

# ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕХОДА К ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ ПО КРИТЕРИЮ МИНИМИЗАЦИИ ПОДВЕРЖЕННОСТИ РИСКУ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЛУТОНИЯ

**А.А. Андрианов, Г.А. Фесенко**

*Обнинский государственный технический университет атомной энергетики,  
г. Обнинск*



В работе оптимизирована структура двухкомпонентной мировой атомной энергетики по критерию минимизации подверженности риску распространения плутония. Акцент сделан на анализ трансформации структуры энергетики при переходе от современного ее состояния с доминирующей долей тепловых реакторов и тенденции к накоплению плутония до установившегося этапа развития двухкомпонентной атомной энергетики с тепловым и быстрыми реакторами и отсутствием плутония во внешнем топливном цикле. Рассчитано значение фактора подверженности риску для различных способов организации цикла и путей обращения с накопленным на начальном этапе развития атомной энергетики плутонием. Оценено влияние внешних факторов на подверженность риску распространения плутония в развивающейся ядерно-энергетической системе.

## ВВЕДЕНИЕ

Потенциальная опасность использования делящихся материалов в террористических целях в настоящее время широко обсуждаемая проблема атомной энергетики. Возможное несанкционированное распространение делящихся материалов рассматривается как серьезное препятствие на пути ее крупномасштабного развития [1,2].

Как показано в многочисленных работах оценка топливного цикла по критерию нераспространения зависит от конкретных особенностей организации и общей стратегии обращения с делящимися материалами в топливном цикле, на что оказывают непосредственное влияние разнообразные национальные, региональные и глобальные факторы. Учет всевозможных ограничений играет также определяющую роль и в процессе оценки потенциала инновационных технологий по фактору нераспространения в общесистемном контексте.

Один из возможных подходов количественной оценки фактора нераспространения с учетом вышеперечисленных обстоятельств был предложен в работах [3,4] и дальнейшее развитие получил в исследованиях Р. Краковски [5, 6], где оформлен в концепции «подверженность риску распространения».

---

© А.А. Андрианов, Г.А. Фесенко, 2006

## МЕТОДОЛОГИЯ И ПАРАМЕТРЫ РАСЧЕТОВ

### Подверженность риску распространения

Подверженность риску распространения в концепции Р. Краковски связана с количеством и видом плутония на различных стадиях топливного цикла. Форма плутония определяет степень его привлекательности и доступности с точки зрения возможного несанкционированного использования. Суммирование на всем рассматриваемом временном интервале дает интегральную меру уязвимости топливного цикла к диверсии – так называемый *индекс риска распространения* [5]

$$PRI(t) = \int_0^t \sum_{i=\text{пределы топливного цикла}} \text{количество плутония } (t)_i \cdot \text{степень привлекательности}_i$$

Безусловно описанный подход к учету фактора нераспространения является упрощенным и не учитывает такие аспекты проблемы как возможная угроза от террористической атаки, сговора или тайного переключения и др. [7]. Однако, как показал опыт применения подхода, он позволяет выявить ряд проблем и наметить пути их решения. В частности, из исследований, проведенных в рамках концепции, следуют выводы о целесообразности эффективной утилизации избытков плутония и стабилизации темпов его накопления, о недопущении аккумуляирования в выделенном виде делящихся материалов, и возможности повышения устойчивости к распространению за счет технических усовершенствований [5, 6, 10]. Тем самым подход дает возможность сопоставлять различные сценарии развития атомной энергетики как системы, оценивать привлекательность различных технологий и технологических процессов обращения с делящимися материалами в общесистемном контексте. Не вызывает сомнения, что и в независимости от необходимости анализа всевозможных угроз и конкретных сценариев, по которым могут развиваться нежелательные события, рассмотрение вышеперечисленных аспектов представляет самостоятельный интерес [8]. Следует также отметить, что подход, по сути, является прообразом учета фактора нераспространения по средствам осуществления гарантий агентства.

Обращение к подобным, отчасти, эвристическим приемам продиктована объективными трудностями формализации задачи оценки риска распространения. К их числу можно отнести отсутствие понятия приемлемого риска по фактору нераспространения, недостаток представительной статистики, что не позволяет оценить вероятности нежелательных событий, трудности учета политических и социальных факторов, которые играют немаловажную роль в проблеме нераспространения.

Разработанные к настоящему времени модели оценки подверженности риску распространения носят имитационный характер [5, 9, 10]. Круг вопросов, который оказался вне рамок этих моделей достаточно широк. В частности, не рассмотрен процесс перехода на стационарное или равновесное в перспективе развитие атомной энергетики, которое предполагается в этих моделях, с анализом трансформации структуры энергетики и вопросов утилизации запасов плутония на начальном этапе. Оказывается невозможным оптимизировать структуру многокомпонентной атомной энергетики с учетом системных ограничений по критерию нераспространения, приняв во внимание иные факторы. Как результат, оценка потенциала инновационной технологии в национальном, региональном и глобальном контексте становится невозможной. Это приводит к необходимости имплантации подхода в динамические оптимизационные модели.

### Модель замкнутого топливного цикла двухкомпонентной атомной энергетики

Агрегированная схема замкнутого по плутонию ядерного топливного цикла двухкомпонентной атомной энергетики изображена на рис.1. Накопленный на ранних этапах развития атомной энергетики плутоний либо плутоний, содержащийся в облученном топливе тепловых реакторов, может быть использован в качестве стартовых загрузок быстрых реакторов. После запуска уста-

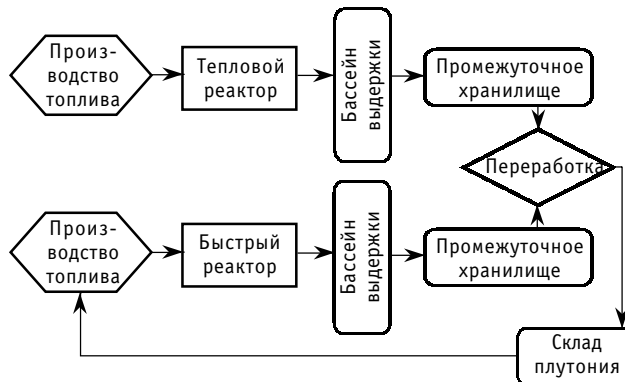


Рис.1. Схема движения топлива в модели

новки могут функционировать в режиме самообеспечения по топливу без накопления во внешнем топливном цикле избытка плутония.

Для проведения многовариантных динамических оптимизационных расчетов использованы модули пакета энергетического планирования MESSAGE\*. Пакет основан на методах линейного программирования и позволяет осуществить детальный учет структуры и организации топливного цикла.

Для решения задачи была построена MESSAGE-модель топливного цикла двухкомпонентной атомной энергетики. В модель были включены основные элементы топливного цикла, важные с позиций нераспространения (рис.1): хранилища отработавшего ядерного топлива тепловых и быстрых реакторов, хранилище выделенного плутония, перерабатывающие и производящие урановое и MOX-топливо технологии. Учтены необходимые временные задержки, объемы накопившегося выделенного плутония, объемы отработавшего ядерного топлива и предыстория ввода тепловых реакторов в структуру мировой энергетики, определяющие совместно с ростом спроса на атомную энергию, потребности в вводе новых мощностей.

Ниже рассмотрен ряд сценариев роста спроса на атомную энергию в диапазоне от 1 до 3%/г. Предыстория ввода тепловых реакторов взята из [11], запасы природного урана из [12]. Складские запасы плутония и отработавшего ядерного топлива в промежуточном хранилище приняты равными соответственно 160 т и 100 кт [5].

Технические характеристики реакторов приведены в табл. 1. Степень привлекательности плутония на основных переделах топливного цикла взята из [10], ее расчет осуществлен на основе экспертных оценок обработанных по методу Т. Саати.

Интервал прогнозирования – сорок лет. В качестве базового расчетного года принят 2000 год.

## РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

### Динамика изменения структуры энергетики

Полная установленная мощность тепловых и быстрых ректоров, введенных в структуру энергетики на рассмотренном временном интервале для пессимистического, умеренного и оптимистического сценария развития энергетики с темпами роста системы соответственно равными 1, 2 и 3%/г, изображена на рис.2. Характерная черта всех сценариев – интенсивный ввод быстрых реакторов на на-

\*Инструмент энергетического планирования MESSAGE разработан Институтом прикладного системного анализа (IIASA). В настоящее время распространяется МАГАТЭ и входит в состав набора инструментов поддержки проекта ИНПРО.

Таблица 1

**Технические характеристики реакторов**

Характеристики	Быстрый реактор	Тепловой реактор
Первичная загрузка, т/ГВт	50	70
Перегрузка, т/ГВт год	10	23
Время внешнего цикла, лет	5	5
Содержание делящегося плутония в свежем топливе	0.1	0
Содержание плутония в выгоревшем топливе	0.1	0.01
Время эксплуатации, лет	50	50

чальном этапе, и в перспективе возобновление ввода тепловых реакторов.

Ввод быстрых реакторов в структуру мировой атомной энергетики говорит о нецелесообразности существующей в настоящий момент практике промежуточного хранения потенциально опасных делящихся материалов. Последовательность потребления плутония быстрыми реакторами следующая: в первую очередь потребляется наиболее опасная форма плутония – выделенный плутоний, затем плутоний из отработавшего топлива тепловых реакторов, нарабатанный на начальном этапе развития атомной энергетики, с компенсацией недостатка в плутонии за счет переработки складированного отработавшего топлива тепловых и быстрых реакторов. В результате, например, для умеренного сценария развития складские запасы выделенного плутония расходуются за 5 лет, плутония из отработавшего топлива тепловых реакторов – за 14 лет.

Перерабатывать отработавшее топливо быстрых реакторов на рассмотренном интервале времени оказывается целесообразным после 2018 г., вслед за этим происходит переход на самообеспечение по топливу – быстрые реакторы прекращают работать в режиме выжигания плутония и начинается саморазвитие этой технологии. В силу инерционности процесса топливообмена в цикле и необходимости утилизировать плутоний, в хранилищах отработавшего топлива реакторов на начальном этапе накапливается отработавшее топливо. Объемы облученного топлива, к примеру, для умеренного сценария развития атомной энергетики не превышают величины в 60 кт для тепловых реакторов и 7 кт для быстрых реакторов, при этом во внешнем топливном цикле ядерно-энергетической системы отсутствует выделенный в чистом виде плутоний. Говорить о достижении баланса плутония во внешнем топливном цикле – балансе наработки и необратимого потребления

плутония можно после 2025 г., когда все накопленное на переходном этапе облученное топливо тепловых и быстрых реакторов переработано.

Анализ показал, что порядок использования плутония в быстрых реакторах различен и диктуется задачами каждого этапа. Так задача первоначального этапа – утилизация накопленного плутония и формирование структуры, обеспечивающей в перспективе устойчивое к распространению плутония развитие атомной энергетики, структуры, в которой осуществляется баланс наработки и необратимого потребления плутония.

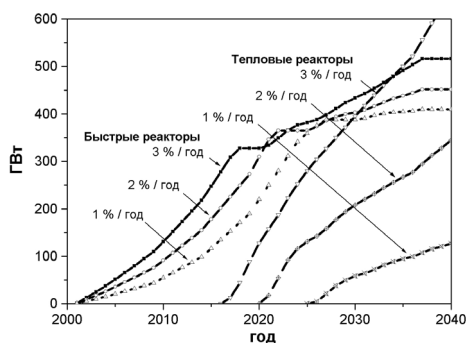


Рис.2. Полная установленная мощность вновь вводимых тепловых и быстрых реакторов

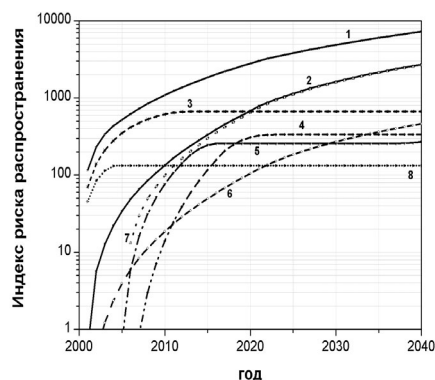


Рис. 3. Изменение индекса риска распространения во времени на различных переделах ЯТЦ: 1 – в целом по ЯТЦ, 2 – производство МОХ-топлива, 3 – хранение накопленного ОЯТ, 4 – хранение ОЯТ БР, 5 – хранение ОЯТ ТР, 6 – облучение в БР, 7 – переработка ОЯТ, 8 – хранение накопленного плутония

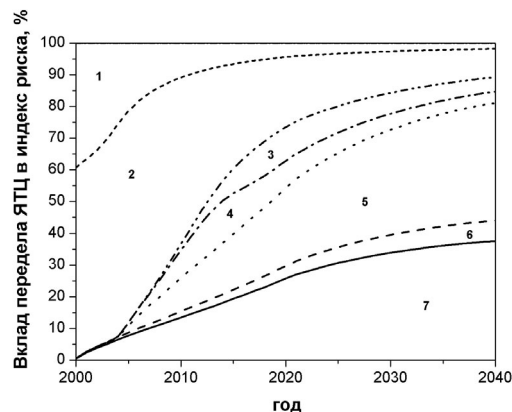


Рис. 4. Вклад основных переделов в подверженность риску: 1 – хранение накопленного плутония, 2 – хранение накопленного ОЯТ, 3 – хранение ОЯТ БР, 4 – хранение ОЯТ ТР, 5 – переработка ОЯТ, 6 – облучение в БР, 7 – производство МОХ-топлива

### Динамика изменения подверженности риску в топливном цикле

Рассмотрим более подробно умеренный сценарий развития мировой атомной энергетики. На рис.3 в логарифмической шкале представлена динамика изменения во времени фактора подверженности риску распространения плутония на различных переделах топливного цикла. Относительный вклад каждого этапа в интегральную подверженность риску изображен на рис. 4.

Подверженность риску от различных переделов топливного цикла изменяется в процессе развития атомной энергетики. Так, на начальном этапе, очевидно, основной вклад вносит накопленный выделенный плутоний и плутоний в отработавшем топливе тепловых реакторов. На конечном этапе доминирующий вклад дает производство и переработка топлива (рис. 4). Стабилизация индекса риска распространения (кривая 3,4,5,8 на рис. 3) после некоторого роста на переходном этапе говорит об исчезновении риска на соответствующем переделе топливного цикла, вследствие утраты причины угрозы – плутония на этом звене цикла.

Итак, замкнутый топливный цикл двухкомпонентной структуры атомной энергетики имеет принципиальное преимущество перед открытым топливным циклом, во-первых, в силу того, что именно в замкнутом цикле возможно осуществить баланс плутония. Во-вторых, возможность изменять соотношение мощностей тепловых и быстрых реакторов позволяет решать как текущие, так и перспективные проблемы атомной энергетики, повысив интегральную устойчивость топливного цикла к распространению плутония.

### Влияние внешних факторов на подверженность риску распространения плутония

В этом разделе приведены результаты многовариантных оптимизационных расчетов фактора подверженности риску для различных способов организации цикла и путей обращения с накопленным плутонием при изменении внешних условий развития атомной энергетики. Ниже рассмотрено влияние (1) фактора масштаба атомной энергетики, (2) момента ввода быстрых реакторов и (3) времени эксплуатации тепловых реакторов на подверженность риску распространения.

#### Влияние фактора масштаба атомной энергетики

Необходимость развития атомной энергетики ставит задачу придания топлив-

ному циклу такой структуры, при которой масштаб не сказывался существенно на риске распространения. В рамках этой проблемы принципиально важным оказывается вопрос о влиянии масштаба энергетики на риск распространения в зависимости от способов организации цикла и выбора стратегии обращения с делящимися материалами в цикле.

Для сравнения были проведены расчеты подверженности риску для открытого топливного цикла однокомпонентной энергетики с долговременным и промежуточным хранением отработавшего топлива и двухкомпонентной энергетики с замкнутым по плутонию топливным циклом (рис. 5). Для оценки по этому критерию открытого цикла с долговременным захоронением отработавшего топлива было принято, что топливо после трехлетней выдержки в промежуточном хранилище переводится в форму с нулевой подверженностью риску. Это относится и к накопленному плутонию, который в первом возможном году переводится в форму с нулевой подверженностью риску.

Анализ показал, что увеличение темпов роста атомной энергетики с 1 до 3% приводит к увеличению подверженности риску распространения плутония на 8% в замкнутом цикле, на 12% в открытом цикле с промежуточным хранением отработавшего топлива и на 45% в открытом цикле с долговременным хранением отработавшего топлива (рис. 5 и 6).

Итак, в двухкомпонентной атомной энергетике с замкнутым по плутонию топливным циклом фактор масштаба в меньшей степени оказывает влияние на величину подверженности риску распространения плутония, по сравнению с открытым топливным циклом, как с промежуточным, так и долговременным хранением топливных делящихся материалов.

### Влияние запаздывания ввода быстрых реакторов

В предыдущих пунктах были выявлены преимущества развития двухкомпонентной атомной энергетики с быстрыми реакторами и замкнутым по плутонию топливным циклом. Естественно возникает вопрос, если переход к замкнутому циклу оказывается целесообразным, то к чему ведет отсрочка ввода быстрых реакторов?

На рис. 7 представлено значение индекса риска распространения в зависимости от момента перехода к двухкомпонентной атомной энергетике. Для сравнения на рисунке изображена величина индекса риска распространения для открытого цикла с промежуточным и долгосрочным хранением отработавшего ядерного топлива. Анализ показывает, что задержка ввода быстрых реакторов приводит

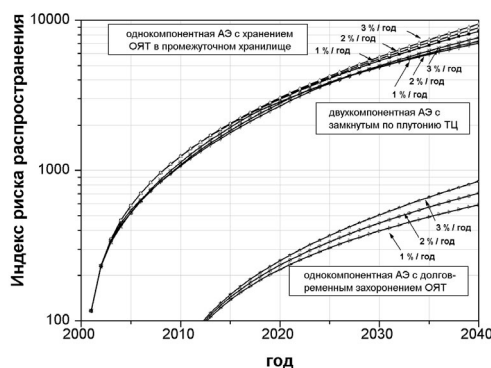


Рис. 5. Изменение индекса риска распространения во времени для различных сценариев развития АЭ и способов обращения с делящимися материалами

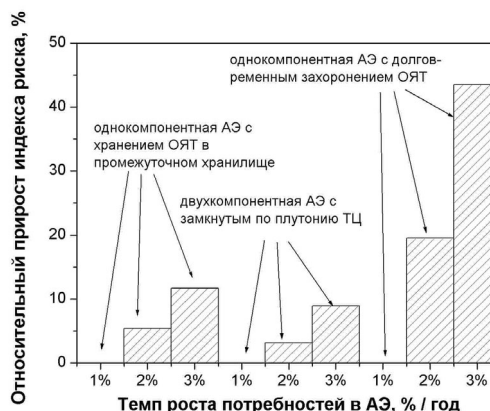


Рис. 6. Относительный прирост индекса риска распространения для различных сценариев развития АЭ и способов обращения с делящимися материалами

к возрастанию подверженности риску и к возрастанию темпов ввода быстрых реакторов, необходимых для заметного снижения подверженности риску. Так, например, отсрочка их ввода на 20 лет приводит к росту индекса распространения на 20%.

Таким образом, запаздывание по времени перехода к двухкомпонентной атомной энергетике приводит к возрастанию подверженности риску распространения плутония и необходимости более высокого темпа ввода быстрых реакторов.

### Влияние времени эксплуатации тепловых реакторов

Проведенный анализ показал, что на структуру атомной энергетики, в

рамках подхода Краковски накладываются следующие требования: необходимость эффективной и быстрой утилизации плутония на начальном этапе и соблюдения баланса плутония в перспективе. Очевидно, что любое нарушение этих требований приведет к возрастанию подверженности риску распространения.

Ситуация изменится, если при изменении внешних факторов перестраивать структуру атомной энергетики в согласии с концепцией «подверженность риску». Проиллюстрируем это на примере влияния времени эксплуатации тепловых реакторов.

Индекс риска распространения в зависимости от времени эксплуатации тепловых реакторов представлен на рис. 8. Повышение в соответствии с подходом Краковски доли быстрых реакторов, например, путем интенсификации их ввода вследствие вывода из эксплуатации тепловых реакторов на десятилетие раньше, приводит к снижению индекса риска по сравнению с базовым вариантом на 5%. Причина снижения – форсирование утилизации и установления баланса по плутонию. В случае увеличения времени эксплуатации тепловых реакторов индекс риска растет по сравнению с базовым сценарием на 10% – процесс установления баланса по плутонию затягивается.

Следует отметить, что на указанные процессы непосредственное влияние оказывают условия совместного развития двух различных технологий: предыстория развития атомной энергетики и сложившиеся общесистемные ограничения. Тот факт, что варьированием вводимых мощностей быстрых реакторов можно эффективно управлять топливообменом в структуре энергетики, и как следствие – снижать подверженность риску распространения на различных переделах топливного цикла, говорит о гибкости и адаптивности двухкомпонентной системы атомной энергетики к всевозможным внешним изменениям в условиях ее развития.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе показано, что форсирование перехода к двухкомпонентной атомной энергетике и формирование определенной ее структуры уменьшает подверженность риску распространения плутония по сравнению с однокомпонентной атомной энергетикой, делает этот фактор нечувствительным к масштабу атомной энергетики и тем самым создает возможность для ее крупномасштабного развития.

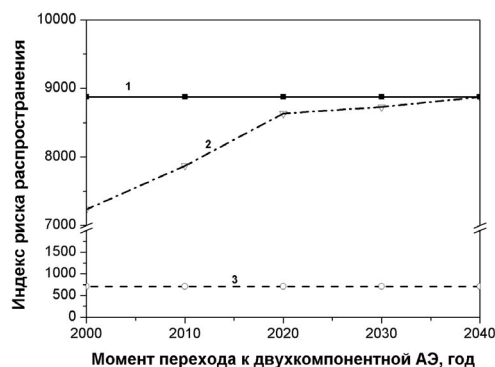


Рис. 7. Индекс риска распространения в зависимости от момента перехода к двухкомпонентной АЭ: 1 – однокомпонентная АЭ с промежуточным хранением ОЯТ, 2 – двухкомпонентная АЭ с замкнутым по плутонию топливным циклом, 3 – однокомпонентная АЭ с долговременным хранением ОЯТ

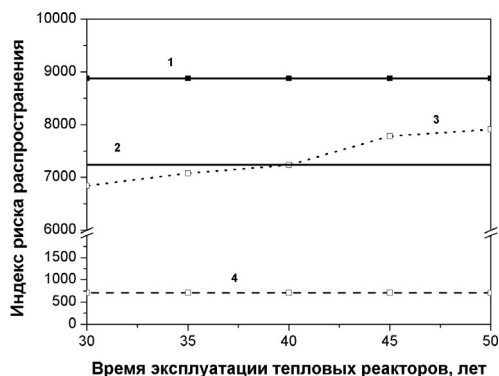


Рис. 8. Индекс риска распространения в зависимости от времени эксплуатации тепловых реакторов: 1 – однокомпонентная АЭ с промежуточным хранением ОЯТ, 2 – двухкомпонентная АЭ с замкнутым по плутонию топливным циклом (базовый вариант), 3 – двухкомпонентная АЭ с замкнутым по плутонию топливным циклом (вариантные расчеты), 4 – однокомпонентная АЭ с долговременным хранением ОЯТ

Задачи, которые эффективно позволяют решить быстрые реакторы в структуре атомной энергетики, различны на разных этапах развития этой системы. Задача первоначального этапа – утилизация запасов плутония и формирование структуры энергетики, обеспечивающей в перспективе устойчивое к распространению ее развитие – структуры, в которой осуществляется баланс наработки и необратимого потребления плутония.

Несмотря на упрощенный характер учета фактора нераспространения в подходе Краковски, разумное использование его сильных сторон позволяет рассмотреть достаточно широкий круг задач краткосрочного планирования и долгосрочного прогнозирования развития атомной энергетики, приняв во

внимание фактор нераспространения, тем самым способствовать повышению устойчивости атомной энергетики к возможному несанкционированному распространению ядерных делящихся материалов.

### Литература

1. Gary T. Gardner. Nuclear Nonproliferation, London, 1994.
2. Pshakin G.M. et.al. Nuclear nonproliferation. – Moscow Physics and Engineering Institute, 2004.
3. Heising C.D., Saragossi L., and Sharafi P. A Comparative Assessment of the Economics and Proliferation Resistance of Advanced Nuclear Fuel Cycles//Energy. – 1980. – 5. – 1131.
4. Silvennoinen P. Nuclear Fuel Cycle Optimization: Methods and Modelling Techniques. – New York: Pergamon Press, 1982.
5. Krakowski R.A., Bathke C.G. Reduction of Worldwide plutonium inventories Using Conventional Reactors and Advance Fuels: A Systems Study. LA-UR-97-2809, 1997.
6. Krakowski R.A., Davidson J.W., Bathke C.G., Arthur E.D. and Wagner R.L., Jr. «Global Economics/ Energy/Environmental (E3) Modeling of Long-Term Nuclear Energy Futures» GLOBAL 97 International Conference on Future Nuclear Systems (Yokohama, Japan, October 5-10, 1997).
7. Гераскин Н.И., Савандер В.И. Критерии безопасности, оценка эффективности и риска в задачах физической защиты ядерно опасных объектов, учета и контроля ядерных материалов. – М.: МИФИ, 2002.
8. Дмитриев А.М. Проблемы обращения с плутонием. – М.: МИФИ, 2000.
9. Поплавский В.М., Усанов В.И., Чебесков А.Н. Коробейников В.В., Тихомиров Б.Б., Югай С.В. Оценка эффективности мер по снижению риска распространения делящихся материалов на основе моделей системного анализа//Атомная энергия. – 2001. – Т. 91. – Вып. 5. – С. 353-362.
10. Коробейников В.В., Тихомиров Б.Б., Чебесков А.Н. Сравнительный анализ риска распространения в открытом и замкнутом ядерных циклах/IX Международная конф. «Безопасность АЭС и подготовка кадров». – Обнинск: ИАТЭ, 2005. – С. 16-17.
11. The World Nuclear Industry. Status Report 2004. Brussels. December 2004.
12. Uranium 2003. Resources, Production, and Demand., NEA OECD, IAEA.No.5291, Paris. 2004.
13. MESSAGE. User Manual. Draft. October 2003.

Поступила в редакцию 20.03.2006



In the article the procedure of the investigation of the point model of xenon fluctuations taking into account power reactivity coefficient is presented. The dimensionless equations of the decay of xenon and iodine are built. It turned out that the qualitative behavior of system in the utilized approximation is determined by two dimensionless criteria. On the coordinate plane, given to this criteria, built the regions of the qualitatively different behavior of model. Formulas for the position of equilibriums of system and natural vibration frequencies are obtained.

**УДК 621.039.516.4**

*Comparative Analysis of Methods and Tools for Open and Closed Fuel Cycles Modelling: MESSAGE and DESAE* \ A.A. Andrianov, Yu.A. Korovin, V.M. Murogov, E.V. Fedorova, G.A. Fesenko; – Obninsk, 2006. – 8 pages, 8 illustrations, 1 table. – References, 7 titles.

Comparative analysis of optimization and simulation methods by the example of MESSAGE and DESAE programs was carried out for nuclear prospects and advanced fuel cycles modeling. Test calculations for open and two-component nuclear system closed fuel cycle were performed. Auxiliary simulation-dynamic model was developed to specify MESSAGE and DESAE modeling approaches difference. The model description is given.

**УДК 621.039.516.4**

*Optimization of Transition to Two-Componental Nuclear Power by Plutonium Proliferation Risk Exposure Minimization Criterion* \ A.A. Andrianov, G.A. Fesenko; – Obninsk, 2006. – 9 pages, 8 illustrations, 1 table. – References, 13 titles.

The structure of global nuclear power on the phase of transition from present unicomponent nuclear power with the collected plutonium in different forms up to the established development of two-component nuclear power with fast reactors and lack of plutonium in an external fuel cycle by criterion of minimization of potential plutonium proliferation risk is optimized. The cumulative proliferation risk exposure for various scenarios of global nuclear power development is calculated.

**УДК 621.039.586: 621.039.526**

*Failure of Fuel Element Cladding of Fast Reactor Causing Release of Gas Fission Products into Sodium Coolant* \ A.V. Volkov, I.A. Kuznetsov; – Obninsk, 2006. – 11 pages, 6 illustrations, 1 table. – References, 6 titles.

The computer code TWOCOM simulating the fission gas jet from pin failure in subassembly of fast reactor are described. The mathematical model of the computer code in which basis a fully system of conservation equations two component flow for liquid sodium and gas is put is briefly stated. Test calculations of steady and transient experiments on studying gas release into sodium circulation loop are resulted. Some results of the parametric study due to pin failure and gas release for subassembly of BN-600 reactor are resulted.

**УДК 621.039.586: 621.039.526**

*The Advanced Sodium Boiling Model for the Analysis of Accidents within Fast Reactors* \ A.V. Volkov, I.A. Kuznetsov; – Obninsk, 2006. – 11 pages, 5 illustrations, 2 table. – References, 13 titles.

Method of calculation for transient conditions of sodium boiling used two-component non-equilibrium model. For this purpose is solved a fully model of two-phase flow using six conservation equations for 2D integral calculation domain. Proposed method has been designed calculation code called TWOCB. Reliability of code has been verified on calculation tests. Code is proposed for solving applied tasks of the analysis of design and beyond design accidents in sodium cooled reactors.