

**МЕЖДУНАРОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ****КРИТЕРИИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫБОРЕ ПЛОЩАДКИ АТОМНОЙ СТАНЦИИ  
Руководство по безопасности (Финляндия)**

***Safety criteria for siting a nuclear power plant -  
Guide YVL 1.10, ed. Radiation and nuclear safety authority (STUK),  
July 11, 2000, Helsinki, ввод в действие 01.01.2001, 9 p.***

Регулирующий и надзорный орган Финляндии, которому подведомственны вопросы ядерной и радиационной безопасности (STUK), разработал руководства по безопасности. Все виды деятельности по использованию ядерной энергии подлежат лицензированию и должны соответствовать базовому документу - Закону о ядерной энергии (YEL 990/1987).

В основу лицензирования выбора площадки атомной станции (АС) заложены процедуры оценки влияния ядерного объекта на окружающую среду, предусматриваемые Законом об охране окружающей среды - Act on environmental impact assessment procedure (EIA 468/1994) и постановлением Decree on EIA 269/1999. Отчет о влиянии объекта на окружающую среду не позднее чем за шесть месяцев до выдачи лицензии согласно рекомендации Euratom 99/829 должен быть представлен в Комиссию Европейского Союза.

Законом о землепользовании и строительстве – Land use and building act (132/1999) и постановлением 895/1999 предписаны соответствующие процедуры. Карты региона и генеральный план площадки АС закладываются в основу генеральных планов землепользования, детально разрабатываемых на местном уровне вместе с планированием строительства и развития. Разрешение на строительство в прибрежной зоне морского или иного водного бассейна не выдается до составления подробного плана данной территории.

Дополнительно установлена предписываемая Законом о природоохранных процедурах - Environmental permit procedures act (731/1991) разрешительная процедура, включаемая в планы строительства и эксплуатации АС. Планы проведения спасательных работ при авариях на АС составляются в соответствии с Законом о спасательных работах – Act on rescue services (561/1999), постановлением 857/1999, приказом Министерства внутренних дел № 1/97 и Руководством А:57.

Требования к ограничению радиоактивных выбросов АС устанавливаются главой 3 Решения Государственного Совета (VNP 359/1991) об общих принципах регулирования безопасности АС и дополнительными руководствами YVL 2.6 и YVL 2.8, первое из которых формирует требования к сейсмостойкости АС, а второе посвящено вероятностному анализу безопасности.

Руководствами STUK Guides YVL 7.1 – 7.11 и YVL 7.18 определяются радиационная безопасность на площадке станции и вне ее и планы действий при чрезвычайных ситуациях.

Альтернативные предложения по выбору площадки могут быть рассмотрены и при подаче заявки в рамках Закона об охране окружающей среды. Но в соответствии с Законом о ядерной энергии заявки на получение лицензии на строительство и эксплуатацию должны относиться только к одной конкретной АС.

Площадка АС занимает территорию радиусом примерно 1 км. Как правило, на ней разрешено осуществление только тех видов деятельности, которые связаны с работой станции. Запрещено постоянное проживание людей, допускается лишь присутствие ограниченного числа непосредственно занятых работой на АС и их кратковременный отдых. Лицензиат, ответственный за эксплуатацию, должен располагать полномочиями и способностью при необходимости удалять с площадки посторонних лиц, не имеющих формального доступа, или предотвращать проникновение их на площадку.

Посещение площадки может быть разрешено лицензиатом при сохранении способности контролировать перемещения этих лиц по территории станции.

Транспорт может пересекать площадку при условии, если интенсивность движения невелика и все зоны площадки в случае надобности будут доступны для проезда.

Площадка окружена защитной зоной радиусом 5 км. В ней применяются меры по ограничению землепользования. В частности, общая численность населения не должна превышать 200 человек, не допускается высокая плотность заселения, размещение больниц и предприятий, на которых работает или которые посещает большое число людей. В зоне не допускается осуществление тех видов деятельности, которые могут быть затронуты авариями на АС.

В соответствии с приказом Министерства внутренних дел АС окружена зоной аварийного планирования радиусом до 20 км, для которой администрацией станции разрабатывается детальный план мероприятий по защите населения. На администрацию также возлагается ответственность за реализацию этого плана.

Риск от внешних воздействий в соответствии с Руководством YVL 2.8 подлежит оценке с учетом следующих природных феноменов:

- замерзание, засорение и т.п., мешающее поступлению охлаждающей воды;
- штормы;
- снеговая нагрузка;
- наводнение;
- понижение уровня моря;

- сейсмические явления.

Радиоактивные выбросы в окружающую среду регулируются разделами 9 - 12 Решения Государственного Совета 395/1991, устанавливающими предельный уровень облучения населения вокруг АС, ограничение радиоактивных выбросов при нормальных условиях эксплуатации, при ожидаемых переходных процессах, а также при постулируемых и тяжелых авариях.

Предельно допустимые утечки радиоактивных веществ на площадке АС рассчитываются так, чтобы дозы облучения населения вокруг станции не превышали пределов, установленных решением Государственного Совета.

Руководствами YVL 7.1 - YVL 7.3 детально нормируются дозы облучения, устанавливаются общие требования к методам расчета, оценок индивидуальной и коллективной доз для населения.

Когда дозы облучения населения вокруг станции подсчитаны, рассмотрению подлежат специальные характеристики региона (гидрологические, геологические, метеорологические), а также условия жизни людей.

При подаче заявки на получение лицензии заявитель в соответствии с разделом 35 Постановления о ядерной энергии обязан представить в STUK отчет о проведении предварительного анализа безопасности (PSAR) для планируемого ядерного объекта и разработанный применительно к нему план аварийных мероприятий.

В дальнейшем STUK в соответствии с Руководством YVL 2.8 затребует от заявителя отчет о предварительном вероятностном анализе безопасности, содержащий оценку вероятности аварий на АС, сопутствующих этому событий и возможных радиоактивных выбросов.

Для получения лицензии на эксплуатацию АС заявитель согласно разделу 36 Постановления о ядерной энергии обязан представить в STUK окончательные отчеты по анализу безопасности (FSAR) и вероятностному анализу безопасности (PSA) совместно с описанием действий в чрезвычайных обстоятельствах и программой радиационного мониторинга окружающей среды.

Владелец лицензии на эксплуатацию АС обязан уточнять окончательный отчет по безопасности в период эксплуатации, конкретизировать состояние окружающей среды в районе станции и представлять обновленные документы в STUK.

## **СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ**

### ***Nuclear energy and sustainable development.-***

***Climate change. Nuclear energy: part of the solution, ed. FORATOM, June 2000, 11 p.***

Развитие как непрерывный процесс в области энергетической политики означает рациональное использование топливных ресурсов, производство электроэнергии по приемлемым ценам, рациональное землепользование и минимизацию влияния на окружающую среду.

### ***Доступность топлива***

Значительные запасы урановой руды имеются в ряде стран с высоким уровнем политической стабильности, таких как Канада и Австралия. Объем ядерного топлива, его транспорт, потребные земельные площади, складирование, количество отходов - все это выражается гораздо меньшими числами, нежели для ископаемого топлива. Энергетическая ценность урана предпочтительнее и с точки зрения охраны окружающей среды: одна тонна урана при производстве электроэнергии эквивалентна 17 тысячам тонн угля.

### ***Землепользование***

Ниже представлены земельные площади, необходимые для размещения генерируемой мощности 1000 MWe:

В ядерных энергетических установках	- 1 - 4 км <sup>2</sup>
В солнечных энергетических установках	- 20 - 50 км <sup>2</sup>
В ветровых энергетических установках	- 50 -150 км <sup>2</sup>
В биоэнергетических установках	- 4000 - 6000 км <sup>2</sup>

Чрезвычайно высокие показатели для биоэнергетических установок означают, что подобные энергоустановки в крупных масштабах могут быть использованы только в малонаселенных странах с благоприятным климатом. Многие развивающиеся страны не могут себе позволить выделить для производства биомассы столь значительные площади, поскольку их высшим приоритетом является производство продуктов питания.

Коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) для солнечных и ветровых энергетических установок находится в диапазоне 20 - 40%, для ядерных энергетических установок - в среднем 75 - 80%.

По прогнозам к 2050 году половина населения планеты будет проживать в крупных городах, что резко увеличит потребность в высокой концентрации генерируемых мощностей независимо от погоды. Этим условиям отвечает ядерная энергетика, которая также наиболее подходит для покрытия базовых нагрузок.

### **Отходы и их влияние на окружающую среду**

Ядерный блок 1000 MWe ежегодно производит около 20 т отработавшего ядерного топлива. Радиоактивных отходов гораздо больше, но ядовитых веществ, таких как тяжелые металлы, значительно меньше, чем на тепловых энергоблоках. Для энергоблока такой же мощности на электростанции, работающей на угле и использующей "чистую" (clean coal) технологию, ежегодные выбросы в атмосферу составляют: 900 т SO<sub>2</sub>; 4500 т NO<sub>x</sub>; 6500000 т CO<sub>2</sub>; 400 т различных тяжелых металлов, включая As, Hg, U; радиоактивные выбросы суммарной активностью 0,0015 mSv.

### **Конкурентоспособность**

Стоимость производства электроэнергии в €/kWh (европейский цент = 0,01евро/кВт·ч) для различных типов используемого топлива и источников первичной энергии приведена ниже:

Уголь	7
Нефть	6
Газ	3,9
Ветер	6,2
Гидроэнергия	4,7
Ядерная энергия	3,5

Динамичное развитие усовершенствованных типов реакторов, включая европейский реактор с водой под давлением (EPR) и новый проект высокотемпературного реактора (HTR), а также существенный прогресс в повышении КИУМ энергоблоков и эффективности использования топлива приведут в заметному снижению стоимости вырабатываемой электроэнергии.

В настоящее время в условиях открытых рынков энергии и низких цен роль ядерной энергетика может уменьшаться, если она не имеет экономических и экологических преимуществ в средне- и долгосрочной перспективе. Однако производство электроэнергии - это тот стратегический сектор, который не может развиваться, преследуя лишь ближайшие цели.

### **Климатические изменения**

Ядерная энергетика, покрывая 35% потребностей европейских стран в электроэнергии, вносит самый существенный вклад в уменьшение "парникового эффекта". Без нее в атмосферу ежегодно дополнительно выбрасывалось бы 800 млн. т углекислого газа, а также значительное количество вредных выбросов, включая SO<sub>2</sub> и CO.

Ядерный топливный цикл и его стадии также сопровождаются выбросами углекислого газа. Но для полного цикла (от добычи урановой руды до захоронения отходов) эквивалентные выбросы CO<sub>2</sub> находятся в диапазоне 10 - 50 g/kWh, как и для ветроэнергетики. В теплоэнергетике при сжигании ископаемого топлива этот диапазон составляет 450 - 1200 g/kWh.

С любой точки зрения атомная энергетика - это испытанная технология, использование которой в долгосрочной перспективе может приносить обществу максимальные преимущества с минимальным ущербом окружающей среде.

Прогнозируемый рост потребления электроэнергии странами Европейского Союза в предстоящие 25 лет при запланированном уменьшении "парникового эффекта" на 8% потребует ввода 100 ГВт новых мощностей на АС, что эквивалентно вводу 100 энергоблоков мощностью 1000 MWe каждый.

## **КОНВЕРСИЯ ЯДЕРНЫХ БОЕГОЛОВОК В ТОПЛИВО ДЛЯ АС**

### ***A balancing act with nuclear weapons.-***

***Nuclear engineering international, Jan. 2001, vol. 46, № 558, p. 32***

С 1993 года в рамках процесса разоружения было заключено соглашение о поставках в США из России оружейного урана из демонтируемых российских ядерных бомб и ракетных боеголовок с целью его последующей переработки на американских предприятиях в топливо для АС. Это соглашение в англоязычной технической литературе получило название US-Russian Megatons to Megawatts Agreement, а в русской - Соглашение БОУ-НОУ.

За последние шесть лет около 100 т российского высокообогащенного урана (что эквивалентно примерно 4 тыс. боеголовкам) переработано в низкообогащенный и поставлено на американские АС. 20-летним планом предусмотрена переработка 500 т высокообогащенного урана (т.е. около 20 тыс. боеголовок).

Объемы ежегодных российских поставок исполнительному агенту правительства США – компании USEC высокообогащенного урана и объемы его конверсии в низкообогащенный приведены в таблице.

Год	ВОУ преобразование в НОУ
1995	6 т ВОУ ⇒ 186 т НОУ
1996	12 т ВОУ ⇒ 371 т НОУ
1997	18 т ВОУ ⇒ 480 т НОУ
1998	24 т ВОУ ⇒ 724 т НОУ
1999	21,3 т ВОУ ⇒ 624 т НОУ
2000 (по состоянию на 01.09.2000)	14,7 т ВОУ ⇒ 444 т НОУ
<b>Всего</b>	<b>96 т ВОУ ⇒ 2829 т НОУ</b>

В последнее время из-за отказа от государственного регулирования цен на электроэнергию американская сторона столкнулась со следующими сопутствующими обстоятельствами:

- прогнозируемое 15%-ное понижение мировых цен на обогащение урана;
- 18%-ное понижение мировых потребностей в обогащении;
- 32%-ное понижение рыночных цен на уран;
- 18%-ное понижение мировых потребностей в уране.

Новые компании скоро обнаружили, что они вынуждены продавать поставляемый из России материал по цене, ниже предусмотренной соглашением. Поскольку убытки росли, компания USEC пыталась побудить правительство США покрыть разницу, но хотя объем продаж и достиг 3 млрд. долларов, помощь не последовала.

USEC решила возобновить торговые переговоры с российской стороной с целью добиться замены фиксированных цен, установленных предшествующим соглашением, новыми, определяемыми рыночной конъюнктурой. Принципиальное согласие было достигнуто обеими сторонами в мае 1999 года. Если правительство США утвердит соглашение на новых условиях, то оно начнет действовать в 2002 году. В остающиеся 13 лет сотрудничество будет основано на гибкой коммерческой схеме, включающей главную цель соглашения - программа должна быть самоподдерживающейся.

Пока велись торговые переговоры, USEC стремилась снизить свои эксплуатационные расходы, что предусматривало принятие решения о закрытии завода в Портсмуте (штат Огайо) в июне 2001 года. Хотя это и наталкивалось на противодействие, так как речь идет о крупном предприятии, обеспечивающем занятость в окрестностях Портсмута в течение 50 лет, USEC заявила, что не может далее продолжать его эксплуатацию даже на сниженной мощности. А в таком случае правительство по закону обязано очистить площадку и трудоустроить высвобождаемых рабочих.

Подобными преобразованиями было затронуто и предприятие Paducah (штат Кентукки). В итоге численность рабочей силы сократилась на 25%. Другие меры по сокращению расходов включали реализацию сбалансированного рассчитанного на десятилетний срок контракта, обеспечивающего предприятие дешевой электроэнергией. USEC также внедряло три технологических процесса обогащения: с центрифугами американского производства, с импортными центрифугами и на основе лазерной технологии Silx. Компания сделает окончательный выбор технологии в течение следующих 12 - 18 месяцев.

Хотя упомянутые меры по рационализации спорны, USEC полагает, что реализовать их было бы гораздо труднее, если бы компания оставалась правительственным органом. Это означало бы, что налогоплательщики лишаются доходов в размере 3 млрд. долларов от приватизации и фактически будут субсидировать операции с ненужными ресурсами, стоящими сотни миллионов долларов. Здесь также налицо неопределенность с возможностью накопления общественного капитала, требуемого для выполнения операций с высокообогащенным ураном.

Сегодня почти половина заказов поступает в USEC от клиентов в связи с реализацией Соглашения ВОУ-НОУ. В активе компании:

- 73% рынка обогащения уранового топлива в США;
- 36% мирового рынка обогащения уранового топлива;
- годовой объем продаж 1,5 млрд. долларов;
- отложенный спрос 6 млрд. долларов;
- основные фонды более 2 млрд. долларов.

Дополнительно предпринимаются попытки повысить эффективность производственных операций и продолжаются поиски новых возможностей. Недавно компания объявила о создании совместного предприятия с фирмой Enron, что позволит владельцам энергетических предприятий оплачивать обогащение урана поставками электроэнергии. Компания и дальше будет вынуждена поддерживать свою свободу ведения предпринимательской деятельности, одновременно сотрудничая с правительством США

в сфере обращения с высокообогащенным ураном, а также в процессах снятия с эксплуатации и дезактивации АС Portsmouth. Для USEC будет полезно обеспечить разумное возмещение затрат акционерам одновременно с завершением российской части программы, касающейся высокообогащенного урана: это не потребует затрат со стороны правительства США и не вызовет перерывов в реализации намеченных планов.

С учетом колебаний в поставках на рынок российских материалов USEC, как и всякая компания, являющаяся собственностью акционеров, в своих интересах вынуждена успешно вести предпринимательскую деятельность, одновременно оставаясь исполнительным агентом правительства.

## ЯДЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПЕРСОНАЛ

### *Nuclear education and staffing: cause for concern?-*

*Nuclear engineering international, December 2000, vol. 45, № 557, p. 40*

Кадровые вопросы, очевидно, скоро могут стать серьезной проблемой при подборе операторов ядерных реакторов, и руководители промышленности должны предпринять шаги для ее разрешения. С этой целью Агентство по ядерной энергии при Европейской организации по сотрудничеству и развитию (NEA OECD) для привлечения внимания общественности к проблеме качества ядерной экспертизы и объема ядерного образования распространило специальный опросный лист среди 200 университетов, исследовательских институтов, энергетических компаний, производственных предприятий, технических учреждений и регулирующих органов. В полученных ответах нашли отражение следующие соображения:

- Количественные показатели имеют тенденцию к существенному разбросу от страны к стране, но резко снижающиеся уровни экспертизы, наблюдаемые в некоторых странах, зависят от ядерной инфраструктуры.
- Очевидны качественные изменения в студенческой среде: общее понижение духовности, энтузиазма, интереса к науке и технологии в целом.
- Средний возраст профессуры возрастает - угрожающий симптом для объективности экспертизы.
- Исследовательские установки устаревают, а их замена почти не планируется.
- Существенная часть дипломированных специалистов-ядерщиков не стремится работать в области ядерной энергетики.
- Текущие рабочие вакансии в ядерной энергетике не востребуются.

Другая проблема, выявленная проведенным опросом, состоит в том, что хотя общая численность дипломированных специалистов выглядит успокаивающе, именно здесь есть повод для размышления. Хотя это трудно выявить из возвращенных опросных листов, в которых не уточнено, в чем собственно заключается ядерное образование, но ядерная составляющая учебных курсов все время снижается. Объем и уровень знаний, устанавливаемых для получения университетского диплома, поэтому также понижается.

Опережение уровня знаний относительно уровня техники в ядерной промышленности может составлять 10 лет или более, и если уровень знаний понижается, то этот фактор следует принимать во внимание.

Власти и руководители промышленности часто бывают вовлечены в стратегическое планирование, имеющее целью применение ядерной технологии как потенциально важной для разрешения проблем, таких как "парниковый эффект". В настоящее время отказ от государственного регулирования цен и применение маломасштабных установок диктуют условия для принятия решений, основанных на краткосрочных соображениях.

Именно правительство представляет собой государственный институт, способный обеспечить долгосрочную политику и сыграть заметную роль в области ядерной энергетики, когда выясняется, что действия одних лишь рыночных факторов недостаточно.

Также очевидно, что объем курсов по ядерной энергетике, читаемых в университетах, уменьшается. И дополнительно к этому фундаментальные науки и традиционные дисциплины, необходимые для развития критического мышления в такой сложной сфере, находят незначительное число слушателей даже из несравненно большей массы студентов, которые могут получить общее представление о науке и ядерных проблемах. Более того, доступ к исследовательским фондам теперь затруднен.

Сейчас в университетах меньше понятных высококачественных технологических программ. Возможность университетов привлечь наиболее подготовленных студентов, отвечающих будущим кадровым требованиям ядерной промышленности и способных проводить пионерные исследования, становится весьма проблематичной. Предприятия и факультеты для подготовки ядерщиков стареют, и число ядерных программ уменьшается. Резко снизилось число ядерных специальностей, по которым можно получить диплом. На мироощущение студентов оказывают влияние многие обстоятельства получения образования: общественное самосознание, экономическая активность, сокращение правительственного финансирования ядерных программ.

В отчете NEA рекомендуется принятие решительных мер по противодействию упомянутым тенденциям - снижению у студентов интереса к науке и сокращению возможностей академических организаций. В отчете говорится, что правительство должно управлять ядерной сферой, поддерживая

международные усилия, расширяя применение новых технологий, преследуя средне- и долгосрочные цели.

В то время, как выполняются текущие заказы для нескольких новых АС, правительства, по мнению авторов отчета, должны уточнять и защищать средне- и долгосрочные энергетические планы своих стран. Экспертиза должна учитывать, что будущие поколения могут воспринимать роль ядерной энергии как сбалансированную составляющую, дающую возможность уменьшить выбросы углекислого газа, сохранить запасы ископаемого топлива, поддерживать развитие и реагировать на геополитические и другие неожиданности, которые могут произойти.

Университетам рекомендуется продвигать базовые и привлекательные факультативные учебные программы, на ранних стадиях поддерживать частые контакты с потенциальными студентами, раньше раскрывать их исследовательские способности и снабжать соответствующей информацией.

В качестве предварительной ступени к инженерному образованию университетам следует разработать широкий спектр курсов, включающих вопросы энергетики, охраны окружающей среды и экономики. Следует прилагать усилия для уточнения программ, развития новых дисциплин, внедрения мер, благоприятных для эволюции ядерных технологий и расширения исследовательских областей, что так привлекательно для студентов и в то же время идет навстречу потребностям промышленности.

Профессорам следовало бы посещать школы и пробуждать у будущих студентов интерес к ядерной отрасли.

Руководители промышленности должны осознавать свою роль в обеспечении надлежащих предложений для способных студентов и важных исследований, также как и в высококачественной организации тренировочных работ, которые нужны для персонала промышленных предприятий и исследовательских институтов.

Отчет завершается выводом, что участие в хорошо организованной практике чрезвычайно выгодно. Возобновление странами-членами НЕА инвестиций в ядерное образование поможет улучшить их баланс в использовании энергии и человеческих ресурсов, в технологии и экономике.

Многообразное сотрудничество с академическими кругами помогает промышленности разрешать проблемы, с которыми она сталкивается, а это - ключевой элемент для привлечения студентов в ядерную отрасль.

Раздел подготовил В. Цукерник