

Совет управляющих Генеральная конференция

GOV/INF/2010/12-GC(54)/INF/5
7 сентября 2010 года

Общее распространение
Русский
Язык оригинала: английский

Только для официального пользования

Пункт 6 а) предварительной повестки дня Совета
(GOV/2010/38)
Пункт 16 повестки дня Конференции
(GC(54)/1)

Международное состояние и перспективы ядерной энергетики

Доклад Генерального директора

Резюме

В резолюциях GC(50)/RES/13 и GC(51)/RES/14 Генеральной конференции Секретариату было предложено представлять на двухгодичной основе, начиная с 2008 года, всеобъемлющий доклад о международном состоянии и перспективах ядерной энергетики. В настоящем докладе приводятся сведения о событиях, имевших место с 2008 года, и информация, которая была включена в доклад 2008 года и осталась без изменений, в нем не повторяется.

Международное состояние и перспективы ядерной энергетики

Доклад Генерального директора

А. События в период с 2008 года

1. В последние два года в ядерной энергетике сложилась парадоксальная ситуация. И в 2008 году, и в 2009 году, несмотря на международный финансовый кризис и двухлетнее снижение установленной ядерной мощности, прогнозы будущего роста пересматривались в сторону увеличения. В 2008 году к энергосистеме не было подключено ни одного нового реактора, и, таким образом, это был первый с 1955 год, когда в строй не был введен ни один новый реактор. В 2009 году были подключены два новых реактора. Вместе с тем, в 2008 году было начато сооружение десяти новых реакторов – наибольшее число с 1987 года – и в 2009 году – двенадцати, продолжив, таким образом, непрерывную тенденцию к росту, начавшуюся в 2003 году.
2. Глобальный экономический и финансовый кризис, который начался осенью 2008 года, как представляется, на планы развития ядерной энергетике сильного воздействия в целом не оказал. Планы развития этой отрасли в Китае, а также в других странах Азии нивелируют сообщения о задержках реализации новых проектов сооружения в Европе и Северной Америке.
3. Доверие общественности к ядерной энергетике несколько повысилось. В то время как доверие общественности зависит от национального контекста и обобщение здесь затруднено, проведенные в некоторых странах опросы свидетельствуют о более положительном восприятии ядерной энергетике.
4. Решению сохраняющейся проблемы старения опытных кадров в прошедшие два года способствовал быстрый рост во многих странах числа коммерческих компаний, расширяющих свою деятельность в ядерной отрасли, и соответствующих программ обучения и подготовки кадров. Кроме того, на базе двустороннего сотрудничества было начато осуществление ряда программ обучения и подготовки кадров для ядерной энергетике.
5. В Объединенных Арабских Эмиратах консорциум, возглавляемый Корейской электроэнергетической корпорацией (КЕПКО), выиграл конкурс на сооружение к 2020 году АЭС мощностью 1400 МВт (эл.). Эта сделка знаменует собой первый успешный конкурс, проведенный в стране, приступающей к реализации ядерно-энергетической программы, и обретение Республикой Корея роли экспортера ядерных реакторных технологий. Возглавляемый КЕПКО консорциум сохраняет интерес к эксплуатации станции в течение существенной части ее жизненного цикла, что также является новой чертой, в то время как ОАЭ объявили о планах расширения местного участия в их национальной ядерно-энергетической программе.

6. В апреле 2009 года правительство Китая было принимающей стороной состоявшейся в Пекине Международной конференции на уровне министров "Ядерная энергия в XXI веке", целью которой было рассмотрение состояния и перспектив ядерной энергетики, включая прогресс в развитии технологии, и обсуждение шагов, необходимых для дальнейшего роста ядерной энергетики. Как отмечалось в заключительном заявлении Председателя Конференции, "уважая право каждого государства определять свою национальную энергетическую политику в соответствии со своими международными обязательствами, подавляющее большинство участников подтвердило, что ядерная энергия, будучи апробированной, чистой, безопасной, конкурентоспособной технологией, будет вносить все больший вклад в устойчивое развитие человечества в XXI веке и в дальнейшем".

7. На состоявшейся в 2009 году в Киото, Япония, Международной конференции по реакторам на быстрых нейтронах и соответствующим топливным циклам было указано, что во многих странах на повестке дня научных и отраслевых исследований вновь стоят исследования и развитие технологий в области быстрых реакторов и соответствующего топливного цикла. В 2010 году Китай планирует ввести в эксплуатацию экспериментальный быстрый реактор, и Япония объявила о повторном пуске в мае 2010 года промышленного прототипа реактора Моңу в Японии. Со времени проведения последней международной конференции по этой проблеме прошло 18 лет, и было достигнуто согласие на базе деятельности, осуществляемой в Индии, Китае, Российской Федерации, Японии и других странах, проводить такую конференцию раз в три года.

8. В области обращения с отходами в 2009 году США объявили, что они отзывают заявку на выдачу лицензии для геологического хранилища в районе горы Якка, что по сути означает возвращение к политике промежуточного хранения.

9. На Конференции сторон Киотского протокола, проходившей в декабре 2009 года в Копенгагене, в деле признания вклада ядерной энергетики в смягчение изменения климата были достигнуты лишь незначительные успехи.

10. Признавая значение международного сотрудничества в сфере регулирования, регулирующие органы, обладающие большим опытом, инициируют усилия, призванные обеспечить лучшую координацию помощи странам, внедряющим ядерную энергетику. По итогам состоявшихся обсуждений, в том числе в 2009 и 2010 годах в рамках Международной группы по ядерной безопасности (ИНСАГ) и Совещания руководящих сотрудников регулирующих органов, в 2010 году государства, с помощью и при содействии со стороны Агентства, учредили – в целях укрепления сотрудничества и улучшения координации в сфере создания регулирующего потенциала – Форум сотрудничества регулирующих органов, охватывающий государства с устоявшимися ядерно-энергетическими программами и те государства, которые рассматривают возможность создания ядерной энергетики.

11. Достигнуты успехи в усилиях по созданию механизмов обеспечения странам уверенности в надежных поставках топлива. В марте 2010 года Агентство заключило с Российской Федерацией соглашение о создании международного запаса низкообогащенного урана (НОУ), который может быть предоставлен какому-либо государству в случае перебоев с поставками низкообогащенного урана для атомных электростанций по причинам, не связанным с техническими или коммерческими соображениями.

12. В марте 2010 года правительство Франции и Организация по экономическому сотрудничеству и развитию (ОЭСР) предоставили услуги принимающей стороны для Международной конференции по доступу к гражданской ядерной энергетике. Ее цель состояла в том, чтобы содействовать мирному и ответственному применению ядерной энергии и обсудить пути использования двустороннего и многостороннего сотрудничества, с тем чтобы

помочь странам, желающим создать ядерную энергетику, в выполнении их международных обязательств. На этой конференции президент Франции подчеркнул семь тем, имеющих исключительное значение для успешного возрождения ядерной энергетики: финансирование, прозрачность, обучение и подготовка кадров, безопасность, нераспространение, доступ к ядерному топливу и обращение с отработавшим топливом и отходами. В области обучения и подготовки кадров он объявил о создании международного института ядерной энергии, в котором будет иметься также международная школа подготовки кадров для ядерной энергетики.

13. В марте 2010 года в Абу-Даби, Объединенные Арабские Эмираты, проходила Международная конференция по развитию людских ресурсов для разработки и расширения ядерно-энергетических программ. Конференция подтвердила важность сбалансированного подхода к развитию людских ресурсов, при котором внимание уделяется укреплению потенциала и экспертных знаний не только в отдельных, а во всех соответствующих областях ядерной сферы. Была выдвинута инициатива, предусматривающая проведение во всей ядерно-энергетической отрасли ряда обследований потребностей в людских ресурсах и их предложения и разработку инструментов планирования рабочей силы для стран, рассматривающих возможность принятия новых ядерно-энергетических программ. В числе других обсуждавшихся вопросов были пути сохранения кадров и привлечения в ядерную область молодых работников и женщин.

14. В июне 2010 года Глобальное ядерно-энергетическое партнерство (ГЯЭП) было переименовано в Международную систему сотрудничества в области ядерной энергии (МССЯЭ), и было принято новое заявление с изложением стоящих задач. Эти изменения имеют целью обеспечить более широкий охват, более широкое международное участие и более эффективные исследования по важным вопросам наращивания использования ядерной энергии.

В. Современное состояние ядерной энергетики

В.1. Использование ядерной энергии

15. В настоящее время производство ядерной энергии обеспечивает чуть меньше 14% мирового электроснабжения и 5,7% общего потребления первичной электроэнергии во всем мире.

16. Энергоснабжение и энергопотребление в глобальных масштабах на душу населения увеличивается. Общие мировые потребности в энергии возросли за период с 1970 по 2008 год в 2,5 раза – с 4,64 миллиардов тонн нефтяного эквивалента (тнэ) до 11,9 миллиардов тнэ (со 195 до 499 эксаджоулей (ЭДж)¹.

17. На рис. В-1 показана доля различных источников энергии в глобальной структуре энергопроизводства за этот период. Доля ядерной энергии увеличилась с чуть менее 0,5% в 1970 году до более 7% в 1990-е годы и сократилась к 2008 году до 5,7%.

18. В настоящее время в 29 странах эксплуатируется 441 АЭС с суммарной мощностью 375 ГВт (эл.). Кроме того, ведется строительство еще 60 энергоблоков суммарной мощностью 58,6 ГВт (эл.) (по состоянию на 26 августа 2010 года). В течение 2009 года на АЭС было выработано 2558 млрд. кВт·ч электроэнергии. Общий опыт эксплуатации в отрасли насчитывает 14 000 реакторо-лет.

¹ Один ЭДж = 10^{18} джоулей или $2,78 \times 10^5$ ГВт·ч_(теп) или 31,7 ГВт·г

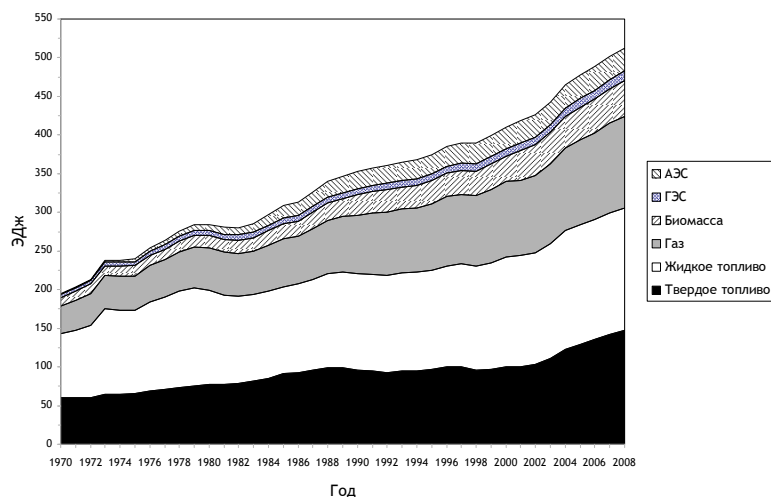


РИС. В-1. Доля источников энергии в общем мировом объеме производства энергии, 1970-2008 годы.

Таблица В-1. Потребление (в ЭДж) различных видов топлива для производства электроэнергии и их процентная доля (%) в 2008 году

Регион	Тепловые а)		Гидротопливо		Ядерная энергия		Возобновляемые виды б)		Всего	
	Потребление (ЭДж)	%	Потребление (ЭДж)	%	Потребление (ЭДж)	%	Потребление (ЭДж)	%	Потребление (ЭДж)	%
Северная Америка	25,13	66,15	2,32	13,72	9,76	19,04	0,76	1,09	37,98	100
Латинская Америка	5,14	39,15	2,56	57,54	0,32	2,38	0,39	0,93	8,41	100
Западная Европа	16,06	52,45	1,89	17,06	8,97	26,68	0,72	3,81	27,64	100
Восточная Европа	18,18	64,59	1,12	17,04	3,64	18,30	0,03	0,07	22,96	100
Африка	5,73	80,51	0,37	16,95	0,14	2,11	0,05	0,43	6,29	100
Ближний Восток и Южная Азия	19,09	87,54	0,62	11,47	0,16	0,99	0	0,00	19,87	100
Юго-Восточная Азия и Тихий океан	6,78	88,92	0,25	9,29			0,39	1,79	7,41	100
Дальний Восток	43,46	74,27	2,65	15,23	5,35	10,15	0,49	0,35	51,95	100
Всего в мире	139,57	67,15	11,77	17,66	28,34	14,03	2,83	1,16	182,51	100

а) В столбце "Тепловые" объединены твердые и жидкие виды топлива, газы, биомасса и отходы.

б) В столбце "Возобновляемые виды" объединены ресурсы, использующие геотермальную энергию, энергию ветра, солнечную энергию и приливную энергию.

19. Доля ядерной энергии в суммарном производстве электроэнергии существенно меняется в зависимости от региона (таблицы В-1 и В-2). В Западной Европе выработка электроэнергии на АЭС составляет почти 27% всей электроэнергии. В Северной Америке и Восточной Европе она составляет примерно 18%, а в Африке и Латинской Америке – 2,1% и 2,4% соответственно. На Дальнем Востоке доля ядерной энергии в производстве электроэнергии составляет 10%; а на Ближнем Востоке и в Южной Азии на нее приходится 1%². За прошедшие два года доля ядерной энергии в мировом производстве электроэнергии снизилась с 15% до менее 14%, в значительной степени из-за увеличения общего объема мирового производства электроэнергии без увеличения производства электроэнергии на АЭС.

² В регионе Юго-Восточной Азии и Тихого океана АЭС нет, поэтому данные о доле ядерной энергии в производстве электроэнергии по этому региону не приводятся.

20. Число сооружаемых реакторов увеличилось с 33 с общей мощностью 27 193 МВт (эл.) в конце 2007 года до 60 с общей мощностью 58 584 МВт (эл.) по состоянию на 26 августа 2010 года. Во многих странах, в которых в настоящее время осуществляются ядерно-энергетические программы, значительно увеличиваются инвестиции в будущие АЭС. Из этих 60 станций 11 находятся в стадии сооружения еще с 1990 годов или ранее, а из 11 возможно только три, согласно прогнозам, будут введены в эксплуатацию в следующие три года. Несколько реакторов находятся в стадии сооружения более 20 лет, и в этой деятельности достигнуто мало прогресса. В 2008 году началось сооружение 10 реакторов, а в 2009 году – 12 (см. Рис. В-2), что свидетельствует о продолжении непрерывной возрастающей тенденции, которая проявилась в 2003 году. Все 22 реактора, сооружение которых началось в 2008 году и 2009 году, являются реакторами с водой под давлением (PWR) в трех странах: Китай, Республика Корея и Российская Федерация.

Таблица В-2. Ядерные энергетические реакторы в мире (по состоянию на 26 августа 2010 года)

Регион	В эксплуатации		В стадии сооружения		Электроэнергия, поставляемая АЭС, в 2009 году (ТВт·ч)
	К-во	Полезная мощность МВт (эл.)	К-во	Полезная мощность МВт (эл.)	
Северная Америка	122	113316	1	1165	882
Латинская Америка	6	4119	2	1937	30
Западная Европа	129	122956	2	3200	796
Центральная и Восточная Европа	67	47376	17	13741	310
Африка	2	1800			13
Ближний Восток и Южная Азия	21	4614	6	3721	17
Дальний Восток	94	80516	32	34820	510
Во всем мире	441	374697	60	58584	2558

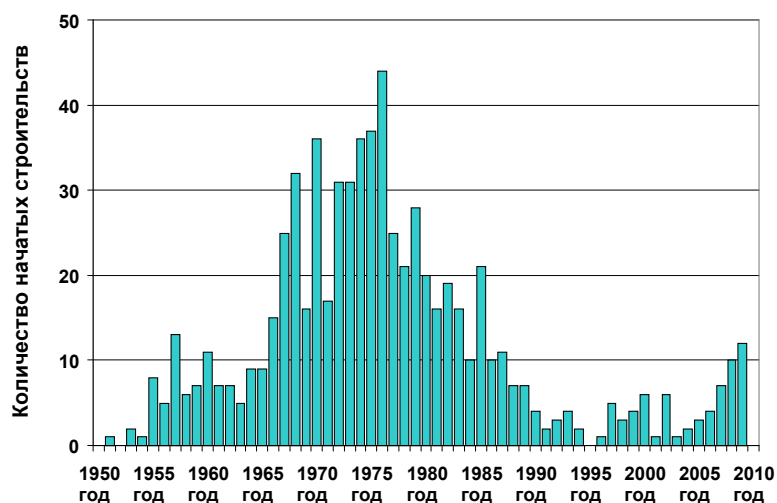


РИС. В-2. Начало строительства АЭС по годам. Источник: МАГАТЭ, 2010 год.

В.2. Имеющиеся технологии реакторов

21. Из общего числа находящихся в эксплуатации коммерческих реакторов приблизительно 82% – это реакторы с легководным замедлителем³ и легководным теплоносителем; 10% – это реакторы с тяжеловодным замедлителем и тяжеловодным теплоносителем; 4% – это газоохлаждаемые реакторы и 3% – это водоохлаждаемые реакторы с графитовым замедлителем. Один реактор является реактором с жидкометаллическим замедлителем и жидкометаллическим теплоносителем. В таблице В-3 приводятся данные о количестве, типах и полезной электроэнергетической мощности находящихся в настоящее время в эксплуатации АЭС. Средняя мощность находившегося в 2010 году в эксплуатации реактора составляла 850 МВт (эл.).

Таблица В-3. Распределение реакторов по типам в настоящее время⁴

Страна	PWR		BWR		GCR		PHWR		LWGR		FBR		Всего	
	№	МВт (эл.)	№	МВт (эл.)	№	МВт (эл.)	№	МВт (эл.)	№	МВт (эл.)	№	МВт (эл.)	№	МВт (эл.)
АРГЕНТИНА							2	935					2	935
АРМЕНИЯ	1	375											1	375
БЕЛЬГИЯ	7	5934											7	5934
БОЛГАРИЯ	2	1906											2	1906
БРАЗИЛИЯ	2	1884											2	1884
ВЕНГРИЯ	4	1889											4	1889
ГЕРМАНИЯ	11	14033	6	6457									17	20490
ИНДИЯ			2	300			17	3889					19	4189
ИСПАНИЯ	6	6006	2	1510									8	7516
КАНАДА							18	12569					18	12569
КИТАЙ	11	8748					2	1300					13	10048
МЕКСИКА			2	1300									2	1300
НИДЕРЛАНДЫ	1	487											1	487
ПАКИСТАН	1	300					1	125					2	425
РЕСП. КОРЕЯ	17	15943					4	2722					21	18665
РОССИЯ	16	11914							15	10219	1	560	32	22693
РУМУНИЯ							2	1300					2	1300
СЛОВАКИЯ	4	1762											4	1762
СЛОВЕНИЯ	1	666											1	666
СОЕД. КОРОЛЕВСТВО	1	1188			18	8949							19	10137
США	69	66945	35	33802									104	100747
УКРАИНА	15	13107											15	13107
ФИНЛЯНДИЯ	2	976	2	1745									4	2721
ФРАНЦИЯ	58	63130											58	63130
ЧЕШСКАЯ РЕСП.	6	3678											6	3678
ШВЕЙЦАРИЯ	3	1700	2	1538									5	3238
ШВЕЦИЯ	3	2799	7	6504									10	9303
ЮЖНАЯ АФРИКА	2	1800											2	1800
ЯПОНИЯ	24	19286	30	27537									54	46823
ВСЕГО	269	248295	92	83834	18	8949	46	22840	15	10219	1	560	441	374697

Итоговые цифры включают 6 энергоблоков мощностью 4980 МВт (эл.) в Тайване, Китай.

PWR: реактор с водой под давлением; BWR: кипящий реактор; GCR: газоохлаждаемый реактор; PHWR: корпусной тяжеловодный реактор; LWGR: легководный реактор с графитовым замедлителем; FBR: реактор-размножитель на быстрых нейтронах.

³ Некоторые легководные реакторы (LWR) имеют графитовый замедлитель.

⁴ По состоянию на 26 августа 2010 года.

В.3. Людские ресурсы

22. Хотя ни Агентство, ни другие международные организации не занимаются сбором всеобъемлющих статистических данных, судя по оценкам, в 2009 году на всех находящихся в эксплуатации в мире АЭС по-прежнему работало более 250 000 человек. Как показано на рисунке В-3, примерно три четверти всех находящихся сегодня в эксплуатации реакторов эксплуатируются уже более 20 лет, а одна четверть – более 30 лет. Поколение людей, которые построили и эксплуатировали эти станции, либо уже вышли на пенсию, либо скоро выйдут. Многие организации, имеющие лицензии на эксплуатацию этих станций, также разрабатывают или рассматривают проекты строительства новых энергоблоков и испытывают нехватку опытного персонала и дефицит знаний по мере того, как они планируют заменить выходящих на пенсию работников существующего парка АЭС и, в то же время, укомплектовать кадрами новые проекты.

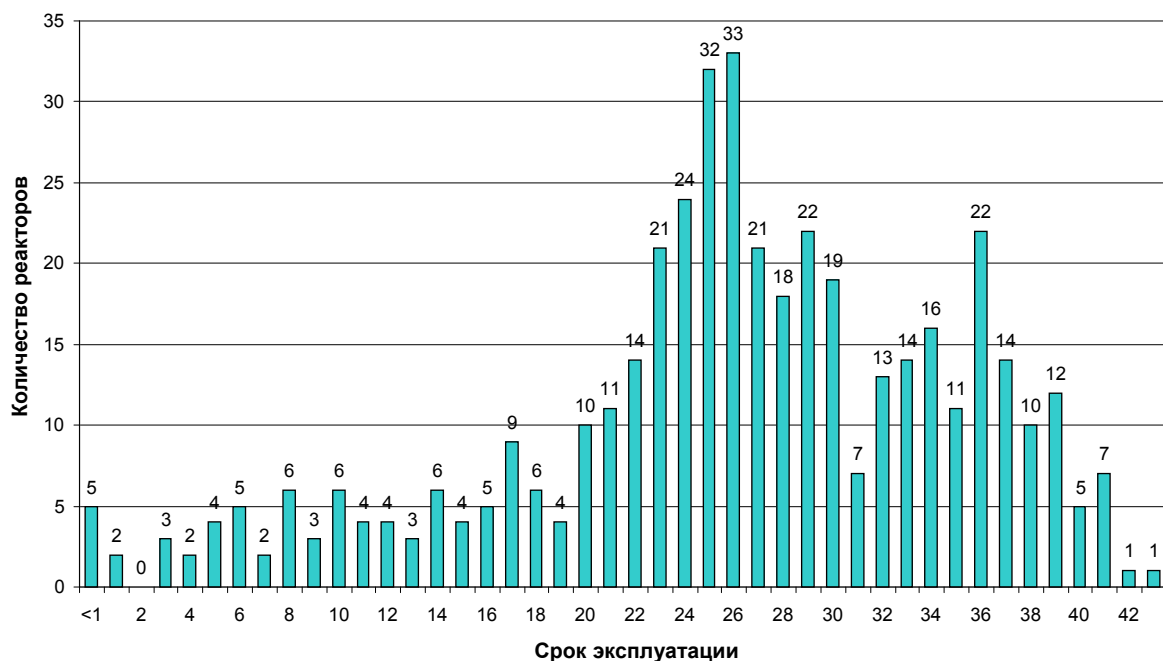


РИС. В-3. Количество находящихся в эксплуатации АЭС по возрастам в мире по состоянию на 26 августа 2010 года (следует иметь в виду, что возраст реактора определяется датой его первого подключения к энергосистеме).

23. Озабоченности по поводу возможной нехватки квалифицированного персонала не одинаковы в различных странах. Для стран, расширяющих свои ядерно-энергетические программы, проблема состоит в увеличении масштабов их существующих систем обучения и подготовки кадров с целью обеспечения наличия требуемого квалифицированного персонала в случае необходимости. Страны, планирующие поставлять ядерную технологию другим партнерам, должны удовлетворять не только национальные потребности в людских ресурсах, но и должны быть в состоянии передать учебно-образовательный потенциал вместе с технологией, которую они поставляют. Как показывает опыт, страны, впервые приступающие к развитию ядерной энергетики, вынуждены во многом полагаться на поставщика технологии в оказании помощи при подготовке квалифицированного персонала для строительства, лицензирования и начала эксплуатации. Кроме того, ожидается, что страны – поставщики технологии предложат возможности развития требуемого национального потенциала и внутригосударственных программ подготовки кадров. Сотрудничество между странами,

обладающими опытом, и странами, впервые приступающими к развитию ядерной энергетики, также помогает преодолеть разрыв в опыте. В течение последних двух лет, например, Франция установила с Иорданией и Польшей связи сотрудничества в области обучения и подготовки кадров.

24. На проходившей в Абу-Даби в марте 2010 года Международной конференции по развитию людских ресурсов для разработки и расширения ядерно-энергетических программ были определены шаги, которые правительства, отрасли промышленности, энергопредприятия и учебные заведения могут предпринять для набора, сохранения и повышения квалификации кадров, необходимых для глобальной ядерной отрасли. Передача опыта и обмен усвоенными уроками были определены в качестве важных средств осуществления этих шагов. Особое внимание было уделено набору следующего поколения работников, а также расширению участия женщин в подготовке кадров для ядерной отрасли. Привлекательность работы в ядерной отрасли для этих групп может быть повышена путем предложения, например, более гибкого рабочего графика, возможностей взаимодействия, наставничества и признания заслуг.

25. Для получения более подробных демографических данных о глобальных людских ресурсах на конференции в Абу-Даби было объявлено, что Агентство и другие организации выступят с инициативой осуществления в глобальных масштабах следующих мероприятий: обследование людских ресурсов на существующих АЭС, включая подрядчиков и поставщиков; обследование спроса и предложения людских ресурсов для ядерных регулирующих органов; обследование образовательных организаций и программ, связанных с ядерной энергетикой; разработка средств планирования рабочей силы для стран, рассматривающих возможность принятия новых ядерно-энергетических программ или приступающих к их реализации; и интеграция сведений, полученных в результате вышеупомянутой работы, в доступную базу данных, которая может использоваться для моделирования глобального или национального спроса и предложения людских ресурсов.

В.4. Начальная стадия топливного цикла

26. За два года, прошедших после последнего выпуска этого доклада, наиболее заметное расширение деятельности на начальной стадии топливного цикла произошло в области разведки и добычи урана. Добыча урановой руды в настоящее время ведется в 19 странах, причем 93% мирового объема добычи приходится на 8 стран⁵. В настоящее время 35% потребностей в уране покрывается за счет вторичных поставок – находящегося на хранении урана или бывшего военного материала – и рециклированных материалов. После почти 20 лет низких цен на уран, спотовые рыночные цены значительно возросли с 2004 года, примерно в десять раз, в ожидании увеличения спроса и сокращения вторичных поставок. После максимального значения в 2007 году спотовая цена в настоящее время почти в пять раз выше цены до 2004 года. Наибольшими мощностями по изготовлению топлива располагают Российская Федерация, США, Франция и Япония.

В.5. Обращение с радиоактивными отходами и снятие с эксплуатации

27. Хотя никакое глубокое геологическое хранилище для высокоактивных отходов в настоящее время не используется, Финляндия, Франция и Швеция далеко продвинулись в разработке таких хранилищ. Финляндия строит исследовательский туннель до глубины захоронения, планируя подать в 2012 году заявление на получение лицензии на сооружение хранилища, с тем чтобы окончательное захоронение могло начаться в 2020 году. США недавно объявили об

⁵ Австралия, Канада, Казахстан, Намибия, Нигер, Российская Федерация, США и Узбекистан.

аннулировании заявления на получение лицензии на сооружение и эксплуатацию установки для хранения отходов в районе горы Якка, а также поручили комиссии "Блу риббон комишн он Америкас ньюклеар фьючер" предоставить рекомендации по разработке безопасного, долгосрочного решения для обращения с отработавшим ядерным топливом и ядерными отходами США, включая все возможные альтернативные варианты.

28. По состоянию на конец 2009 года было остановлено 123 энергетических реактора. Из этого числа 15 реакторов были полностью демонтированы, 51 – находился в процессе демонтажа, 48 – в режиме безопасной консервации, три – под укрытием, и еще для шести стратегия снятия с эксплуатации определена еще не была.

В.6. Промышленные мощности

29. Количество находящихся в стадии строительства АЭС достигло максимального уровня в 233 в 1979 году, а в течение последних 15 лет их количество находится на уровне 30-55 (см. Рис. В-4). Количество находящихся в стадии строительства реакторов достигло 61 по состоянию на 21 июля 2010 года.

30. Есть определенное свидетельство того, что прошлая озабоченность по поводу способности отрасли удовлетворять спрос на основные комплектующие (такие как корпуса высокого давления и основные поковки) устраняется путем инвестиций в установки. Новые мощности создаются компаниями "Джапан стил уоркс" (ДжСУ) и "Джапан кастинг энд форджинг корпорейшн" (ДжКФК) в Японии, "Шанхай электрик групп" и дочерними фирмами в Китае, а также в Республике Корея ("Доосан"), Франции ("Ле Крезо"), Чешской Республике ("Пльзень") и Российской Федерации ("ОМЗ-Ижора" и "ЗиО-Подольск"). ДжСУ, например, планирует утроить свою мощность к 2012 году. Китай объявил, что обладает мощностями для производства тяжелого оборудования для шести крупных реакторов в год, а по сообщениям компании "Шанхай электрик групп" она будет способна производить поковки больших размеров для реактора AP1000 к концу 2010 года.

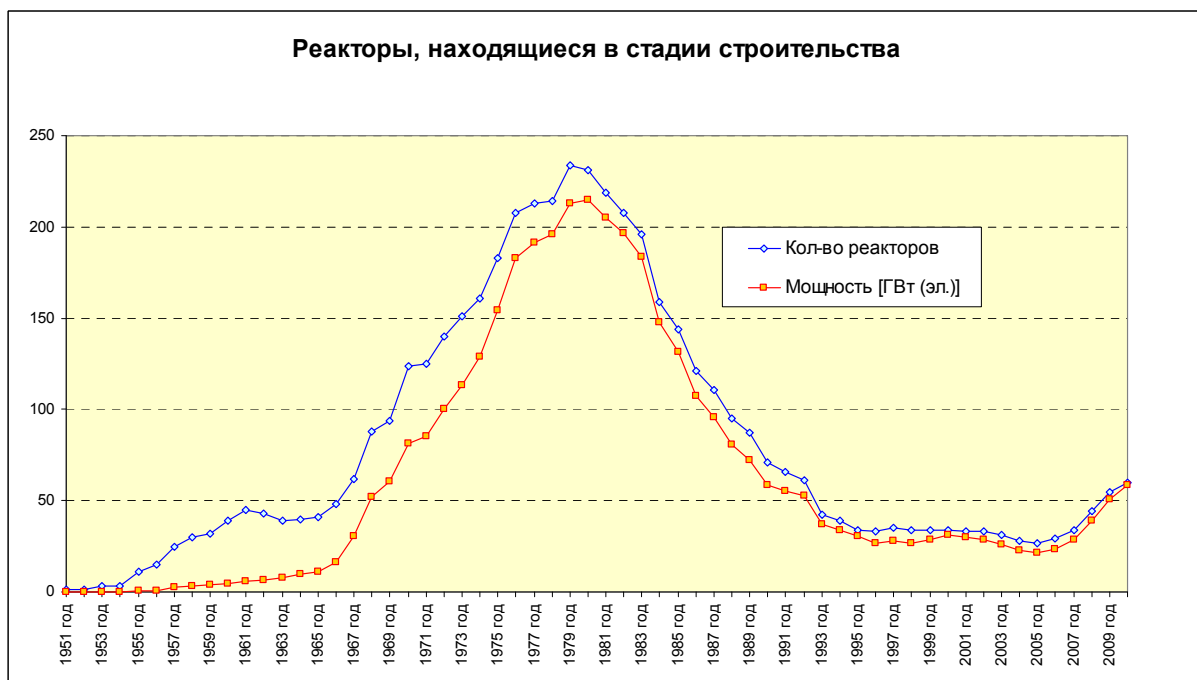


РИС. В-4. Количество (и общая мощность) реакторов, находящихся в стадии строительства, 1951-2008 годы.

С. Перспективы дальнейшего использования ядерной энергии

С.1. Перспективы в странах, уже использующих ядерную энергетику

31. Вследствие закрытия Игналинской АЭС в Литве число стран с действующими АЭС с 2008 года сократилось. Однако в следующем десятилетии вместо закрытой станции Литва планирует сооружение новой станции, возможно, во взаимодействии с соседними прибалтийскими странами.

32. В 29 странах с действующими АЭС доля производимой на них электроэнергии в масштабах страны составляет от 76% во Франции до 2% в Индии и Китае. Как указывается ниже, низкий и высокий прогнозы МАГАТЭ в отношении ядерной энергетики расходятся как в части общих установленных мощностей в тех 29 странах, где АЭС уже имеются, так и в части увеличения числа стран с действующими АЭС.

33. В таблице С-1 представлен обзор имеющейся информации о планах расширения деятельности в странах с действующими в настоящее время АЭС. В ней учтены выступления представителей государств-членов на Генеральной конференции 2009 года, а также иные публичные выражения их позиции.

34. В таблице С-1 все 29 стран разбиты по группам, что позволяет судить о возможных дальнейших планах каждой из 29 стран, где уже имеются АЭС.

Таблица С-1. Позиция стран с действующими АЭС

Описание группы	Число стран
Намерены постепенно выводить АЭС из эксплуатации по мере завершения срока их службы или достижения ими согласованного уровня совокупной энерговыработки	2
Анализируют энергетические потребности и учитывают ядерную энергетику в качестве возможного варианта их удовлетворения	5
Разрешают выдвигать предложения о сооружении новых станций, но не стимулируют этот процесс	4
Поддерживают строительство новой/новых АЭС	5
Строится/строятся новая/новые станция/станции	13

С.2. Перспективы в странах, рассматривающих возможность развития ядерной энергетики

35. В последние годы во всех регионах мира многие страны начинают проявлять или вновь проявляют интерес к ядерной энергетике. В контексте растущего спроса на энергию для обеспечения экономического роста и развития, проблем, связанных с изменением климата, и нестабильности цен на органическое топливо, а также улучшения показателей безопасности и работы примерно 65 стран выражают заинтересованность в развитии ядерной энергетики, рассматривают такую возможность либо разрабатывают конкретные планы. Такой ситуации не было почти 15 лет, за которые международные рынки, энергетические системы и стратегические соображения претерпели изменения. Страны, приступающие к развитию ядерной энергетики, в настоящее время сталкиваются с иными проблемами по сравнению с

прошлым и принимают в этой связи новые и неординарные решения. Перед странами, которые планируют расширение существующих ядерно-энергетических программ и некоторые из которых не строили новых реакторов свыше 10 лет, может также стоять ряд тех же проблем.

36. Еще одним свидетельством растущего интереса является трехкратное увеличение числа проектов технического сотрудничества (ТС) Агентства, связанных с ядерной энергетикой. В цикле 2007-2008 годов их насчитывалось 13, а в нынешнем цикле 2009-2011 годов их уже 35. В 2009 году в национальных и/или региональных проектах в рамках программы ТС Агентства, связанных с созданием ядерной энергетики, участвовали 58 стран.

37. В таблице С-2 показано число стран, находящихся на разных стадиях рассмотрения возможности развития ядерной энергетики или разработки ядерно-энергетических программ. Некоторые делают только первые шаги в ядерной области, другие, например Бангладеш, Вьетнам и Египет, в течение определенного времени уже составляют планы развития ядерной энергетики. Третьи, такие как Польша, возвращаются к изучению возможности развития ядерной энергетики после того, как от предыдущих планов пришлось отказаться вследствие смены правительств и изменения общественного мнения. Такие же страны, как Иордания, Монголия и Уругвай, впервые рассматривают возможность развития ядерной энергетики. Объединяет их всех то, что все они рассматривают возможность разработки ядерно-энергетических программ, составляют конкретные планы или приступают к их реализации, но еще не подключили к энергосети первой АЭС.

38. Исламская Республика Иран объявила о планах в скором времени завершить ввод в эксплуатацию своей первой АЭС в Бушире.

39. Из 65 стран, проявивших интерес к внедрению ядерной энергетики, 21 расположена в азиатско-тихоокеанском регионе (от Ближнего Востока до Тихого Океана), 21 – в африканском регионе, 12 – в Европе и 11 – в Латинской Америке.

Таблица С-2. Позиция стран, не имеющих АЭС

Описание группы	Число стран
Не планируют внедрения АЭС, но заинтересованы в изучении вопросов, связанных с ядерно-энергетической программой ⁶	31
Изучают возможность реализации ядерной программы для удовлетворения имеющихся потребностей в энергии и с высокой долей вероятности приступят к ее осуществлению	14
Активно готовятся к возможной реализации ядерно-энергетической программы, но не приняли окончательного решения	7
Приняли решение о внедрении ядерной энергетики и начали подготовку соответствующей инфраструктуры	10
Готовы объявить конкурсные торги на строительство АЭС	
Разместили заказ на строительство АЭС	2
Ведут строительство новой АЭС	1

40. В начале 80-х годов прошлого века отмечались довольно устойчивые темпы увеличения числа стран с действующими АЭС (рис. С-1). В период после аварии на Чернобыльской АЭС только три страны подключили к энергосети свои первые АЭС. Страны, планирующие в настоящее время сооружение своих первых АЭС, делают это спустя 15 лет после строительства

⁶ Исходя из участия в нынешней программе ТС в рамках региональных/национальных проектов ТС или заявлений на Генеральной конференции МАГАТЭ.

в мире последней АЭС. Из стран, выразивших заинтересованность в сооружении своей первой АЭС, 25 установили плановые сроки ввода в эксплуатацию до 2030 года, в том числе 14 в 2015-2020 годах, в результате чего в случае реализации планов к производству электроэнергии на АЭС приступит максимальное число новых стран по сравнению с любым столь коротким периодом в прошлом.

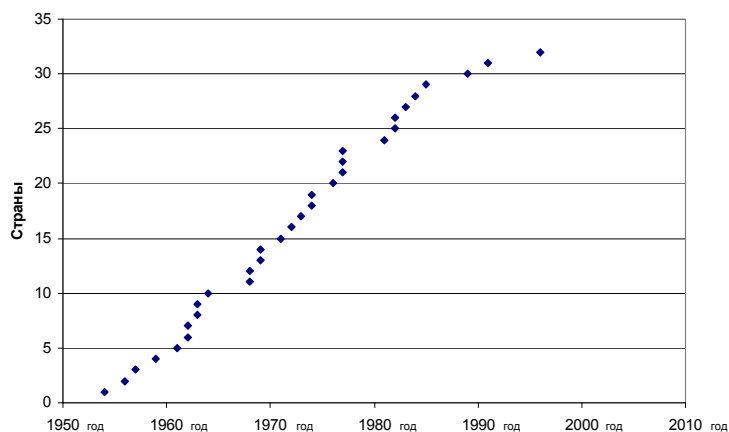


РИС. С-1. Год ввода новыми странами в эксплуатацию своих первых АЭС.

41. В целом, данные, приведенные в таблицах С-1 и С-2, соответствуют тенденциям, нашедшим отражение в высоких и низких прогнозах Агентства, которые излагаются ниже: иными словами, в прогнозах относительно будущего ядерной энергетики сохраняется значительная доля неопределенности; основной прирост в сфере ядерной энергетики будет связан с расширением программ в странах с развитой ядерной энергетикой, а не за счет стран, приступающих к реализации ядерно-энергетических программ; при этом согласно высокому прогнозу к 2030 году первые АЭС будут введены в эксплуатацию примерно в 25 странах, а согласно низкому – лишь в 10.

С.3. Потенциальные факторы, способствующие развитию ядерной энергетики

42. В докладе 2008 года перечислены семь потенциальных факторов, способствующих развитию ядерной энергетики. Только по двум из них имеется существенно обновленная информация.

С.3.1. Цены на органическое топливо

43. В краткосрочной и среднесрочной перспективе главной альтернативой ядерной энергетике станет производство электроэнергии на электростанциях, работающих на угле и природном газе. Соответствующие цены в последние годы нестабильны. С 2003 года до середины 2008 года цены на уголь в большинстве регионов мира возросли более чем в два раза, а затем в июле-декабре 2008 года упали на 70%. В последнее время появились определенные признаки их восстановления. Аналогичным образом, цены на газ, увеличившиеся более чем в два раза одновременно с ценами на уголь, снизились в 2009 году, но начали немного расти во втором квартале 2010 года. Увеличение цен на уголь и газ в 2003-2008 годах способствовало росту ожиданий в отношении ядерной энергетики. Цены на уран также не отличались стабильностью, достигнув максимума в 2007 году и снизившись в 2009 году. Вместе с тем доля стоимости урана в общих затратах на производство электроэнергии ниже, чем доля стоимости угля и газа,

поэтому потенциально нестабильные и растущие затраты на топливо оказывают более существенное влияние на принятие решений об инвестициях в электростанции, работающие на органическом топливе, чем в АЭС.

С.3.2. Окружающая среда

44. Конференция сторон Киотского протокола (КС-15), состоявшаяся в декабре 2009 года в Копенгагене, стала кульминацией двухлетнего процесса переговоров по укреплению международного сотрудничества по вопросам, связанным с изменением климата. Главный ее итог – новое международное экологическое соглашение, предусматривающее масштабное сокращение выбросов парниковых газов (ПГ) в среднесрочной перспективе, которое вступит в силу в 2012 году. Переговоры были сложными, и особое внимание в них уделялось установлению целевых показателей выбросов парниковых газов, особенно для стран, не подписавших Киотский протокол. В отличие от неучета в настоящее время роли ядерной энергетики в рамках механизмов чистого развития и совместного осуществления в документе, подготовленном Специальной рабочей группой по долгосрочным мерам сотрудничества согласно Конвенции (СРГ-ДМС), уже не говорится об исключении ядерной энергетики из "отвечающих национальным условиям действий" (ОНУД). Это считается шагом в направлении признания роли использования ядерной энергии в качестве одного из возможных средств смягчения последствий выбросов.

С.4. Прогнозы развития ядерной энергетики

45. В таблице С-3 приведены самые последние прогнозы Агентства относительно производственных мощностей АЭС с разбивкой по регионам мира. Согласно низкому прогнозу производственные мощности АЭС возрастут с 372 ГВт (эл.) в 2008 году до 511 ГВт (эл.) в 2030 году. А в соответствии с высоким прогнозом они достигнут 807 ГВт (эл.).

46. Хотя в высоком прогнозе говорится о появлении к 2030 году примерно 25 новых стран, использующих ядерную энергию, основное увеличение ядерных мощностей в глобальном масштабе связано с развитием ядерной энергетики в тех 29 странах, где она уже используется. Низкий прогноз также рассчитывался с учетом того, что к 2030 году первые АЭС могут быть введены в эксплуатацию еще примерно в 10 новых странах.

47. В Мировом энергетическом обзоре (МЭО) Международного энергетического агентства (МЭА) также содержатся регулярно обновляемые прогнозы развития ядерной энергетики. Однако вместо высоких и низких прогнозов, публикуемых Агентством, в МЭО используется базовый сценарий и альтернативные варианты. В последние годы показатели базового сценария МЭА несколько возросли, а согласно недавно опубликованному альтернативному сценарию МЭА, предполагающему, что для ограничения содержания ПГ в атмосфере 450 частями на миллион (чнм) эквивалента CO₂ будут предприняты дополнительные меры, прогнозы развития ядерной энергетики на 2030 год на 50% выше, чем в базовом сценарии⁷.

⁷ International Energy Agency, *World Energy Outlook 2009*, OECD, Paris (2009).

Таблица С-3. Оценка мощностей АЭС по производству электроэнергии (ГВт (эл.))

Регион	2008 год	2010 год		2020 год		2030 год	
		Низкая	Высокая	Низкая	Высокая	Низкая	Высокая
Северная Америка	113,3	114	115	126	130	127	168
Латинская Америка	4,0	4,0	4,0	6,9	8,0	10,8	23
Западная Европа	122,5	119	122	90	131	82	158
Восточная Европа	47,5	47	47	68	81	83	121
Африка	1,8	1,8	1,8	2,8	4,1	6,1	17
Средний Восток и Южная Азия	4,2	7	10	13	24	20	56
Юго-Восточная Азия и Тихий океан						0	5,2
Дальний Восток	78,3	79	80	138	165	183	259
Весь мир	371,6	372	380	445	543	511	807

48. В других прогнозах отмечается широкий разброс мнений относительно возможных масштабов дальнейшего использования ядерной энергии. Всемирная ядерная ассоциация (ВЯА) раз в два года публикует прогнозы мощностей АЭС в виде высокого, низкого и базового сценария. Диапазон показателей опубликованных в 2009 году ее обновленных прогнозов на 2030 год от 248 Гв (эл.) до 815 Гв (эл.) свидетельствует о несколько более высокой степени неопределенности, чем два года назад. Высокие прогнозы ВЯА и МАГАТЭ весьма схожи и почти на 10% выше сценария МЭО, предполагающего ограничение содержания ПГ 450 чнм.

С.5. Перспективная оценка неэлектрических применений

49. Имеется опыт использования ядерной энергии на рынке производства тепла и пара в более низком температурном диапазоне. Представляется возможным дальнейшее расширение такого опыта в краткосрочной перспективе в области опреснения, централизованного теплоснабжения и добычи нефти третичными методами. При более высоких температурах тепла/пара имеется значительный потенциал использования ядерной энергии для производства водорода и в отраслях нефтехимии, в том числе для производства жидких видов топлива для транспорта. Во многих отраслях промышленности (например, химической и нефтехимической, целлюлозно-бумажной, пищевой, автомобильной, текстильной и т.д.) имеется высокий спрос на электроэнергию и тепло/пар различной температуры и давления. Создание электростанций двойного назначения, производящих электроэнергию и использующих пар для промышленных процессов, может обеспечить значительные экономические выгоды, которые могут еще больше возрасти благодаря использованию источников тепла и пара высокой температуры, потенциально на высокотемпературных реакторах.

Д. Проблемы в связи с развитием ядерной отрасли

Д.1. Основные вопросы и тенденции в связи с развитием ядерной отрасли в краткосрочной перспективе

50. В докладе за 2008 год обсуждались девять основных вопросов и тенденций. В последующих пунктах приводится обновленная информация по четырем из них, где, как было сочтено, развитие событий носило наиболее примечательный характер.

Д.1.1. Экономическая конкурентоспособность и финансирование

51. Предполагаемые затраты на производство электроэнергии на новых АЭС (включая расходы на управление станцией, ее эксплуатацию и топливо) весьма различны и составляют в разных странах примерно от 30 долл./МВт·ч до 80 долл./МВт·ч, если применять учетную ставку 5%. Для сравнения, затраты на производство электроэнергии на электростанциях, работающих на газе, примерно составляют от 35 долл./МВт·ч до 120 долл./МВт·ч, также исходя из учетной ставки 5%. Согласно прогнозам АЯЭ/ОЭСР, в одиннадцати странах, представивших оценки затрат на производство электроэнергии как на АЭС, так и на электростанциях, работающих на органическом топливе, затраты на производство электроэнергии на АЭС будут устойчиво ниже аналогичных затрат на электростанциях, работающих на газе, во всех этих одиннадцати странах, если применять учетную ставку 5%, и в пяти из одиннадцати стран, если применять учетную ставку 10%. Затраты на производство электроэнергии на АЭС устойчиво ниже аналогичных затрат на электростанциях, работающих на угле, в девяти из одиннадцати стран, если применять учетную ставку 5%, и в восьми из одиннадцати стран, если применять учетную ставку 10%⁸.

52. В разных странах инвесторы придают различное экономическое значение очень низкому показателю выбросов ПГ в ядерной энергетике. В странах, где не существует ограничений выбросов ПГ, очень низким уровням выбросов ПГ существенного экономического значения не придается. В странах, устанавливающих ограничения таких выбросов или облагающих их налогами, низкие показатели выбросов действительно имеют экономическое значение. Экономическая конкурентоспособность ядерной энергетике в ближайшем будущем повысится, если она будет учитываться в мировых механизмах торговли углеродом, связанных с сокращением выбросов ПГ.

53. Финансовый и экономический кризис, который начался осенью 2008 года, как представляется, лишь незначительно повлиял на проекты в области ядерной энергетике, а прогнозные показатели, рассчитанные в 2009 году, даже повысились, о чем говорится в разделе С.4. Во-первых, кризис никак не сказался на долгосрочных факторах, стимулирующих развитие ядерной энергетике, что прежде всего относится к увеличению спроса на энергию в результате роста народонаселения и экономического развития, заинтересованности в стабильных и прогнозируемых затратах на производство электроэнергии и озабоченности в отношении энергетической безопасности и охраны окружающей среды, в особенности изменения климата. Во-вторых, кризис более заметно сказался на проектах с более короткими сроками разработки. Потенциальное снижение роста спроса в краткосрочной перспективе уменьшает необходимость оперативного принятия решений в отношении краткосрочных

⁸ OECD/NUCLEAR ENERGY AGENCY, *Projected Costs of Generating Electricity: 2010 Edition*, OECD, Paris (2010).

инвестиций, а длительные сроки разработки, связанные с ядерными проектами, позволяют проводить дополнительный анализ и вести подготовительные работы не столь стремительными темпами. Таким образом, кризис сказался на большинстве ядерных проектов на ранних этапах своего планирования, основные решения о финансировании которых предстоит принимать через годы. Поэтому было отложено или аннулировано лишь несколько планов развития ядерной отрасли, и портфель заказов остается полным. В-третьих, хотя капитальные затраты в ядерной энергетике, как представляется, с 2004 года удвоились, капитальные затраты производства электроэнергии в не связанных с ядерной энергетикой секторах также повысились, и сравнительные экономические показатели различных вариантов производства электроэнергии остались либо прежними, либо изменились очень незначительно.

54. Это отнюдь не означает, что отрасль ядерной энергетике осталась в стороне от мирового финансового и экономического кризиса. Отмечалось, что именно он стал фактором, приведшим к краткосрочным задержкам или отсрочкам реализации ядерных проектов в некоторых регионах мира, в особенности в Европе и Северной Америке. Так, например, компания "Ваттенфол" отложила принятие решений о сооружении новых АЭС в Соединенном Королевстве на 12-18 месяцев, сославшись на экономический спад и ситуацию на рынке. Российская Федерация объявила, что в течение следующих нескольких лет в силу финансового кризиса и более низких прогнозов потребления электроэнергии она замедлит запланированный рост с двух реакторов в год до одного. К концу 2009 года в США из 18 заявок на комбинированные лицензии, касающиеся 28 реакторов, по просьбе заявителей рассмотрение 5 было приостановлено. В Южной Африке компания "Эском" сроки сооружения своего следующего запланированного реактора продлила на два года, до 2018 года.

D.1.2. Общественное восприятие

55. Отношение общественности к ядерной энергетике во многих странах в последние годы изменилось. С признанием озабоченности в отношении изменения климата и в отсутствие реальных и доступных альтернатив поддержка ядерной энергетике общественностью увеличилась. Изменение общественного восприятия ядерной энергетике частично объясняется успешной выработкой электроэнергии на АЭС на протяжении последних 20 лет, а также представлением о том, что ядерная энергия может внести существенный вклад в борьбу с глобальным потеплением. Продолжающийся процесс накопления успешного опыта снятия с эксплуатации и обращения с отработавшим топливом также может вносить свой вклад в укрепление общественного доверия. Вместе с тем в других государствах озабоченность общественности в отношении ядерной энергетике по-прежнему является одним из главных факторов, затрудняющих расширение или начало осуществления ядерно-энергетических программ.

D.1.3. Обращение с отработавшим топливом и отходами и их захоронение

56. Большая часть отработавшего топлива в мире по-прежнему хранится в бассейнах реакторов или в хранилищах. Однако хранение является промежуточным этапом во всех стратегиях обращения с отработавшим топливом, а окончательное захоронение отработавшего топлива или высокоактивных отходов (ВАО) переработки отработавшего топлива может занимать десятилетия. Отработавшее топливо продолжает накапливаться в более значительных объемах и требует хранения в течение более продолжительных периодов времени, чем это первоначально предусматривалось (свыше 100 лет). Кроме того, развиваются работы по проектированию топлива, с тем чтобы можно было обеспечить гораздо более высокую глубину

выгорания, чем это первоначально учитывалось в проектных основах многих видов хранения. Поэтому, например, ощущается необходимость в проведении исследований и испытаний в отношении многих самых разных физических, химических и тепловых процессов на предмет обеспечения постоянной работоспособности, надежности, безопасности и физической безопасности хранилищ и отработавшего топлива, а также обеспечения того, чтобы в конечном счете можно было осуществлять безопасную и надежную перевозку отработавшего топлива из мест хранения для переработки или захоронения.

57. У некоторых стран, таких как Индия, Российская Федерация, Франция и Япония, есть постоянно действующие программы рециклирования отработавшего топлива. Однако поскольку окончательное захоронение необходимо при всех вариантах конечной стадии топливного цикла, доступ к захоронению необходим для каждой страны. Есть необходимость в оказании поддержки вариантам, инициативам и проектам по окончательному захоронению. Необходимо оказание особой поддержки странам, впервые приступающим к развитию ядерной энергетики, в разработке стратегий обращения с отработавшим топливом.

58. Технология снятия с эксплуатации имеется и является зрелой, и можно существенно оптимизировать радиационные риски, дозы облучения, объемы и виды отходов, графики и затраты, если снятие с эксплуатации будет приниматься в расчет на ранней стадии.

D.1.4. Взаимосвязь между энергосистемами и реакторной технологией

59. Из 31 страны, рассматривающей возможность или планирующей развивать ядерную энергетику, в 17 мощность энергосистем менее 5 ГВт (эл.), которая, согласно 10-процентной рекомендации, слишком мала для того, чтобы к ней можно было подключить большинство реакторов предлагаемых конструкций без усовершенствования объединения международных энергосетей. Связанные с энергосистемами вопросы могут также ограничить выбор технологии и для других стран, мощность энергосистем которых менее 10 ГВт (эл.).

D.2. Основные вопросы, связанные с долгосрочным развитием ядерной отрасли

60. Главная новая информация, приводимая в данном разделе, касается оценки запасов урана.

61. Согласно последним оценкам глобальных запасов урана, опубликованным АЯЭ/ОЭСР и МАГАТЭ в 2010 году, установленные традиционные ресурсы урана составляют 6,3 млн. тонн. Определенного улучшения в использовании природных ресурсов (повышения производства энергии максимум в два раза) на реакторах нынешнего поколения можно добиться посредством уменьшения содержания урана-235 в хвостах установок по обогащению, повторного использования урана и плутония, извлеченных из отработавшего топлива, увеличения глубины выгорания топлива и модернизации систем станций (например, за счет установки более эффективных турбин).

Е. Развитие реакторной технологии и технологии топливного цикла⁹

Е.1. Развитие технологии ядерных реакторов и вспомогательных технологий

Е.1.1. Легководные реакторы (LWR)

62. Китай, в дополнение к своей обширной ядерно-энергетической программе, для которой реакторы с водой под давлением (PWR), водо-водяные энергетические реакторы (ВВЭР) и тяжеловодные реакторы (HWR) поставлялись иностранными поставщиками, уже разработал и эксплуатирует реакторы PWR средней мощности своей собственной конструкции. Кроме того, Национальной ядерной корпорацией Китая (НЯКК) разработана эволюционная китайская ядерная энергетическая установка (CNP-1000), в которой учтен опыт проектирования, строительства и эксплуатации существующих установок в Китае. Два энергоблока с CNP-1000 находятся в эксплуатации ("Линао-1" и "Линао-2"), а еще несколько энергоблоков строятся и запланированы. На Государственную корпорацию по ядерной энергетике и технологии (ГКЯЭТ), созданную в мае 2007 года, возложена ответственность за ассимиляцию технологии реакторов AP-1000 компании "Вестингауз" при разработке проекта китайского реактора большой мощности с пассивными средствами безопасности CAP1400, а также некоторых других передовых реакторных концепций, включая реакторы малой и средней мощности (PMCM) и сверхкритический водоохлаждаемый реактор (SCWR).

63. Уровень мощности европейского реактора с водой под давлением (EPR), составляющий 1600+ МВт (эл.), был выбран таким образом, чтобы он обеспечивал экономию за счет масштаба по сравнению с последними сериями PWR, эксплуатируемыми во Франции (серия N4) и Германии (серия "Konvoi"). Компания "Электрисите де Франс" (ЭДФ) планирует приступить к строительству EPR в Пенли, начиная с 2012 года. Два энергоблока с EPR также строятся в Китае – энергоблоки 1 и 2 в Тайшане. Разработанная компанией "АРЕВА" для США конструкция EPR в настоящее время рассматривается Комиссией по ядерному урегулированию (КЯР) США с целью сертификации этой конструкции в США и Исполнительным органом по вопросам здравоохранения и безопасности Соединенного Королевства с целью проведения общей оценки конструкции в Соединенном Королевстве.

64. Компания "АРЕВА" также работает с компанией "Мицубиси хэви индастриз" (МХИ) в рамках совместного предприятия, занимающегося разработкой PWR АТМЕА-1 мощностью 1100+ МВт (эл.), и с несколькими европейскими энергопредприятиями, участвуя в разработке BWR KERENA мощностью 1250+ МВт (эл.).

65. В Японии выгоды стандартизации и серийного строительства реализуются при создании энергоблоков на базе большого усовершенствованного реактора с кипящей водой (ABWR), проектируемых компаниями "Дженерал Электрик", "Хитачи" и "Тосиба"¹⁰. Несколько ABWR предложены для строительства в США.

⁹ Оценки в этом разделе основаны на информации, имевшейся у Секретариата во время подготовки доклада, в том числе на информации из открытых источников, и поэтому, возможно, они не являются исчерпывающими или абсолютно точными.

¹⁰ Два ABWR также сооружаются на Тайване, Китай.

66. Также в Японии компания МХИ разработала усовершенствованный реактор с водой под давлением (APWR+), который является еще более мощным вариантом большого усовершенствованного PWR, спроектированного компаниями МХИ и "Вестингауз" для энергоблоков "Цуруга-3" и "Цуруга-4". Компания МХИ представила КЯР вариант APWR для США, US-APWR, для сертификации конструкции. Европейский вариант APWR, EU-APWR, в настоящее время проходит оценку с целью определения его соответствия требованиям, предъявляемым к европейским энергопредприятиям (EUR).

67. С целью обеспечения устойчивого получения энергии посредством эффективной конверсии (с коэффициентом конверсии, равным или превышающим 1,0) воспроизводящих изотопов в делящиеся изотопы компания "Хитачи" разрабатывает в Японии большой BWR с уменьшенным замедлением и возобновляемыми ресурсами (RBWR), а Японское агентство по атомной энергии (ЯААЭ) разрабатывает большой водоохлаждаемый реактор с уменьшенным замедлением (RMWR).

68. В Республике Корея преимущества стандартизации и серийного строительства достигаются посредством применения корейских стандартных АЭС (KSNP) мощностью 1000 МВт (эл.). Десять KSNP находятся в промышленной эксплуатации. Накопленный опыт использовался Корейской компанией по гидро- и ядерной энергетике (КХНП) при разработке улучшенного варианта оптимизированного энергетического реактора мощностью 1000 МВт (эл.), четыре энергоблока на базе которого сооружаются на площадках "Шин-Кори-1" и "Шин-Кори-2" и "Ульсан-1" и "Ульсан-2", причем подключение к энергосети намечено на период 2010-2012 годов. Разрабатывается усовершенствованный энергетический реактор мощностью 1000 МВт (эл.) (APR) с повышенными показателями безопасности и экономики, и эти работы запланировано завершить к 2012 году.

69. В реакторе APR-1400 компании КХНП используется опыт KSNP, причем более высокий уровень мощности позволяет добиться экономии за счет масштаба. На площадках "Шин-Кори-3" и "Шин-Кори-4" сооружаются первые два энергоблока APR-1400, а с КХНП заключен контракт на строительство четырех энергоблоков с APR-1400 в Объединенных Арабских Эмиратах. В Республике Корея проводятся работы по проектированию APR+ мощностью приблизительно 1500 МВт (эл.) с целью закончить стандартный проект к 2012 году.

70. В Российской Федерации с учетом опыта эксплуатации станций с реакторами ВВЭР-1000 разработаны станции с эволюционными ВВЭР. Энергоблоки с ВВЭР-1000 в настоящее время сооружаются на Калининской и Волгодонской площадках, а энергоблоки с ВВЭР-1200 – на площадках Нововоронежской АЭС-2 и Ленинградской АЭС-2. Дополнительные энергоблоки с ВВЭР-1200 запланированы к 2020 году на Нововоронежской, Ленинградской, Волгодонской, Курской, Смоленской и Кольской атомных электростанциях. Энергоблок с эволюционным ВВЭР-1000 будет сооружен в Белене, Болгария, причем в нем будут использованы некоторые особенности проектной основы АЭС-2006. Два энергоблока с эволюционными ВВЭР-1000 были подключены к энергосети в Тяньване, Китай, а в Индии сооружаются новые энергоблоки с ВВЭР-1000.

71. В США КЯР в 1997 году сертифицировала проекты большого APWR (модель System 80+ компании "Комбасчн инджиниринг") и большого ABWR (ABWR компании "Дженерал Электрик"). В 1999 году был сертифицирован проект реактора AP-600 средней мощности компании "Вестингауз" с пассивными системами безопасности. Компания "Вестингауз" разработала AP-1000 с использованием технологии пассивных средств безопасности, разработанной для AP-600 с целью сокращения капитальных затрат на основе экономии за счет масштаба. В настоящее время рассматривается поправка к сертификации КЯР проекта 2006 года для AP-1000.

72. Компания "Дженерал Электрик" проектирует экономичный упрощенный реактор большой мощности с кипящей водой (ESBWR) с использованием экономии за счет масштаба и технологии модульной пассивной системы. ESBWR в настоящее время находится на этапе рассмотрения сертификации проекта в КЯР.

73. Для сверхкритических водоохлаждаемых систем, которые были отобраны для развития Международным форумом "Поколение-IV" (МФП), вероятнее всего, потребуется создание опытного образца или демонстрационной установки. В сверхкритической системе реактор работает при сверхкритических параметрах воды (22,4 МПа и 374°C), что обеспечивает более высокую тепловую эффективность, чем у современных LWR и HWR. При упрощенной конструкции станции прогнозируется тепловой КПД 40-45%. Примером является концепция термодинамически сверхкритического водоохлаждаемого реактора большой мощности, разрабатываемая компаниями "Тосиба" и "Хитачи" и Токийским университетом. В области термодинамически сверхкритических LWR Европейская комиссия поддерживает проект высокоэффективного легководного реактора (HPLWR). Работа над концепциями термодинамически сверхкритических реакторов ведется также в университетах, исследовательских центрах и проектных организациях Германии, Индии, Канады, Китая, Республики Корея, Российской Федерации, США, Украины и Японии.

Е.1.2. Тяжеловодные реакторы (HWR)

74. Усовершенствованные конструкции реакторов HWR разрабатываются в нескольких странах. В Канаде компания "Атомик энерджи оф Кэнада лимитед" (АЭКЛ) работает над концепцией усовершенствованных реакторов CANDU 6 (EC6), основанной на последней станции с CANDU 6, сооруженной в Циньшане, Китай, которая была модернизирована с целью выполнения требований последних кодексов и норм и учитывает новейшие регулирующие требования. АЭКЛ также разрабатывает эволюционный усовершенствованный реактор CANDU большой мощности, ACR-1000, использующий уран невысокого обогащения и легководный теплоноситель и включающий усовершенствования на основе исследований и разработок, выполненных за последние десятилетия. Кроме того, в качестве части инициативы МФП АЭКЛ разрабатывает инновационную конструкцию канального реактора с тяжеловодным замедлителем и сверхкритическими параметрами легководного теплоносителя.

75. В Индии процесс эволюции конструкции HWR продолжается с начала осуществления проектов "Раджастан-1" и "Раджастан-2". Проводятся также исследования конструкции канального реактора с тяжеловодным замедлителем и термодинамически сверхкритическими параметрами легководного теплоносителя.

Е.1.3. Газоохлаждаемые реакторы

76. Китай планирует строительство в Шидаоване высокотемпературного газоохлаждаемого модульного реактора с шаровыми твэлами (HTR-PM) мощностью 250 МВт (тепл.) с непрямым (паротурбинным) циклом. В Южной Африке проект демонстрационного модульного реактора мощностью 165 МВт (эл.) с шаровыми твэлами (PBMR) был переработан под паротурбинную концепцию, которая предусматривает производство электроэнергии или использование в технологических целях. Это изменение привело к задержке осуществления проекта PBMR, и его будущее интенсивно обсуждается в Южной Африке.

Е.1.4. Быстрые реакторы

77. Использование ресурсов является важным фактором для долгосрочной устойчивости ядерной отрасли. Реакторы быстрого спектра с рециклом топлива обеспечивают значительное повышение показателей устойчивости. Поэтому научные исследования и технологические

разработки в области реакторов на быстрых нейтронах и соответствующих топливных циклов во многих странах вновь включены в повестку дня исследовательских и промышленных организаций, а также научного сообщества.

78. К важным ближайшим и отдаленным рубежам в развитии быстрых реакторов относятся запланированный ввод в эксплуатацию китайского экспериментального быстрого реактора (CEFR), который впервые достиг критичности в июле 2010 года, перезапуск промышленного прототипа реактора Monju в Японии в мае 2010 года, запланированный ввод в эксплуатацию в 2011-2013 годах энергетических быстрых реакторов в Индии и Российской Федерации (прототипа быстрого реактора-размножителя (PFBR) и БН-800, соответственно), запланированное строительство приблизительно в 2020 году французского прототипа быстрого реактора ASTRID и дальнейшие проекты строительства демонстрационных и промышленных реакторов, запланированные на 2020-2050 годы в Индии, Республике Корея, Российской Федерации и Японии.

79. Китай вскоре осуществит первую существенную стадию проводимой им разработки технологии быстрых реакторов, когда он введет в эксплуатацию CEFR мощностью 65 МВт (тепл.), который впервые достиг критичности в июле 2010 года. Продолжается концептуальное проектирование китайского демонстрационного быстрого реактора (CDFR) мощностью 600-900 МВт (эл.). Следующей концепцией, рассматриваемой в настоящее время и ведущей к промышленному использованию технологии быстрых реакторов приблизительно к 2030 году, является китайский демонстрационный быстрый реактор-размножитель мощностью 1000-1500 МВт (эл.) (CDFBR). К 2050 году Китай рассчитывает увеличить суммарную мощность своих АЭС до уровня 240-250 ГВт (эл.), главным образом за счет быстрых реакторов-размножителей.

80. Во Франции деятельность по разработке технологии быстрых реакторов определяется двумя законодательными актами французского парламента: законом от 13 июля 2005 года, определяющим руководящие принципы энергетической политики, и законом от 28 июня 2006 года, определяющим в общих чертах политику устойчивого обращения с радиоактивными отходами и проведения НИОКР по инновационным ядерным реакторам с целью обеспечить, чтобы можно было, во-первых, к 2012 году сделать оценку промышленных перспектив реакторов этого типа и, во-вторых, к 31 декабря 2020 года ввести в эксплуатацию прототип реактора (с промышленным внедрением этой технологии в 2040-2050 годах). Во исполнение положений этих законов Комиссия по атомной энергии (КАЭ) и ее промышленные партнеры (ЭДФ и АРЕВА) осуществляют амбициозную программу исследований и разработки технологии, имеющую целью разработку и внедрение прототипа быстрого реактора ASTRID мощностью 300-600 МВт (эл.) с натриевым теплоносителем.

81. В рамках проектов Евратома КАЭ также проводит исследования по концептуальному проектированию для экспериментального прототипа реактора мощностью 50-80 МВт (тепл.) под названием ALLEGRO.

82. В Индии первый выход на режим критичности реактора PFBR мощностью 500 МВт (эл.) в Калпаккаме, спроектированного в Центре атомных исследований им. Индиры Ганди (ИГКАР) и построенного компанией "БХАВИНИ", запланирован на 2011 год. Следующий этап предусматривает строительство и промышленную эксплуатацию к 2023 году еще шести реакторов типа PFBR на смешанном оксидном уран-плутониевом топливе (двухреакторного энергоблока в Калпаккаме и четырех реакторов мощностью по 500 МВт (эл.) на новой площадке, которая будет определена). Конструкция этих шести быстрых реакторов-размножителей будет основана на подходе, предусматривающем поэтапные усовершенствования конструкции первого PFBR в Калпаккаме. Индийская национальная

стратегия на период после 2020 года базируется на реакторах мощностью ~1000 МВт (эл.) с высоким избыточным коэффициентом воспроизводства и на совместном размещении многоблочных энергетических парков с установками топливного цикла, основанными на пирохимической технологии переработки.

83. В Японии Министерство просвещения, культуры, спорта, науки и технологии (МЕКСТ) определило “Политику исследований и разработок в области технологии цикла быстрых реакторов-размножителей (БРР)”, основанную на “Основном плане в области науки и технологий” на 2006-2011 годы, в котором Совет по политике в области науки и технологии (СПНТ) бюро кабинета министров Японии определил технологию цикла быстрых реакторов-размножителей в качестве одной из ключевых технологий, имеющих национальную важность.

84. Япония объявила о повторном пуске прототипа быстрого реактора Monju в мае 2010 года, и на площадке, на которой эксплуатация была приостановлена на протяжении пятнадцати лет после пожара в 1995 году, были начаты работы. Ожидается, что нормальные эксплуатационные уровни будут достигнуты к 2013 году. Деятельность в Японии по проектированию и внедрению быстрых реакторов, как ожидается, приведет к вводу демонстрационного быстрого реактора приблизительно в 2025 году и к промышленной эксплуатации технологии быстрых реакторов-размножителей приблизительно в 2050 году. Эти цели будут достигнуты на основе опыта эксплуатации, накопленного на прототипе быстрого реактора Monju, и на результатах проекта по разработке технологии цикла реакторов на быстрых нейтронах (проекта ФАКТ, начатого в 2006 году), в рамках которого будут разработаны инновационные технологии, направленные на обеспечение экономической конкурентоспособности, высокой надежности и безопасности быстрых реакторов-размножителей следующего поколения.

85. Деятельность по разработке быстрых реакторов в Республике Корея осуществляется в рамках МФП. В настоящее время НИОКР сосредоточены на проектировании активной зоны, систем теплопереноса и систем механических конструкций. В частности, тематика НИОКР включает эксперимент с контуром пассивного отведения тепла распада (КПОТ), системы по циклу Брайтона со сверхкритическим CO_2 , испытание взаимодействия Na-CO_2 и работы по натриевой технологии. Проводится разработка концепций инновационных быстрых реакторов с натриевым теплоносителем и их топливного цикла. Республика Корея планирует разработать и создать демонстрационный быстрый реактор к 2025-2028 году.

86. Российская Федеральная целевая программа (ФЦП) “Ядерные энерготехнологии нового поколения на период 2010–2020 годов” направлена на повышение безопасности ядерной энергии и решение вопросов, связанных с отработавшим топливом. Россией разработан среднесрочный план, основное внимание в котором уделяется технологии быстрых реакторов, без строительства новых легководных реакторов. Эксплуатация существующих легководных реакторов будет продолжена, а их отработавшее топливо будет использоваться в качестве топлива для следующего поколения быстрых реакторов. Российская программа в области быстрых реакторов основана на обширном опыте эксплуатации быстрых реакторов экспериментального и промышленного масштаба с натриевым теплоносителем. В России также нарабатан и обобщен опыт в области технологии быстрых реакторов с тяжелыми жидкометаллическими теплоносителями (на основе свинца и эвтектики “свинец-висмут”). В настоящее время в России сооружается реактор БН-800 с натриевым теплоносителем, работающий на смешанном оксидном уран-плутониевом топливе, ввод в эксплуатацию которого запланирован на 2013 год. Программа разработки быстрых реакторов включает продление срока эксплуатации экспериментального реактора БОР-60 и промышленного реактора БН-600 и проектирование нового экспериментального реактора МБИР – реактора мощностью 100 МВт (тепл.)/50 МВт (эл.) с натриевым теплоносителем, работающего на смешанном оксидном уран-плутониевом (или, альтернативно, на уран-плутониевом

нитридном) топливе и запланированного в качестве замены реактора БОР-60. В рамках этой программы технологии быстрых реакторов, основанные на натриевых, свинцовых, и использующих эвтектику "свинец-висмут" теплоносителях (т.е. SFR, БРЕСТ-ОД-300 и СВБР-100, соответственно), будут разрабатываться одновременно, наряду с соответствующими топливными циклами. Продолжается также проектирование усовершенствованного промышленного быстрого реактора большой мощности БН-К с натриевым теплоносителем.

87. Прежний подход к управлению программой в США был сосредоточен на постепенном совершенствовании существующих технологий, обеспечивающем внедрение быстрых реакторов в короткие сроки (в течение ~20 лет). Он был связан с необходимостью лучше использовать гору Якки. Проблемы, связанные с этим подходом, и соответствующий выбор технологий и интегрированных систем определялись характеристиками горы Якки и временными рамками проекта (иными словами, координацией с национальной геологической стратегией/планами захоронения). Важным последствием этого "индустриального" подхода было то, что инвестиции в исследования и разработку технологии и в реальное обновление инструментальных средств, необходимых для развития лучшего понимания основных принципов, были весьма ограниченными.

88. Нынешний подход в США к управлению программой сосредоточен на долгосрочном развертывании технологий топливного цикла, начальном анализе широкого набора вариантов и на использовании инструментальных средств и подходов современной науки для решения проблем и разработки технологий с улучшенными показателями.

89. Одной из основных целей программы США является разработка комплексной стратегии обращения с отходами. Основное внимание в этой работе уделяется обеспечению возможностей прогнозирования для понимания работы хранилища. Еще одной основной сферой исследований является область технологий разделения использованного топлива. Инновационные долгосрочные варианты исследуются с помощью маломасштабных экспериментов, разработки теории, а также физического и машинного моделирования, позволяющего понять основополагающие принципы. Целью этой работы является сокращение отходов. Еще одной главной целью программы США по быстрым реакторам является улучшение защиты и контроля материалов. В этой области работа сосредоточена на разработке усовершенствованных методов, обеспечивающих управление в реальном времени ядерными материалами с непрерывным инвентарным количеством (в том числе для промышленных установок большой производительности).

90. Конкретная деятельность в области исследований и технологий включает разработку "усовершенствованного рециклирующего реактора" для закрытия топливного цикла и быстрого реактора, необходимого для будущих систем трансмутации/использования трансурановых элементов. В ближайшей перспективе основное внимание уделяется технологии натриевого теплоносителя. Что касается будущего развертывания технологии быстрых реакторов, то программа США сконцентрирована на двух главных областях исследований: сокращении капитальных затрат и обеспечении безопасности (включая высокую надежность систем).

Е.2. Развитие технологии ядерного топливного цикла и вспомогательных технологий

91. Проводятся исследования новых водных и безводных технологий переработки отработавшего топлива для LWR, которые позволят значительно уменьшить образование отходов. В целях испытаний и оптимизации разрабатываемых технологий проводятся работы по созданию экспериментальных опытно-промышленных демонстрационных установок.

92. В области захоронения ВАО настоящее время осуществляются опытно-конструкторские работы по исследованию подходящих площадок и конкретных инженерных барьеров и проведению оценок безопасности и внедрению технологии герметизации и захоронения.

Г. Сотрудничество, связанное с расширением использования ядерной энергии и развитием технологий

93. Число членов Международного форума "Поколение-IV" (МФП) возросло до 13¹¹. Стоящая перед ним цель – разработка ядерно-энергетических систем нового поколения, обладающих преимуществами в сферах экономики, безопасности, надежности и устойчивости, причем их коммерческое развертывание возможно до 2030 года.

94. В конце 2009 года число участников Международного проекта по инновационным ядерным реакторам и топливным циклам (ИНПРО) Агентства составляло 31¹². Программа работы ИНПРО отражает интересы его членов, которые вносят вклад натурой и предоставляют внебюджетные средства. Доступ к результатам ИНПРО открыт для всех государств – членов Агентства. Деятельность в рамках ИНПРО, главным образом в виде совместных проектов ИНПРО, в которых участники ИНПРО сотрудничают по конкретным тематическим вопросам, осуществляется в следующих областях:

- a) долгосрочные стратегии развития ядерно-энергетических систем с использованием методологии ИНПРО, например, для оценок ядерно-энергетических систем (ОЯЭС);
- b) анализ и построение – на основе моделирования глобальной ядерно-энергетической системы – глобальной картины, сценариев и методов достижения устойчивого ядерного развития в XXI веке;
- c) инновации в области ядерных технологий, а также инновации в институциональных механизмах, которые могут потребоваться для осуществления технологических инноваций;
- d) форум для диалога между владельцами и потребителями технологий по вопросам энергетических инноваций.

95. ИНПРО и МФП координируют свою деятельность на основе плана совместных действий, первоначально разработанного в феврале 2008 года и недавно, в марте 2010 года, обновленного на четвертом совещании по координации ИНПРО/МФП. В настоящее время этот план включает соглашения по координации действий в следующих областях: общий обмен информацией, использование синергии в методах оценки (с упором на устойчивость с точки зрения распространения), сотрудничество в тематических исследованиях и поддержание глобального диалога между владельцами и пользователями технологий. В июне 2010 года в Вене был проведен совместно организованный семинар-практикум на тему "Аспекты эксплуатации и безопасности быстрых реакторов с натриевым теплоносителем".

¹¹ Его членами являются Аргентина, Бразилия, Канада, Китай, Республика Корея, Российская Федерация, Соединенное Королевство, США, Франция, Швейцария, Южная Африка, Япония, а также Евратом.

¹² Участниками ИНПРО являются Алжир, Аргентина, Армения, Беларусь, Бельгия, Болгария, Бразилия, Германия, Индия, Индонезия, Испания, Италия, Казахстан, Канада, Китай, Марокко, Нидерланды, Пакистан, Республика Корея, Российская Федерация, Словакия, Соединенные Штаты Америки, Турция, Украина, Франция, Чешская Республика, Чили, Швейцария, Южная Африка, Япония и Европейская комиссия. Десять других стран, которые либо рассматривают вопрос о присоединении к числу участников, либо участвуют на рабочем уровне, имеют статус наблюдателя.

96. Первоначально Международная система сотрудничества в области ядерной энергии (МССЯЭ) была создана в 2006 году Соединенными Штатами как Глобальное ядерно-энергетическое партнерство (ГЯЭП). В июне 2010 года она была переименована, и теперь она охватывает 26 стран-участниц и 30 стран-наблюдателей¹³, а также 3 международные организации-наблюдателя, включая Агентство. В настоящее время МССЯЭ имеет две рабочие группы: одна по развитию инфраструктуры, а другая по оказанию надежных топливных услуг. Рабочая группа по развитию инфраструктуры проводит двухгодичные семинары-практикумы по таким темам, представляющим интерес для стран, приступающих к реализации ядерно-энергетических программ, как развитие людских ресурсов, обращение с отходами и финансирование. Рабочая группа по надежным топливным услугам содействует разработке технических и институциональных мер, на которые операторы АЭС могли бы рассчитывать в плане обеспечения ядерным топливом в течение всего срока эксплуатации реактора. Этими рабочими группами управляют руководящий комитет, на министерском уровне, и исполнительный комитет.

97. В мае 2008 года Казахстан и Российская Федерация создали в Восточной Сибири Международный центр по обогащению урана (МЦОУ). К числу участников этого Центра присоединились также Украина и Армения. МЦОУ – это один из этапов выдвинутого в 2006 году президентом Владимиром Путиным предложения о создании "системы международных центров по предоставлению услуг ядерного топливного цикла, включая обогащение, под контролем МАГАТЭ, на основе недискриминационного доступа". Обсуждается также возможность создания Казахстаном и Российской Федерацией совместного предприятия с целью строительства еще одного завода по обогащению в Ангарске.

98. В ноябре Совет управляющих уполномочил Генерального директора Агентства подписать соглашение с Российской Федерацией о создании международного запаса НОУ в количестве 120 тонн для использования в случае перебоев с поставками НОУ для атомных электростанций по причинам, не связанным с техническими или коммерческими соображениями. В соответствии с критериями, установленными в соглашении с Российской Федерацией, исключительными полномочиями выделения НОУ из этого запаса обладает Генеральный директор. Российская Федерация обязана выдать все необходимые разрешения и лицензии для экспорта НОУ, а страна – получатель НОУ должна авансом произвести оплату Агентству по действующей в это время рыночной цене.

99. Что касается безопасности, то в рамках проекта Многонациональной программы оценки проектов (МПОП)¹⁴, призванного расширить сотрудничество и усилить сближение требований и практики, началась работа по повышению эффективности регулирующего процесса. МПОП разработала процесс определения общих позиций регулирующих органов, проводящих рассмотрение новых конструкций реакторов для АЭС, по конкретным вопросам, касающимся новых конструкций реакторов. По многим аспектам на общем уровне уже достигнута существенная степень согласованности в форме норм безопасности Агентства: эти согласованные на международном уровне документы будут способствовать дальнейшей гармонизации. Группа экспертов МПОП отметила, что в том, что касается применения детерминированного подхода, например, глубоководной защиты, критериев

¹³ Странами – участниками МССЯЭ являются Австралия, Армения, Болгария, Венгрия, Гана, Иордания, Италия, Казахстан, Канада, Китай, Кувейт, Литва, Марокко, Оман, Польша, Республика Корея, Российская Федерация, Румыния, Сенегал, Словения, Соединенное Королевство, США, Украина, Франция, Эстония и Япония.

¹⁴ В настоящее время членами МПОП являются Канада, Китай, Республика Корея, Российская Федерация, Соединенное Королевство, Соединенные Штаты Америки, Финляндия, Франция, Южная Африка и Япония.

единичного отказа и запасов прочности, между национальными позициями имеется определенный общий уровень проектных требований, которые соответствуют Требованиям безопасности Агентства. Аналогичным образом, существуют общие черты в применении вероятностных методов, дополняющих детерминированный подход. Цель МПОП состоит в том, чтобы обеспечить опору на существующие общие черты сводов и норм Агентства и других сводов и норм, например АОИМ (Американского общества инженеров-механиков), РСС-М (Проектных и концептуальных норм для механических компонентов ядерного оборудования PWR, Франция) и КЕПИК (Свода положений электроэнергетической отрасли, Корея). Прогресс, уже достигнутый в определенных областях, демонстрирует, что возможен и желателен больший уровень сотрудничества и схождения, при этом в вопросах лицензирования и регулирующих решений национальные регулирующие органы сохраняют суверенные полномочия.