017-10/18/c_136689312.htm](http://russian.news.cn/2017-10/18/c_136689312.htm).

15. Исследовательская группа «Стратегия и политика комплексного развития Китая в энергетической сфере»: концепция энергетической стратегии Китая. Цайцзинцзе (Финансовая и экономическая сфера) [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: [http:// russian.news.cn/2011](http://russian.news.cn/2011)

16. Карасин, Г. «Россия-Китай: партнерство, развернутое на стратегическую перспективу» / Г. Карасин. – М.: Энергия, 1997. – 270с.

17. Кокарев, К.А. Реформы в КНР и российско-китайские отношения / К.А. Кокарев // Информационные материалы Института Дальнего Востока РАН, Серия : Общество и государство в Китае в ходе реформ, 1998. – Выпуск 2. – С.89-97.

18. Кузык, Б.Н. На пути к водородной энергетике / Б.Н. Кузык, В.И.Кушлин, Ю.В. Яковец. – М. : Институт экономических стратегий, 2005. – 120с.

19. Ли, Н. Энергетическая стратегия Китая в условии пика добыча нефти / Н. Ли // Вестник Пекинского институт кадров нефтяного управления. – 2008. – №2. – С.89-96.

20. Ли, Ч. Стратегия экономического развития Китая 2008г. / Ч. Ли, Ц.Цзюй // Ресурсы и стратегия. Пекин: Издательство Литературы общественных наук. – 2008. – С.89-97.

21. Лю, Б. Перспективы развития китайско-российского экономического сотрудничества в XXI в. / Б. Лю, Х. Лю // Гоцзи маои (Международная торговля). – 2000. – № 5. – С. 24- 27.

22. Лю, Ц. Внешняя энергетическая стратегия Китая на фоне глобализации / Ц. Лю // Человек и труд. – 2009. – №7. – С. 54-57.

23. Лю, Ц. Перспективы и риски сотрудничества в нефтегазовой промышленности между Россией и Китаем // Актуальные проблемы гуманитарных наук в XXI в. материалы VIII международной конференции молодых ученых гуманитарных факультетов МГУ им. М.В. Ломоносова. М.: МАКС Пресс, 2006. – С. 86-87.

24. Лю, Ц. Развитие энергетического сотрудничества России и Китая в XXI в. Роль государства в развитии экономики зарубежных стран / Ц. Лю [и др.] ; под ред. Е.А Касаткиной, К.В. Градобоева. – М.: МАКС Пресс, 2009. – С.147-164.

25. Лю, Ц. Роль России в энергетической стратегии Китая: состояние и перспективы / Ц. Лю // Экономические науки. – 2009. – №3. – С. 361-363.

26. Лю, Ч. Китайско-российское экономическое сотрудничество в топливно-энергетическом комплексе : автореф. дис. ... канд. экон. наук. : 08.00.05 / Ч. Лю. – М., 2002. – 39 с.

27. Ли, Н. Энергетическая стратегия Китая в условии пика добыча нефти / Н. Ли // Вестник Пекинского институт кадров нефтяного управления. – 2008. – №2. – С.59-68.

28. Мархоцкий, Я.Л. Радиационная и экологическая безопасность атомной энергетики / Я.Л. Мархоцкий. – Минск: Выш. шк., 2009. – 112 с.

29. Маргулова, Т.Ч. Атомная энергетика сегодня и завтра / Т.Ч.Маргулова. – М. : Высшая школа, 1989. – 210с.

30. Мишарин, В.Н. Мирное использование атомной энергии: правовые вопросы / В.Н. Мишарин. – М.: Международные отношения, 1986. – 159 с.

31. Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) - International Atomic Energy Agency (IAEA) [Электронный ресурс]. – Электрон.

дан. – Режим доступа: <http://www.iaea.org/pris/>

32. Общая энергетика : учеб. пособие / В.М. Пискунов [и др.] ; под ред. В.М. Пискунова, О.В. Шелудько. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 134 с.

33. Онищенко, Г.Б. Развитие энергетики России. Направления инновационно-технологического развития / Г. Б. Онищенко, Г. Б. Лазарев. – М.: Россельхозакадемия, 2008. – 200 с.

34. Пан, Ч. Международная нефтяная политика / Ч. Пан. – Шаньдон: Издательство Китайского университета нефти, 2008. – С.89-96.

35. Панченко, М.Ю. Российско-китайские отношения и обеспечение безопасности в АТР: монография / М.Ю. Панченко. – М.: Научная книга, 2004. – 203 с.

36. Перцев, А.Б. Российско-китайские отношения и их влияние на национальную безопасность Российской Федерации : автореф. дис. ... канд. экон. наук. : 08.00.05 / А.Б. Перцев. – М., 2011. – 24 с.

37. Рахимьянова, И.Ф. Особенности участия государства в обеспечении энергетической безопасности КНР / И.Ф. Рахимьянова // Вестник МГИМО МИД России. – 2015. – №4. – С. 139-143.

38. Родионов, В.Г. Энергетика : проблемы настоящего и возможности будущего / В. Г. Родионов. – М. : ЭНАС, 2010. – 352 с.

39. Россия Китай — Индия: проблемы стратегического партнерства. Информационные материалы ИДВ РАН [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.ras.ru/expertsupport/normativedocuments>

40. Смирнов, Г.А. Правовые проблемы укрепления режима нераспространения ядерного оружия / Г.А.Смирнов. – М.: Изд-во ИГиП АН СССР, 1981. – 111 с.

41. Средне- и долгосрочная программа развития атомной энергетики. Госкомитет КНР по делам развития и реформ [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://russian.china.org.cn/russian/99724.htm>

42. Сунь, Ю. «Восточная газовая программа» России и китайско-российское газовое сотрудничество / Ю. Сунь // Элосы Чжунъя Дуоу шичан. – 2008. – №4. – С.80-94.

43. Сунь, Ю. Новые вопросы в нефтегазовом сотрудничестве Китая с Россией и странами Центральной Азии / Ю. Сунь // Элосы Чжунъя Дуоу шичан. – 2008. – №7. – С.117-128.

44. Си Цзиньпин отметил необходимость претворять в жизнь новую концепцию развития и создавать модернизированную экономическую систему. 19-й Всекитайский съезд КПК [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://russian.news.cn/2017-10/18/c_136689312.htm

45. Скомороха, Т. Российско-китайское сотрудничество в области обогащения 24 урана: от газовой диффузии к центрифуге / Т. Скомороха // Ядерный клуб. – 2010. – № 2 (3). – С. 15-17.

46. Тенденции и сценарии развития мировой энергетики в первой половине XXI века / В.В. Бушуева [и др.] ; подред. В.В. Бушуевой. – М.: ИД «Энергия», 2011. – 68с.

47. Тан, Я. Стратегическое энергетическое сотрудничество в Восточной Азии на фоне международной политики / Я. Тан // Гоцзи Цзинцзи Хэцзо (Международное экономическое сотрудничество). – 2006. – №9. – С.115-128.

48. Тань, С. Проблемы и перспективы инновационного развития атомной энергетики Китая / С. Тань // Формирование новой системы мировой экономики: вызовы современности и диспропорции развития [Электронный ресурс] = The formation of a new system of world economy: major challenges and disparities of development [Electronic resource] : международная научно-практическая конференция молодых ученых, 24–25 ноября 2017 г. : сборник материалов = International Scientific-Practical Conference for Young Researchers, November 24–25, 2017 : collection of materials / [отв. ред. Н.В. Кузнецова]. – Электрон. дан. – Владивосток : Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2017. – Режим доступа: <https://www.dvfu.ru/science/publishing-activities/catalogue-of-books-fefu/>

49. Титаренко, М. Российско-китайское стратегическое дружественное отношение модель обеспечения международной безопасности / М. Титаренко, Ю. Фэн // Элосы Чжунъя Дуоу яньцзю. – 2008. – №1. – С.98-105.

50. Томберг, И. Р. Энергетика КНР в мирохозяйственном контексте / И.Р.Томберг. – М.: ИВРАН, 2013. – 160 с.

51. Цзянь, Г. Энергетическая стратегия Китая на основе концепции гармонии / Г. Цзянь, Д. Сючэн // Чжонго Нэньюань (Китайская энергетика). – 2007. – №3. – С.20-29.

52. Фроленков, В. Взаимодействие КНР и центрально-азиатских стран-членов ШОС в энергетической сфере / В. Фроленков // Проблемы Дальнего Востока. – 2008. – №2. – С.116-129.

53. Фэн, Ю. Возможные способы углубления китайско-российского сотрудничества в сфере энергетики / Ю. Фэн // Россия и Китай XXI в. – 2006. – № 2. – С.69-74.

54. Хань, Л. Место России в энергетической стратегии Китая и китайско-российское энергетическое сотрудничество / Л. Хань // Цзинцзи Яньцзю Цанькао (Экономические исследования и пособия). – 2006. – №30. – С.87-94.

55. Хань, Л. Энергетические игры и энергетическая война вызов и влияние на будущую судьбу человечества / Л.Хань. – Пекин: Изд. «Новый мир», 2008. – 170с.

56. Цяошэн, В. Х. Оценка энергетической стратегии Китая / В.Х. Цяошэн, Ц. Чжэн // Чжонго Гонье Цзинцзи (Промышленная экономика Китая). – 2002. – №6. – С.110-119.

57. Чжан, Г. Нынешняя ситуация в энергетической сфере. Возможность из безопасности / Г. Чжан // Жэньминь Жибао. – 2008. – №8. – С.10-13.

58. Чжан, Ю. Китай и близлежащие страны: строительство нового дружественного отношения / Ю. Чжан. – Пекин: Изд. Литературы общественных наук, 2008. – 190с.

59. Чжан, Ю. Сотрудничество Китая, России и Индии в будущее / Ю.Чжан, Ц. Лань. – Пекин: Изд. мировых знаний, 2007. – 180 с.

60. Чжоу, Д. Энергетическая стратегия Китая в 2020 г. / Д. Чжоу // Мэйтань Цзие Гуаньли (Менеджмент угольных предприятий). – 2005. – №10. – С.98-104.
61. Чжэн, Ю. Энергетическая дипломатия России и китайско-российское нефтегазовое сотрудничество / Ю. Чжэн, Ч. Пан. – Пекин: Издательство мировых знаний, 2003. – 110 с.
62. Чжэн, Ю. Китай, Россия и США в Центральной Азии - сотрудничество и конкуренция 1991-2007гг. / Ю. Чжэн. – Пекин: Издательство Литературы общественных наук, 2007. – 98 с.
63. Чи, В. Стратегия и тактика китайско-российского энергетического сотрудничества / В. Чи. – Пекин: Изд. Литературы общественных наук, 2006. – 79с.
64. Чэнь, С. Китайско-российское энергетическое сотрудничество с точки зрения геополитики / С. Чэнь // Элосы Чжунъя Дуоу яньцзю. – 2007. – №5. – С.78-83.
65. Ши, И. Тридцать статей по вопросам стратегии — соображение о внешней стратегии Китая / И. Ши. – Пекин: Изд. Китайского народного университета, 2008. – 98 с.
66. Фортов, В.Е. Энергетика в современном мире / В.Е. Фортов, О.С.Попель. – Долгопрудный: Интеллект, 2011. – 168 с.
67. Ядерные технологии: история, состояние, перспективы: учебное пособие / А.А. Андрианов [и др.] ; под ред. А.А. Андрианова, А.И. Воропаева. – М: НИЯУ МИФИ, 2012. – 180 с.
68. Яскина, Г.С. Россия Китай – Индия: перспективы трехстороннего сотрудничества / Г.С. Яскина // Проблемы Дальнего Востока. – 2003. – № 1. – С.78-85.
69. BP Energy Review of World Energy June 2017 [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review-2017/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-primary-energy.pdf>

70. BP Energy Outlook 2035 February 2015 [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2015/05/bp-energy-outlook-2035.pdf>
71. China Huaneng Group. CHNG [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.chng.com.cn/eng
72. CNNC, China National Nuclear Corporation [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://en.cnncc.com.cn/>
73. China Huaneng Group. CHNG [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.chng.com.cn/eng
74. China Atomic Energy Authority [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.caea.gov.cn/2017en/index.html>
75. Huaneng Power International HPI. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: www.hpi.com.cn
76. International Atomic Energy Agency (IAEA) [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www-pub.iaea.org/books>
77. Qiang, Y. Nuclear power 25 development in China and uranium demand forecast: Based on analysis of global current situation / Y. Qiang. – Beijing: Research Center for Strategy of Global Mineral Resources, 2010. – 140 p.
78. World Uranium Mining Production (2014) World Nuclear Association [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.proatom.ru/files/as126.pdf>
79. World Nuclear Association. IAEA Power Reactor Information Service (PRIS) Nuclear Share Figures 2001–2010. World Nuclear Association, 20. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.world-nuclear.org/info/nshare.html>
80. 崔民选、王军生, 《能源蓝皮书: 中国能源发展报告(2014)》北京: 社会科学文献出版社, 2014 Energy Blue Book. Доклад о развитии энергетики Китая (2014) / Цуй Минщун, ВанмЦзюньшэн. – Изд. Пекин: Ше хуй ге сюэ чу ван ше, 2014. – 120 с.

81. (陆南泉,朱显平 俄罗斯东部及能源开发与中国的互动合作 //长春 出版社, 2009. Энергетическое развитие на востоке России и взаимодействие сотрудничества с Китаем) / Лу Нань Цюань, Чжу Цианпин. – Изд. Чанчунь, 2009. – 200 с.

82. 许勤华 中国国际能源战略研究 // 世界图书出版公司, 2014. Международное энергетическое стратегическое исследование Китая) / Сюй Циньхуа. - Изд. ши цзе ту шу чу пан ше, 2014. – 120 с.

83. (赵庆寺 国际合作与中国能源外交：理念、机制与路径 // 法律出版社, 2012. Международное сотрудничество и энергетическая дипломатия Китая: Теория, механизм и метод) / Чжао Цинси. - Изд. Фа луэ чу пан ше, 2012. – 70 с.

84. 中国进口石油的主要来源国有哪些. Обзор современного состояния АЭС в КНР [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.zhihu.com/question/20199343>

85. 李雪, 赵越。这种号称“终结石油时代”的能源, 美国靠它一举扭转颓势, 如今中国要 做大文章 Доклад о современном развитии атомной энергетики Китая. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://pit.ifeng.com/a/20170926/52165497_0.shtml

86. 核电中长期发展规划 (2005–2020 年). Перспективный план развития атомной энергетики (2005–2020 гг.) [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа:http://www.gov.cn/zwggk/2006-02/14/content_191891.htm

Приложение А

Таблица А.1 – Количество атомных электростанций в Китае (разработка и планирование), 2017 г.

Атомная электростанция	Провинция	MWe gross	Тип реактора	Контроль проекта компанией	Начало строительства, дата	Ввод в работу, соединение в единую сеть, год
Sanmen units 1&2	Zhejiang	2x1250	AP1000	CNNC	03.2009	2018
Haiyang units 1&2	Shandong	2x1250	AP1000	SPIC	09.2009	2018, 2019
Taishan units 1&2	Guangdong	2x1750	EPR	CGN	04.2010	2018, 2019
Shandong Shidaowan	Shandong	210	HTR-PM	Huaneng	12.2012	2018
Tianwan unit 4	Jiangsu	1060	VVER-1000 V-428M	CNNC	09.2013	2019
Yangjiang units 5&6	Guangdong	2x1087	ACPR1000	CGN	12.2013	2018, 2019
Hongyanhe units 5&6	Liaoning	2x1080	ACPR1000	CGN, SPIC	07.2015	2019, 2020
Fuqing units 5&6	Fujian	2x1161	Hualong 1	CNNC & Huadian	12.2015	2019, 2020
Fangchenggang units 3&4	Guangxi	2x1150	Hualong 1	CGN	12.2016	2019, 2020
Tianwan units 5&6	Jiangsu	2x1080	ACPR1000	CNNC	09.2016	2020, 2021
Xiapu unit 1	Fujian	1x600	CFR600	CNNC	12.2017	2023
Bohai shipyard		1x60	ACPR50S	CGN	11.2016	2020
Shidaowan/Rongcheng units 1&2	Shandong	2x1400	CAP1400	SPIC & Huaneng	2018	2020, 2021
Xudabao/Xudapu units 1&2	Liaoning	2x1250	CAP1000	CNNC, Datang	2018	2020
Haiyang units 3&4	Shandong	2x1250	CAP1000	SPIC	2018	2020
Lufeng (Shanwei) units 1&2	Guangdong	2x1250	CAP1000	CGN	2018	2020
Sanmen units 3&4	Zhejiang	2x1250	CAP1000	CNNC	2018	2020

Окончание таблицы А.1

Ningde units 5&6	Fujian	2x1150	Hualong 1	CGN & Datang	2018	2020
Zhangzhou units 1&2	Fujian	2x1150	Hualong 1	Guodian & CNNC	2018	2021
Huizhou/Taipin gling units 1&2	Guangdong	2x1150	Hualong 1	CGN	2018	2021
Lianjiang units 1&2	Guangdong	2x1250	CAP1000	SPIC	2018	2021
Haixing units 1&2	Hebei	2x1250	CAP1000	CNNC	2018	2021
Fangchenggang units 5&6	Guangxi	2x1150	Hualong 1	CGN	2018	2021
Bailong units 1&2	Guangxi	2x1250	AP1000	SPIC	2018	2021
Changjiang SMR units 1&2	Hainan	2x100	ACP100	CNNC & Guodian	2018	2021
Taishan units 3&4	Guangdong	2x1750	EPR?	CGN	2018	2021
Changjiang units 3&4	Hainan	2x1150	Hualong 1	CNNC & Huaneng	2018	2021
Taohuajiang units 1-4	Hunan (inland)	4x1250	CAP1000	CNNC	2018	2021
Pengze units 1&2	Jiangxi (inland)	2x1250	CAP1000	SPIC	2018	2021
Xianning (Dafan) units 1&2	Hubei (inland)	2x1250	CAP1000	CGN	2018	2021
Xiapu unit 2	Fujian	1x600	CFR600	CNNC	2019	2025
Всего: 59	20 строятся и 31 + 8 запроектиро ваны	21,546 MWe 46,100 MWe				

ШКОЛА ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА

Кафедра мировой экономики

ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ

на выпускную квалификационную работу студента _____

Тань Синь

(фамилия, имя, отчество)

_____ 38.04.01 Экономика, образовательная программа
_____ «Международная экономика: инновационно-
_____ технологическое развитие»

специальность (направление)

_____ группа М1201мэи

_____ Инновационное развитие атомной энергетики Китая и перспективы
на тему сотрудничества с Россией

Руководитель ВКР канд. экон. наук., доцент, Н.А. Воробьева

(ученая степень, ученое звание, и. о. фамилия)

Дата защиты ВКР « ___ » июля 2018 г.

1. Объем работы: количество страниц 85; таблиц 6; рисунков 7, приложений 1.

2. Цель и задачи исследования:

Целью работы является изучение инновационного развития атомной энергетики Китая и выявление возможностей для расширения взаимоотношений с Россией в энергетической сфере. Задачи: рассмотреть теоретические аспекты развития атомной энергетики; определить роль атомной энергетики в структуре мирового энергетического комплекса; рассмотреть инновационное развитие атомной энергетики; провести анализ развития атомной энергетики Китая; изучить динамику развития атомной энергетики Китая; выявить проблемы в области использования атомной энергетики Китая; выявить особенности инновационного развития атомной энергетики Китая; рассмотреть перспективы сотрудничества в области атомной энергетики между Китаем и Россией; провести анализ существующих тенденций развития атомной энергетики; проанализировать российский опыт в области использования атомной энергетики; обозначить перспективные направления совместных российско-китайских проектов в области инновационного развития атомной энергетики.

3. Актуальность, теоретическая, практическая значимость темы исследования:

Данная тема исследования является актуальной, значимой как в теоретическом, так и в практическом плане. Значительным феноменом последних лет стал рост удельного веса атомной отрасли в мировом энергетическом балансе (более 15%). Во многих странах произошла переоценка роли атомной энергетики в мировом энергообеспечении и обозначились перспективы ее превращения в один из главных источников удовлетворения мирового спроса на энергоносители. Эта тенденция охватила и китайскую экономику. На повестке дня сейчас стоит вопрос об увеличении доли атомной энергетики в энергобалансе Китая. Правительство уже приступило к воплощению национальной программы по строительству АЭС. Однако, важным сейчас является ориентация на активное внедрение инноваций в развитие атомной энергетики.

4. Соответствие содержания работы заданию (полное и неполное): данная работа полностью соответствует заданию

5. Основные достоинства и недостатки ВКР:

Автор работы полностью выполнил поставленные задачи: рассмотрены теоретические аспекты развития атомной энергетики; определена роль атомной энергетики в структуре мирового энергетического комплекса; рассмотрено инновационное развитие атомной энергетики; проведен анализ развития атомной энергетики Китая; изучена динамика развития атомной энергетики Китая; выявлены проблемы в области использования атомной энергетики Китая; выявлены особенности инновационного развития атомной энергетики Китая; рассмотрены перспективы сотрудничества в области атомной энергетики между Китаем и Россией; проведен анализ существующих тенденций развития атомной энергетики; проанализирован российский опыт в области использования атомной энергетики; обозначены перспективные направления совместных российско-китайских проектов в области инновационного развития атомной энергетики. К достоинствам работы следует отнести наличие хорошего наглядного материала, сделанного после анализа английских и китайских источников. Автор погрузился в тему исследования, в работе достаточно полно описаны пункты, посвященные инновациям Китая в атомную энергетику Китая.

Существенных недостатков в работе не выявлено. Однако, к некоторым недочетам в работе можно отнести нехватку материала относительно существующей оценки и перспектив российско-китайских отношений в атомной энергетике в ДВФО.

6. Степень самостоятельности и способности дипломника к исследовательской работе:

Студентка Тань Синь продемонстрировала хорошую степень самостоятельности; умение и навыки искать, систематизировать, анализировать научный материал; умение делать аргументированные выводы.

7. Оценка деятельности студента в период выполнения дипломной работы:

Работа выполнялась аккуратно, в срок, согласно датам графика реализации исследовательской работы.

8. Достоинство и недостатки оформления текстовой части, графического, демонстрационного, иллюстративного, компьютерного и информационного материала. Соответствие его оформления требованиям ГОСТ, образовательным и научным стандартам:

Работа соответствует требованиям ГОСТ, образовательным и научным стандартам по направлению 38.04.01 «Экономика».

Уровень оригинальности текста данной выпускной квалификационной работы 77% (норматив не менее 60%).

9. Целесообразность и возможность внедрения результатов дипломного исследования:

предлагается использовать в учебном процессе при чтении экономических дисциплин по направлению 38.04.01 «Экономика»

Заключение: заслуживает оценки «хорошо» и присвоения соответствующей квалификации.

Руководитель ВКР канд. экон. наук, доцент
(должность, уч. звание) (подпись)



(и.о.ф)

Н.А. Воробьева

«21» июня 2018 г.

ШКОЛА ЭКОНОМИКИ И МЕНЕДЖМЕНТА

Кафедра мировой экономики

РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу студентки Тань Синь
специальность (направление) 38.04.01 Экономика. Международная экономика:
инновационно-технологическое развитие
группа М1201мэи
на тему Инновационное развитие атомной энергетики Китая и перспективы
сотрудничества с Россией
Руководитель ВКР канд. экон. наук, доцент кафедры мировой экономики, Н.А.Воробьева
Дата защиты ВКР «__» июля ____ 2018 г.

1 Актуальность ВКР, ее научное, практическое значение и соответствие заданию:
В представленной выпускной квалификационной работе рассматриваются теоретические и практические вопросы инновационного развития атомной энергетики Китая. Тема исследования является актуальной, во многих странах произошла переоценка роли атомной энергетики в мировом энергообеспечении и обозначились перспективы ее превращения в один из главных источников удовлетворения мирового спроса на энергоносители. Для Китая в настоящее время атомная энергия составляет только 2% от общего объема энергии в стране, это сравнительно малая доля, однако следуя национальной перестройки энергетической структуры Китая, ожидается значительное ее увеличение. При этом, важное значение играет внедрение инноваций в атомную энергетику страны, так как это позволит существенно снизить негативные эффекты от применения атомной энергии. Таким образом, данная тема исследования представляется интересной и актуальной. Тема полностью соответствует заданию.

2 Достоинства работы (умение работать с литературой, последовательно и грамотно излагать материал, оригинальность идей, раскрытие темы, достижение поставленных целей и задач):
Работа построена логично, опирается на хорошее количество источников, в том числе на иностранных языках. На должном теоретическом уровне проведено исследование инновационного развития атомной энергетики. Интерес представляет глава 2, имеется достаточное количество рисунков и таблиц, подтверждающих разноплановые тенденции развития атомной энергетики Китая. В целом, структура работы построена логично, содержит введение, основную часть, которая состоит из трех глав, заключение, список использованных источников и приложение. Содержание работы отвечает поставленной цели и задачам. Автор последовательно и логично излагает материал. Тема исследования раскрыта, цель и задачи достигнуты.

3 Недостатки и замечания (как по содержанию, так и по оформлению):
По оформлению замечаний нет. Замечания по содержанию: главу 3 можно было бы сделать более структурировано, постараться более наглядно отразить развитие и перспективы российско-китайского сотрудничества в сфере атомной энергетики, сделать больше рисунков

и схем. Есть вопросы к автору исследования:

- 1) какие существуют именно китайские инновации в области атомной энергетики? могут ли они конкурировать на международном рынке?
- 2) перечислите, что именно Китай может заимствовать из российского опыта по развитию атомной энергетики?

4 Целесообразность внедрения, использования в учебном процессе, публикации и т. п. Результаты, полученные в процессе выполнения выпускной квалификационной работы, целесообразно использовать в учебном процессе при чтении экономических дисциплин, в частности в курсе «Мировой экономики и международных экономических отношений»

5 Общий вывод: (о присвоении дипломнику соответствующей квалификации и оценка: отлично, хорошо, удовлетворительно).

Данная выпускная квалификационная работа построена логично, последовательно. Цели и задачи работы достигнуты. Основные результаты исследования отражены в выводах. В целом работа отвечает всем требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам магистрантов, и заслуживает оценки «хорошо». Студентке Тань Синь может быть присвоена соответствующая квалификация.

Оценка «хорошо»

Рецензент канд. истор. наук, доцент,
кафедра японоведения, Восточный Институт
- Школа региональных и
международных исследований ДВФУ
(должность, уч. звание)



(подпись)

И.Ю.Наумова
(и.о.ф)

« 21 » июня 2018 г.

