

УДК 621.039:005.594.6

Е.Ю. Камчатова

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Аннотация. В данной статье рассматривается роль атомной энергетики и основные проблемы ее развития: экономические, политические, технологические, кадровые. Анализ Стратегии развития атомной энергетики до 2030 года представлен с позиции использования инновационного подхода в выборе приоритетных направлений, таких как увеличение выработки электроэнергии на атомных электростанциях, формирование и развитие инжиниринга основного энергетического оборудования, развитие ядерного топливного цикла, развитие сырьевой и производственной базы. Представлен анализ инвестиционной программы АО «Концерн Росэнергоатом».

Ключевые слова: атомная энергетика, инвестиционная программа, инновационное развитие, инвестиции, ядерное топливо.

Ekaterina Kamchatova

INNOVATIVE POTENTIAL OF NUCLEAR ENERGY

Annotation. This article examines the role of nuclear energy and the main problems of its development: economic, political, technological and human resources. Analysis of the nuclear power development Strategy up to 2030 are presented from a position of innovative approach in the selection of priority areas such as power generation increase in nuclear power plants, the formation and development of the main power equipment engineering, nuclear fuel cycle, resource development and production base. An analysis of the investment program of JSC «Ros-energoatom Concern» is presented.

Keywords: nuclear energy, investment, innovative development, investments, nuclear fuel.

Атомная энергетика является важнейшей составляющей функционирования электроэнергетики. Ядерная энергия вырабатывается атомными электрическими станциями (АЭС). Она может использоваться на атомных подводных лодках и атомных ледоколах. В настоящее время ряд зарубежных стран осуществляет программу по созданию ядерного двигателя в космической отрасли, кроме того, предпринимаются попытки создать ядерный двигатель в военно-космической отрасли.

Ядерный сектор энергетики наиболее важную роль играет в странах, где наблюдается дефицит природных энергоресурсов – Бельгия, Болгария, Финляндия, Франция, Швейцария, Швеция. В этих странах от 20 % до 80 % электроэнергии производится на АЭС. В США на АЭС производится только 12,5 % электроэнергии страны, однако это составляет около 20 % мирового производства [2].

Атомная энергетика Российской Федерации – это 5 % мирового рынка атомной электрогенерации, 15 % мирового рынка реакторостроения, 45% мирового рынка обогащения урана, 15 % мирового рынка конверсии отработанного топлива и 8 % мировой добычи природного урана [1].

Атомная электростанция является сложной производственной системой, состоящей из большого числа элементов, технологически связанных между собой. Атомная электростанция является результатом научно-технического прогресса, надежная работа которого достигается путем слаженного взаимодействия множества составных элементов.

По направлению «Ядерно-топливный цикл и атомная энергетика» в соответствии с Энергетической стратегией России на период до 2030 года (далее – Стратегия) предусматривается ряд мероприятий в сфере научно-технического и инновационного развития. В их число входят проекты по модернизации и об-

новлению мощностей АЭС с реакторами на тепловых нейтронах, разработке АЭС с использованием технологии «реактор на быстрых нейтронах» и водо-водяных реакторов со сверхкритическими параметрами пара, разработке инновационных технологий переработки отходов и замыкания ядерного цикла с приближением к радиационно-эквивалентному захоронению радиоактивных отходов и др. [11].

В настоящее время функционирует единая энергетическая компания, владеющая и управляющая атомными электростанциями, – акционерное общество «Концерн по производству электрической и тепловой энергии на атомных станциях» (АО «Концерн Росэнергоатом», далее – Концерн). В состав Концерна на правах филиалов входят все действующие атомные станции, а также дирекции строящихся атомных объектов генерации на территории Российской Федерации.

АЭС Концерна вырабатывают почти 20 % всего производимого в стране электричества, что к концу сентября 2017 г. составило 148,4 млрд кВт/ч. На стадии строительства находятся 5 АЭС [6].

Перспективы развития атомной энергетики основаны на учете текущей ситуации в сооружении атомных электростанций, а также на учете следующих факторов:

- развитие атомной энергетики направлено на совершенствование ядерных технологий, которые позволят решить энергетические проблемы человечества на перспективу;
- в европейской части России АЭС замыкают энергетический баланс, т.к. цены на органическое топливо нестабильны;
- при развитии атомной энергетики необходима разработка и внедрение мероприятий по выравниванию неравномерностей графика электрических нагрузок путем экономического стимулирования потребителей к обеспечению более равномерного использования электрической энергии по часам суток в районах действия АЭС при их использовании в базовом режиме, а также их совместной работы с гидроаккумулирующими электростанциями [11].

Инновационным путем развития ядерно-топливного цикла должно быть обеспечение формирования целого комплекса атомной энергетики: от топливно-энергетической базы до атомной промышленности в целом, учитывая фактор экологической безопасности.

Учитывая особенность ядерной энергетики, обладающей способностью к воспроизводству собственной топливной базы, необходимо формировать соответствующий приоритет атомной энергетики на ближайшую и длительную перспективу. При этом необходимо учитывать повышение экологических требований к объектам генерации.

Для развития атомной энергетики, наряду со строительством новых атомных электростанций с уже функционирующими типами реакторов на тепловых нейтронах, будут внедряться серийные атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах и объекты замкнутого ядерного топливного цикла.

Чтобы обеспечить прогнозируемые параметры развития атомной энергетики, обозначенные в Стратегии долгосрочной технологической политики, предусматривается освоение и развитие ядерных энергетических технологий нового поколения, в т.ч. технологии замкнутого ядерного топливного цикла и реакторов на быстрых нейтронах. Это способствует снятию ограничений в поставке топливного сырья для атомной энергетики на долгосрочную перспективу.

Как показывают исследования по разведанным и потенциальным запасам природного урана, параметры могут быть достигнуты при экономически обоснованной инвестиционной и экспортно-импортной политике.

Среди направлений государственной стратегии развития атомной энергетики и сопутствующих ей видов экономической деятельности – рост экспортного потенциала российских ядерных технологий, в т.ч. при производстве электроэнергии, и совершенствование ядерного топливного цикла.

Государственная энергетическая политика развития энергетики определила следующие направления:

1) увеличение выработки электроэнергии на АЭС путем строительства объектов, находящихся на разных этапах реализации, и продление срока эксплуатации действующих объектов с целью повышения их коэффициента использования установленной мощности;

2) разработка новых подходов к созданию проектов, в т.ч. «АЭС-2006» и реакторов на быстрых нейтронах и их коммерциализация за рубежом;

3) совершенствование ядерного топливного цикла путем создания нового поколения газовых центрифуг, модернизации технологий по обогащению урана;

4) совершенствование сырьевой базы атомной энергетики в направлении новых урановых месторождений, создания новых технологий с целью создания новых топливных элементов;

5) расширение производственно-технологической базы атомной энергетики путем поставки необходимого объема оборудования на АЭС;

6) разработка единых государственных систем обращения с отработавшим ядерным топливом, обращения с радиоактивными отходами и развития технологий вывода из эксплуатации оставленных атомных энергоблоков [11].

С учетом вышеизложенного можно однозначно говорить об интенсивном развитии атомной энергетики в Российской Федерации и о перспективах инвестирования в ее развитие.

Однако в атомной энергетике существует ряд серьезных проблем, ограничивающих масштабы ее развития. Рассмотрим эти проблемы.

1. Экономические проблемы, связанные с замедлением роста экономики Российской Федерации, что обусловлено целым рядом внешних и внутренних факторов, в т.ч. экономическим кризисом, санкциями, ключевой ставкой Центробанка.

Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 04.10.2013 № 878-41 «О несении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 20 сентября 2008 г. №705» [7; 8; 9] бюджетные ассигнования, предоставляемые Госкорпорации «Росатом» в качестве имущественного взноса в развитие атомного энергопромышленного комплекса, имеют тенденцию к сокращению, и, учитывая напряженную экономическую ситуацию в стране, не стоит ожидать увеличения бюджетного финансирования.

В связи с этим следует искать новые потенциальные источники средств для инвестиций в строительство АЭС.

2. Политические проблемы, возникшие в связи с обострившимися отношениями со странами Евросоюза. Встал вопрос о целесообразности строительства Балтийской АЭС в Калининградской области, т.к. основной объем вырабатываемой на ней электроэнергии предполагалось экспортировать. Даже в случае подписания договора на покупку мощности остаются риски того, что рынок сбыта электроэнергии будет закрыт (примером неисполнения обязательств по договорам странами ЕС служит ситуация с универсальными десантными кораблями-вертолетоносцами семейства «Мистраль»).

3. Технологические проблемы: российские промышленные предприятия на данный момент не обладают технологиями, необходимыми для производства полного спектра оборудования, трубопроводов и арматуры для реализации современных проектов АЭС, а также оборудования для проведения строительных и монтажных работ.

Для строительства и модернизации АЭС предоставляется значительное количество импортного оборудования. В условиях экономического кризиса, падения курса национальной валюты цена на импортное оборудование резко выросла, выросли и риски срыва поставок.

Правительство Российской Федерации поставило задачу в возможно короткие сроки проработать вопрос об импортозамещении, однако это является сложной задачей, т.к. после распада СССР множество предприятий прекратило деятельность. Для привлечения инвестиций в производство отечественного обо-

рудования необходимо заключать долгосрочные соглашения, гарантирующие закупку эксплуатирующей организацией оборудования в объемах, достаточных, чтобы окупить вложенные инвестиции.

4. Экологические проблемы: несмотря на то, что АЭС не выбрасывают в атмосферу двуокись углерода и другие парниковые газы, имеются проблемы, связанные с радиоактивными отходами.

Для решения таких проблем необходимы инвестиции в строительство современных хранилищ отработанного ядерного топлива (ОЯТ), на проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) в части переработки ОЯТ, замыкания ядерного топливного цикла, а также в строительство энергоблоков с реакторами на быстрых нейтронах.

5. Кадровые проблемы: одной из основных причин срывов сроков ввода в эксплуатацию новых энергоблоков АЭС и невозможности увеличения масштабов строительства является недостаток квалифицированных кадров, в первую очередь для проведения строительно-монтажных работ.

С целью решения вышеуказанных проблем сформирована инвестиционная программа АО «Концерн Росэнергоатом» на период 2017–2019 гг. [3; 6; 9]. К числу приоритетных направлений относятся следующие.

1. Инвестиции в техническое перевооружение и реконструкцию.

1.1. Продление срока эксплуатации действующих АЭС – одна из важнейших тенденций современного этапа развития мировой атомной энергетики и наиболее эффективное направление вложения финансовых средств для сохранения генерирующих мощностей.

В состав инвестиционных проектов по техническому перевооружению и реконструкции входят следующие:

- инвестиционные проекты по продлению эксплуатационного ресурса энергоблоков I и II поколений;
- инвестиционные проекты на объектах по обращению с облученным ядерным топливом и радиоактивными отходами.

Наиболее эффективным направлением вложения финансовых средств с целью сохранения генерирующих мощностей и повышение безопасности АЭС является продление сроков эксплуатации действующих энергоблоков АЭС после истечения назначенного срока службы. Экономически и технически обоснованная продолжительность дополнительного срока эксплуатации энергоблоков АЭС определяется индивидуально и составляет 15-30 лет.

1.2. Дальнейшее снижение образования первичных радиоактивных отходов (РАО) и перевод их в кондиционированное состояние, безопасное для временного хранения на АЭС.

АО «Концерн Росэнергоатом» осуществляет комплекс мер по переработке РАО, по хранению РАО, которые обеспечивают экологическую безопасность АЭС в течение всего периода их службы. На АЭС применяются следующие методы переработки и кондиционирования РАО: плавление, цементирование, глубокое упаривание, сжигание, ионоселективная очистка, прессование, фрагментация.

2. Новое строительство.

В инвестиционной программе АО «Концерн Росэнергоатом» на 2017–2019 гг. выделяются три раздела, связанные с проектами по новому строительству.

К первому разделу относится группа инвестиционных проектов, связанных с реактором на быстрых нейтронах (БН-800). Это один из перспективных проектов, обеспечивающий переход атомной энергетики на замкнутый топливный цикл. При этом достигается наиболее эффективное использование урановых ресурсов и решение экологических проблем связанных ОЯТ и РАО. Технологии реакторов на БН и замкнутого топливного цикла обладают большим инновационным потенциалом, в связи с чем особую важность приобретает ввод в промышленную эксплуатацию энергоблока № 4 Белоярской АЭС с реакторной установкой БН-800 в 2015 г. При этом действующие зарубежные аналоги отсутствуют.

Ко второму разделу относятся инвестиционные проекты по строительству новых энергоблоков, в т.ч. по проекту нового поколения «АЭС-2006», который является типовым проектом нового поколения «3+». Данный тип проектов обеспечивает достижение поставленных технико-экономических показателей по безопасности и надежности и снижение инвестиционных затрат на строительство АЭС. Предусматривается работа водо-водяного энергетического реактора (ВВЭР) с мощностью не менее 1150 МВт и повышение коэффициента использования установленной мощности (КИУМ) до 92 %, что приведет к увеличению временных промежутков между перегрузками тепловыделяющих элементов [10].

С точки зрения безопасности этот проект обеспечивает выполнение рекомендаций Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ). Главная особенность проекта — использование дополнительных пассивных систем безопасности в сочетании с активными традиционными системами. Он предусматривает защиту от падения самолета, цунами, землетрясения, урагана. Проект разрабатывается на базе электростанций с ВВЭР, доказавшими свою надежность в течение тысячи реакторо-лет безаварийной работы.

Третий раздел включает реализуемый инвестиционный проект по строительству плавучей атомной теплоэлектростанции.

Плавучая атомная теплоэлектростанция представляет собой уникальный энергоисточник нового поколения, созданный на базе российских технологий гражданского и военного судостроения и атомного энергомашиностроения, предназначенный для обеспечения надежного электро- и тепло-снабжения потребителей в районах Крайнего Севера и Дальнего Востока.

3. Прочие инвестиционные проекты связаны с обеспечением безопасной и устойчивой работы действующих энергоблоков, НИОКР и консервацией объектов.

Рассмотрев инвестиционную программу АО «Концерн Росэнергоатом» на 2017–2019 гг., можно составить представление о том, на какие в целом инвестиционные проекты выделяются средства, какие из них являются приоритетными.

1,2 % инвестиционных средств направляется на проекты по обеспечению безопасной и устойчивой работы действующих энергоблоков. Реализация таких проектов в первую очередь необходима для выполнения требований актуальных нормативных документов и международных стандартов [4].

Соответственно, если проект направлен на обеспечение безопасной работы АЭС и его реализация позволит выполнить актуальные требования по безопасности, то такой проект непременно включается в инвестиционную программу, и это условие можно считать одним из критериев включения проектов в инвестиционную программу АО «Концерн Росэнергоатом».

На проекты на объектах по обращению с РАО и ОЯТ направляется 7 % всех инвестиций. Такие проекты также обязательны к реализации, т.к. позволяют обеспечить выполнение требований по радиационной безопасности.

Соответственно, следующим критерием включения проектов в инвестиционную программу АО «Концерн Росэнергоатом» можно считать направленность проекта на обеспечение радиационной безопасности, выполнение актуальных требований по радиационной безопасности [5].

Как уже было сказано выше, проекты по продлению срока эксплуатации (ПСЭ) действующих энергоблоков атомных станции позволяют получить значительную выгоду, многократно превышающую будущую прибыль от ввода в эксплуатацию новых АЭС. Очевидно, что если существует возможность реализации проекта ПСЭ, то такой критерий однозначно является достаточным для включения проекта в инвестиционную программу АО «Концерн Росэнергоатом».

На выполнение НИОКР выделяется порядка 2 % от общих инвестиций. Инновационное развитие является одним из приоритетов для атомной отрасли. Выше были приведены основные направления НИОКР, инициированных АО «Концерн Росэнергоатом». В случае НИОКР можно выделить два

критерия, позволяющих дать заключение о возможности включения работ в инвестиционную программу: соответствие НИОКР приоритетным направлениям и стоимость НИОКР.

И, наконец, 60 % всех инвестиций направляется в новое строительство. Очевидно, что строительство новых АЭС является приоритетной задачей, стоящей перед АО «Концерн Росэнергоатом», направленной на развитие атомного энергопромышленного комплекса РФ.

Библиографический список

1. Абрамов, В. В. Понятие и правовой режим атомных электростанций как объектов гражданского права / В. В. Абрамов // Бизнес. Менеджмент. Право. – 2014. – №21. – С. 77 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://bmpravo.ru/img/2/kafedra/4/PDF%20file.pdf> (дата обращения : 02.10.2017).
2. Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://ru.wikipedia.org/wiki/Ядерная_энергетика (дата обращения : 02.10.2017).
3. Инвестиционная программа АО «Концерн Росэнергоатом», одобренная решением Совета директоров (протокол № 254 от 14.04.2016) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://minenergo.gov.ru/node/4224> (дата обращения : 12.10.2017).
4. Камчатова, Е. Ю. Исследование особенностей инновационного развития компаний электроэнергетической отрасли / Е. Ю. Камчатова // Теория и практика общественного развития. – 2014. – № 21. – С. 96–99.
5. Камчатова, Е.Ю. Стратегические аспекты развития электроэнергетической отрасли // Управление экономическими системами. – 2014. – №12. – С. 77 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.uecs.ru/otraslevaya-ekonomika/item/3288-2014-12-29-12-44-58?pop=1&tmpl=component&print=1> (дата обращения : 02.10.2017).
6. Официальный сайт АО «Концерн Росэнергоатом» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.rosenergoatom.ru> (дата обращения : 02.10.2017).
7. Постановление Правительства Российской Федерации от 04.10.2013 № 878-41 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 20 сентября 2008 г. № 705» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_153402/ (дата обращения : 02.10.2017).
8. Постановление Правительства РФ от 20.09.2008 № 705 «О Программе деятельности Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» на долгосрочный период (2009–2015 годы)». [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_80349/ (дата обращения : 02.10.2017).
9. Приказ Министерства энергетики Российской Федерации «Об утверждении инвестиционной программы АО «Концерн Росэнергоатом» на 2017–2019 годы и изменений, вносимых в инвестиционную программу АО «Концерн Росэнергоатом», утвержденную приказом Минэнерго России от 14.12.2015 № 954» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/456045470> (дата обращения : 02.10.2017).
10. Проект АЭС-2006. – ОАО «СПбАЭП». – 2013. – 28 с.
11. Энергетическая Стратегия России на период до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://minenergo.gov.ru/node/1026> (дата обращения : 05.10.2017).

References

1. Abramov V. V. Ponyatie i pravovoj rezhim atomnyh ehlektrostantsij kak ob"ektov grazhdanskogo prava [The concept and legal regime of nuclear power plants as objects of civil rights]. *Biznes. Menedzhment. Pravo [Business. Management. Law]*, 2014, I. 21, p. 77. Mode of access: <http://bmpravo.ru/img/2/kafedra/4/PDF%20file.pdf> (Accessed: 02 October 2017).
2. Wikipedia – free online encyclopedia. Mode of access: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ядерная_энергетика (Accessed: 02 October 2017).
3. Investicionnaya programma AO «Koncern Rosehnergoatom», odobrennaya resheniem Soveta direktorov (protokol № 254 ot 14.04.2016) [Investment program of JSC «Rosenergoatom Concern», approved by the Board of Directors decision (minutes № 254 from 14 April 2016)]. Mode of access: <https://minenergo.gov.ru/node/4224> (Accessed: 12 October 2017).

4. Kamchatova E. Yu. Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya [The study of peculiarities of innovative development of companies of the electricity industry]. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya [Theory and practice of social development]*, 2014, I. 21, pp. 96–99.
5. Kamchatova E. Yu. Strategicheskie aspekty razvitiya ehlektroenergeticheskoy otrasli [Strategic aspects of development of electric power industry]. *Upravlenie ehkonomicheskimi sistemami [Management of economic systems]*, 2014, I. 12, p. 77. Mode of access: <http://www.uecs.ru/otraslevaya-ekonomika/item/3288-2014-12-29-12-44-58?pop=1&tmpl=component&print=1> (Accessed: 02.10.2017).
6. Official site of JSC «Rosenergoatom Concern». Mode of access: <http://www.rosenergoatom.ru> (Accessed: 02 October 2017).
7. Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 04.10.2013 № 878-41 «O vnesenii izmenenij v postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 20 sentyabrya 2008 g. № 705» [The resolution of the Government of the Russian Federation 04.10.2013 № 878-41 «On amendments to resolution of the Government of the Russian Federation of 20 September 2008 № 705»]. Mode of access: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_153402/ (Accessed: 02 October 2017).
8. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 20.09.2008 № 705 «O Programme deyatel'nosti Gosudarstvennoj korporacii po atomnoj ehnergii «Rosatom» na dolgosrochnyj period (2009– 2015 gody)» [The decree of the RF Government dated 20.09.2008 № 705 «About the Program of activities of the Nuclear energy State Corporation «Rosatom» for the long term (2009– 2015)»]. Mode of access: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_80349/ (Accessed: 02 October 2017).
9. Prikaz Ministerstva ehnergetiki Rossijskoj Federacii «Ob utverzhdenii investicionnoj programmy AO «Koncern Rosehnergoatom» na 2017–2019 gody i izmenenij, vnosimyh v investicionnuyu programmu AO «Koncern Rosehnergoatom», utverzhdennuyu prikazom Minehnergo Rossii ot 14.12.2015 № 954» [Order of the Ministry of energy of the Russian Federation «On approval of the investment program of JSC «Rosenergoatom Concern» in 2017–2019 and the changes in the investment program of JSC «Rosenergoatom Concern», approved by order of Ministry of energy of Russian Federation 14 December 2015 № 954»]. Mode of access: <http://docs.cntd.ru/document/456045470> (date accessed : 02.10.2017).
10. Proekt AES-2006 [The NPP-2006 project]. JSC «Atomproekt», 2013. 28 p.
11. Energeticheskaya Strategiya Rossii na period do 2030 goda, utverzhdennaya rasporyazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 13 noyabrya 2009 g. № 1715-r [The energy Strategy of Russia for the period up to 2030, approved by the government of the Russian Federation dated 13 November 2009 № 1715-r]. Mode of access: <https://minenergo.gov.ru/node/1026> (Accessed: 05 October 2017).