

УДК 621.039.516.4

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОТКРЫТОГО И ЗАМКНУТОГО ТОПЛИВНЫХ ЦИКЛОВ: MESSAGE И DESAE

А.А. Андрианов, Ю.А. Коровин, В.М. Мурогов, Е.В. Федорова,

Г.А. Фесенко

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



В продолжение работ по моделированию сценариев развития атомной энергетики и перспективных топливных циклов проведен сравнительный анализ оптимизационного и имитационного методов на примере программ MESSAGE и DESAE. Выполнены тестовые расчеты для однокомпонентной ядерной энергетики и замкнутого топливного цикла двухкомпонентной ядерной энергетики. Дано описание вспомогательной имитационно-динамической модели, разработанной для уточнения модельных различий MESSAGE и DESAE.

### ВВЕДЕНИЕ

Потребность в инструментальных средствах моделирования развивающихся ядерно-энергетических систем на базе традиционных и перспективных топливных циклов вызвана активно разворачивающейся в настоящее время деятельностью по оценке перспектив развития ЯЭ в рамках международного проекта ИНПРО [1].

Экспертами МАГАТЭ совместно с национальными экспертами производится отбор программных средств, разработанных в МАГАТЭ и странах-участницах, которые могли бы быть рекомендованы в качестве инструментов поддержки проекта ИНПРО. В формируемый набор программных средств включены, в частности, программы, способные моделировать сценарии развития ядерных энергетических систем. В настоящее время этот список включает программы COSI, DANESS, DYMOND, DESAE и MESSAGE. Области приложения, для которых программы были изначально разработаны, различаются, как и методы моделирования и степень подробности описания предприятий топливного цикла и связей между ними. Одной из задач, стоящей перед экспертами, является проведение тестовых расчетов по выбранным программам и выработка рекомендаций по их использованию для решения задач в рамках проекта ИНПРО.

В данной работе представлены результаты предварительного этапа сравнения программных комплексов DESAE и MESSAGE, реализующих различные подходы к моделированию ядерного топливного цикла.

---

© А.А. Андрианов, Ю.А. Коровин, В.М. Мурогов, Е.В. Федорова, Г.А. Фесенко, 2006

## ОПИСАНИЕ ИСПОЛЪЗУЕМЫХ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ

### Модель MESSAGE

Программный комплекс MESSAGE (Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impacts) широко используется для решения задач энергетического планирования и прогнозирования. Разработан и поддерживается Международным институтом прикладного системного анализа (IIASA) в сотрудничестве с Международным агентством по атомной энергии (МАГАТЭ).

MESSAGE предназначен для оценки альтернативных вариантов развития энергетической системы. Результат работы программы – оптимальная структура производства энергии при заданных ограничениях. Критерием оптимизации является минимум приведенных затрат на развитие системы за весь прогнозный период. В зависимости от цели конкретного исследования прогнозный период может быть разбит на расчетные интервалы от одного до нескольких лет. В имеющейся у авторов статьи версии программы максимальное количество расчетных интервалов – 60.

Для поиска оптимальной структуры пользователем создается модель системы с выбранной степенью детализации (описывается набор технологий преобразования энергии и связи между ними), задаются требуемые объемы производства различных видов энергетической продукции и системные ограничения (имеющиеся запасы и прогнозные цены для энергетических ресурсов, сроки и темпы ввода технологий, объемы хранилищ, производство отходов и т.д.).

Программный комплекс позволяет, в частности, описывать специфические особенности работы ядерных энергетических установок и предприятий топливного цикла (например, первую загрузку и последнюю выгрузку активной зоны, различные хранилища и временные задержки топливного цикла).

Подробное описание заложенной в программу MESSAGE методики, ее математической формулировки и пользовательского интерфейса приведено в руководстве для пользователя [2].

### Модель DESAE

Модель DESAE (Dynamics of Energy System – Atomic Energy) – имитационная модель, предназначенная для анализа развивающейся ядерной энергетики и перспективных топливных циклов, позволяющая по заданным установленным электрическим мощностям и структуре ядерной энергосистемы рассчитать топливные и изотопные потоки на основных переделах топливного цикла. Помимо пользовательской оболочки программный код содержит базу реакторных данных и набор типичных сценариев развития ЯЭ.

Модель ориентирована на анализ развития ядерной энергетики глобального масштаба, однако моделирование энергосистем с небольшим количеством ядерных энергоблоков также возможно.

Детализация структуры ядерного топливного цикла ограничена заложенной в модель схемой (рис. 1). Расчетный шаг программы – 0.1 год.

Наличие базы данных, содержащей набор физических характеристик реакторов, и возможность графического задания структуры исследуемого варианта ЯЭ позволяет до-



Рис. 1. Структура модели ЯТЦ

статочны просто оценивать различные стратегии развития системы при отсутствии системных ограничений. Если же цели исследования предполагают наличие системных ограничений, пользователю необходимо следить за их выполнением, прежде всего, за доступным количеством первичного и вторичного ядерного топлива.

Описание отдельных аспектов заложенной в модель методики, математической формулировки, базы данных и пользовательского интерфейса приведено в руководстве для пользователя [3].

В процессе работы с программой DESAE выяснилось, что руководство для пользователя недостаточно полно описывает допущения модели, например, моделирование хранилищ и связей между ними, движение изотопных потоков на выходе из перерабатывающих заводов [4, 5]. Неполное описание заложенной в программу методики вызвало трудности при интерпретации результатов тестовых расчетов. Чтобы восстановить отсутствующие в описании допущения, связанные с организацией топливного цикла, был разработан и реализован в виде программы вспомогательный динамический подход к моделированию ядерного топливного цикла. Кроме того, вспомогательный подход должен был помочь интерпретировать возможные расхождения в результатах расчетов с использованием DESAE и MESSAGE и указать возможную корректировку исходных данных для их сближения. Следует отметить, что степень детализации модели топливного цикла и допущения вспомогательной модели должны совпадать со степенью детализации и допущениями, принятыми в DESAE и MESSAGE. Вспомогательная модель должна обеспечивать проведение многовариантных расчетов без существенных затрат машинного времени.

### **Вспомогательный имитационно-динамический подход к моделированию ЯТЦ**

Согласно общей методологии построения моделей в рамках системного анализа, необходимо выделить следующие типичные этапы: составление *уравнений связей*, отражающих реальные «физические» ограничения; определение экзогенно задаваемого *критерия качества*, отражающего представления субъекта о том, как должен функционировать объект и в случае необходимости, *закрывающие систему уравнения* [6].

Исходной системой уравнений связей является система (1). Система уравнений представляет в агрегированном дифференциальном виде процесс топливообмена между реакторами в топливном цикле: рост мощностей необходимо обеспечить топливом заданного вида и количества:

$$\begin{cases} F_1(t) \frac{dN_1^{\text{ВВОД}}(t)}{dt} + B_1(t)N_1(t) = q_1^{\text{ext}}(t) + q_1^{\text{in}}(N_1(t), N_2(t), \dots, N_n(t)) \\ F_2(t) \frac{dN_2^{\text{ВВОД}}(t)}{dt} + B_2(t)N_2(t) = q_2^{\text{ext}}(t) + q_2^{\text{in}}(N_1(t), N_2(t), \dots, N_n(t)) \\ \dots \\ F_N(t) \frac{dN_N^{\text{ВВОД}}(t)}{dt} + B_N(t)N_N(t) = q_N^{\text{ext}}(t) + q_N^{\text{in}}(N_1(t), N_2(t), \dots, N_n(t)) \end{cases} \quad (1)$$

Зависимость характеристик реакторов от времени учитывает возможное усовершенствование технологий. Отметим, что необходимо различать мощности  $N_p(t)$ ,  $N_p^{\text{ВВОД}}(t)$ ,  $N_p^{\text{ВЫВОД}}(t)$  – установленная, полная введенная и выведенная мощность реакторов соответственно. Указанные величины связаны следующими соотношениями:

$$N_p(t) = N_p^{\text{ВВОД}}(t) - N_p^{\text{ВЫВОД}}(t), \quad (2a)$$

$$N_p^{\text{вывод}}(t) = N_p^{\text{ввод}}(t - T_{\text{экс}}), \quad (26)$$

$$N_p^{\text{вывод}}(t) = \sum_{i=1}^{\left[ \frac{t}{T} \right]} N_p(t - iT_{\text{экс}}), \quad (2в)$$

где  $[a]$  – целая часть числа.

Величина  $q_i^{\text{ext}}(t)$  определяет расход запаса топлива. На эту переменную могут быть наложены определенные ограничения в зависимости от постановки конкретной задачи.

Расход вторичного ядерного топлива представим в следующем общем виде:

$$q_i^{\text{in}}(N_1(t), N_2(t), \dots, N_n(t)) = \hat{f}(q^{\text{out}}(t)), \quad (3)$$

где оператор  $\hat{f}(\cdot)$  описывает особенности организации топливного цикла. Вид оператора определяется в каждом частном случае постановкой конкретной задачи и типом анализируемого топливного цикла.

В зависимости от способа замыкания уравнений связей и задания критерия качества модель может быть использована для решения различного класса задач, например, имитационное моделирование – расчет по заданной структуре энергетики показателей развивающейся ЯЭ. В этом случае модель становится аналогичной модели DESAE.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Сопоставление техники моделирования и исходных расчетных данных

#### Исходные расчетные данные

Для проведения сравнительных расчетов по описанным ниже расчетным схемам использовались следующие категории исходных данных (табл. 1).

Сопоставление исходных данных показывает, что существуют различия в описании системных характеристик и характеристик конкретных технологий.

Численные значения для приведенных в таблице данных были взяты из базы данных модели DESAE и с помощью известных соотношений между физическими характеристиками ядерных реакторов переведены в формат исходных данных для MESSAGE.

#### Сравнительный анализ результатов расчетов

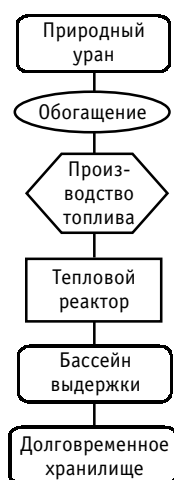


Рис. 2. Схема ОЯТЦ

Следует отметить, что приводимые ниже результаты относятся к расчетам характеристик материального баланса. Сравнение расчетов используемых в MESSAGE и DESAE экономических показателей выходит за рамки данного исследования.

#### Однокомпонентная ядерная энергетика с открытым топливным циклом

В качестве начального этапа сравнительного анализа DESAE и MESSAGE по обеим программам были рассчитаны материальные потоки открытого топливного цикла (рис. 2).

Рассматривались два сценария развития ЯЭС: линейный рост от 0 до 2000 ГВт за 50 лет – пример ЯЭС глобального масштаба и вариант «поблочного строительства» с темпом 10 ГВт каждые 20 лет (рис. 3). Первый сценарий типичен для DESAE (непрерывное изменение мощностей), второй – для MESSAGE (ступенчатый ввод мощностей).

Таблица 1

**Сводная таблица исходных данных**

Исходные данные	MESSAGE	DESAE
Требования к ядерно-энергетической системе	обеспечить производство заданных объемов электроэнергии (МВт год);	обеспечить заданные темпы роста энергосистемы, суммарные и по типам реакторов (ГВт(э));
Описание ресурсов	<ul style="list-style-type: none"> <li>• объемы различных категорий запасов природного урана (кт);</li> <li>• цены различных категорий запасов природного урана, изменение во времени цен на природный уран (\$/т);</li> </ul>	изменение во времени цен на природный уран (\$/кг)
Описание ядерных реакторов	<ul style="list-style-type: none"> <li>• время строительства (год);</li> <li>• первая загрузка (кт ТМ);</li> <li>• к.п.д. (доли);</li> <li>• КИУМ (доли);</li> <li>• масса топлива, выгружаемого из отработавшей активной зоны (кт ТМ);</li> <li>• ежегодная перегрузка (кт/МВт год);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• время строительства (год)</li> <li>• первая загрузка (т ТМ)</li> <li>• к.п.д. (доли)</li> <li>• КИУМ (доли)</li> <li>• масса топлива, выгружаемого из отработавшей активной зоны (т ТМ)</li> <li>• начальное обогащение топлива (%)</li> <li>• содержание <math>^{235}\text{U}</math> в равновесной загрузке</li> <li>• глубина выгорания (ГВт(т) год/т)</li> <li>• содержание <math>^{235}\text{U}</math> в отвальном уране (%)</li> </ul>
Описание перерабатывающих технологий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• время строительства (год)</li> <li>• потери (доли)</li> <li>• затраты на переработку и строительство (\$/т)</li> <li>• различного рода технологические ограничения</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• мощности (т/год)</li> <li>• затраты на переработку (\$/т)</li> </ul>
Описание хранилища	<ul style="list-style-type: none"> <li>• объемы хранилищ (т)</li> <li>• затраты на строительство (\$/т)</li> <li>• затраты на хранение (\$/т год)</li> <li>• время хранения (год)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• время заполнения для пристанционных хранилищ (год)</li> <li>• объемы для долговременных хранилищ (т)</li> <li>• затраты на хранение для долговременных хранилищ (\$/кг)</li> </ul>

В случае линейного роста мощностей ввод исходных данных совпадает с точностью до расчетного шага программ (1 год для MESSAGE и 0.1 год для DESAE).

Сценарий «поблочного строительства» иллюстрирует различие DESAE и MESSAGE в моделировании ввода установки в эксплуатацию (рис. 3). В модели MESSAGE предполагается, что выработка электроэнергии в полном объеме возможна сразу по завершении строительства энергоблока. В DESAE моделирование скачкообразного изменения мощности не предусмотрено, т.е. обязательным условием является постепенное наращивание энергопроизводства перед выработкой электроэнергии в полном объеме. Вспомогательная модель позволяет воспроизвести оба варианта ввода установки в эксплуатацию.

По сопоставляемым моделям был рассчитан годовой расход природного урана для

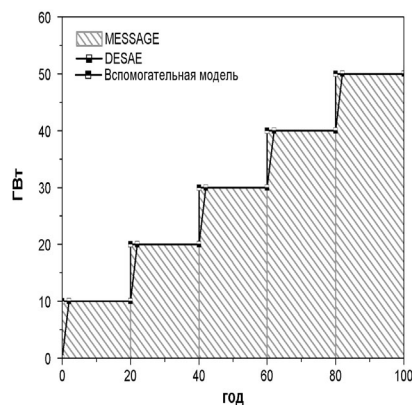


Рис. 3. Сценарий «поблочного строительства»

линейного и ступенчатого ввода мощностей.

Расход природного урана, рассчитанный по программе DESAE для линейного ввода мощностей, оказался выше результата, полученного по программе MESSAGE. Причина расхождения заключается в несовпадении расчетного шага программ и, следовательно, различии в аппроксимации линейного роста мощностей ЯЭС. Большее количество введенных установок и соответствующее увеличение объемов первичных загрузок и ежегодного расхода топлива приводит к более высокому значению расхода урана, рассчитанного по программе DESAE. Расчет расхода природного урана, выполненный с помощью вспомогательной модели, совпадает с результатом DESAE при расчетном шаге 0.1 год и с результатом MESSAGE при расчетном шаге 1 год.

При проведении расчетов для сценария «поблочного строительства» установок выявилось отличие моделей в способе учета первичной загрузки топлива в реактор. В модели MESSAGE она учитывается как добавка к ежегодной подпитке на первом интервале эксплуатации установки, в модели DESAE – на этапе наращивания мощностей.

Следует отметить, что в модели MESSAGE расчетный интервал составляет целое число лет (в рассматриваемом сценарии длина расчетного интервала – 20 лет (рис. 4)). Если расчетный интервал больше 1 года, ежегодные значения рассчитанных материальных потоков интерпретируются как среднегодовые величины для каждого года расчетного интервала. Для сравнения приведены также расчеты потребления урана по модели MESSAGE без учета первичных загрузок.

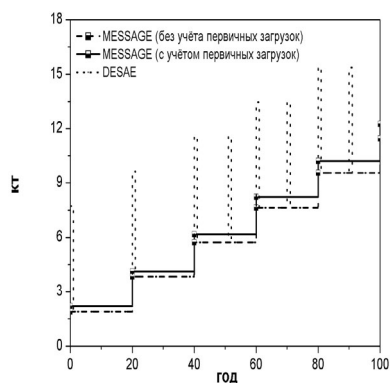


Рис. 4. Расход природного урана для ступенчатого ввода мощностей

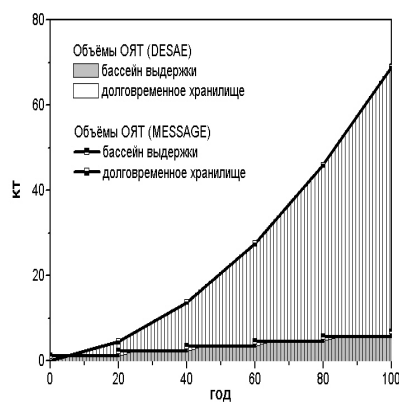


Рис. 5. Накопление топлива в хранилищах (сценарий «поблочного строительства»)

Пики на рис. 4 соответствуют первичным загрузкам в активные зоны реакторов, рассчитанным по модели DESAE. Величина первичной загрузки определяется по высоте пика, отсчитываемого от участка плато, лежащего справа от него. Годовая подпитка определяется величиной плато.

Несмотря на различие в моделировании первой загрузки, полное потребление урана в сценарии «поблочного строительства» сохраняется. Выводы сделаны на основе сравнения результатов расчетов по сопоставляемым программам и вспомогательной модели (те же различия относятся и к описанию выгрузок топлива из активных зон реакторов, выводимых из эксплуатации)

На рис.5 и приведены результаты расчетов накопления отработавшего ядерного топлива в пристанционных и долгосрочных хранилищах для ступенчатого ввода мощностей. Результаты расчетов по DESAE для линейного ввода мощностей, воспроизведенные с помощью вспомогательной модели с шагом 1 год, совпадающим с расчетным шагом MESSAGE, полностью совпадают с результатами расчетов по MESSAGE. Небольшое расхождение результатов расчета накопления ОЯТ в бассейнах выдержки для ступенчатого ввода мощностей

объясняется описанным выше различием моделирования первых загрузок и последних выгрузок из активных зон реакторов.

### Двухкомпонентная ядерная энергетика без расширенного воспроизводства топлива

Для тестирования расчетов материальных потоков в замкнутом топливном цикле была выбрана модель двухкомпонентной ЯЭ на тепловых и быстрых реакторах без расширенного воспроизводства делящихся топливных материалов (КВ-1) (рис. 6).

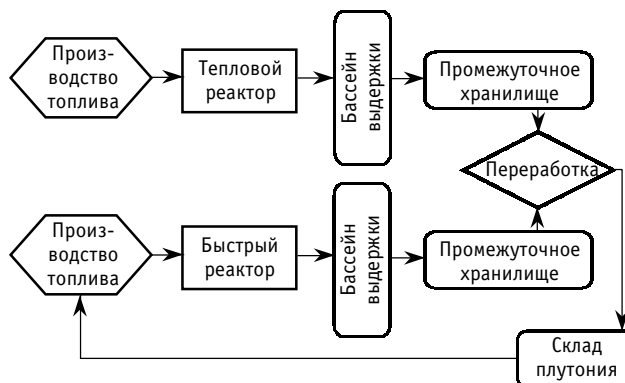


Рис. 6. Схема ЗЯТЦ

Тестовая задача формулировалась следующим образом: найти структуру ЯЭ с долей быстрых реакторов, обеспечивающей полное потребление плутония, выделенного из переработанного ОЯТ (без начального запаса плутония на складе).

С точки зрения моделирования выполнение условия нулевого баланса плутония на складе является внешним системным ограничением.

Как отмечалось выше, в DESAE, в отличие от MESSAGE, соблюдение системных ограничений не выполняется автоматически. Поиск решения, удовлетворяющего системному ограничению, осуществляется выполнением серии итеративных расчетов. Длительность процедуры определяется требуемой точностью решения и опытом пользователя.

Поскольку в MESSAGE заданные системные ограничения выполняются автоматически в процессе поиска оптимального решения, требуемая структура ЯЭС была рассчитана сначала по программе MESSAGE и с помощью вспомогательной модели [7]. Полученный сценарий развития двухкомпонентной ЯЭС был введен в качестве исходных данных в программу DESAE (рис. 7).

Расчет количества складируемого плутония, выполненный по модели DESAE, представлен на рис. 8. Как отмечалось выше, в DESAE предусмотрен преимущественно графический способ ввода исходной информации о структуре ЯЭС. В имеющейся у авторов статьи версии программы количество точек, которые могут быть введены в виде табличных значений, ограничено. На интервале, соответствующем точному пе-

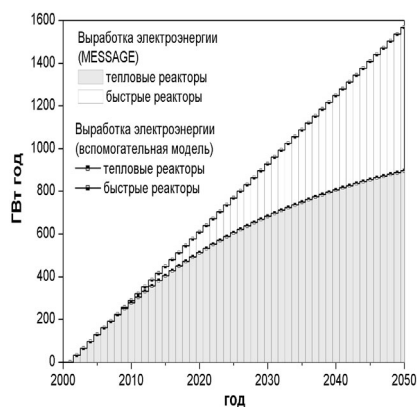


Рис. 7. Структура двухкомпонентной ЯЭ, рассчитанная по MESSAGE и вспомогательной модели

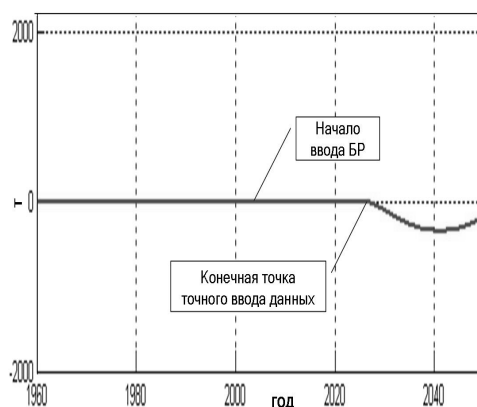


Рис. 8. Количество складируемого плутония, рассчитанное по DESAE

реносу данных о структуре ЯЭС из MESSAGE в DESAE (от начальной точки до конечной точки точного ввода данных на рис. 8), получен точный нулевой баланс плутония в системе. Некоторое отклонение от нулевого уровня на остальном временном отрезке расчетного интервала соответствует итеративному поиску решения, удовлетворяющего заданному системному ограничению.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленной работе проведен сравнительный анализ приложения оптимизационного и имитационного методов в области прогнозирования развития ЯЭС на примере программных комплексов MESSAGE и DESAE.

Разработанная вспомогательная имитационно-динамическая модель позволила уточнить особенности моделирования элементов топливного цикла с помощью программного комплекса DESAE, не описанные в руководстве для пользователя.

Проведенные тестовые расчеты продемонстрировали хорошее совпадение результатов моделирования открытого и замкнутого топливных циклов с использованием программных комплексов, реализующих имитационный (DESAE) и оптимизационный (MESSAGE) подходы.

Анализ результатов тестовых расчетов, понимание достоинств и недостатков сравниваемых методов и приобретенный опыт работы с программами позволяют говорить о возможности взаимодополняющего использования программных комплексов MESSAGE и DESAE для решения широкого круга задач средне- и долгосрочного планирования и прогнозирования развития ЯЭ. Например, в полученную с помощью DESAE структуру ЯЭ могут быть внесены рассчитанные с использованием MESSAGE изменения и уточнения в соответствии с наложенными системными ограничениями. Анализ оптимального решения на чувствительность поможет определить, в частности, допустимые пределы изменения экономических характеристик ЯЭС.

## Литература

1. Methodology for the assessment of innovative nuclear reactors and fuel cycles. Report of Phase 1B (first part) of the International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles (INPRO). IAEA-TECDOC-1434, IAEA, December 2004ю – P.182.
2. MESSAGE. User Manual. Draft. October 2003.
3. Давиденко В.Д., Субботин С.А., Цибульский В.Ф. Моделирование динамики энергетической системы. Программы DESAE и DES\_UNK/Международная конф. ENERGY\_STRAT'2004. – М., 2004.
4. Fesenko G., Andrianov A., Korovin Yu.A., Fedorova E. The experience on application of DESAE code. Consultancy meeting on Energy Modeling Tools as Integral Part of IAEA Toolbox for INPRO Methodology 18-20 May 2005. IAEA Headquarters, Vienna, Austria.
5. Fedorova E., Fesenko G. DESAE and MESSAGE for Nuclear Fuel Cycle Modeling. Consultancy meeting on Energy Modeling Tools as Integral Part of IAEA Toolbox for INPRO Methodology 18-20 May 2005. IAEA Headquarters, Vienna, Austria.
6. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. – М.: Наука, 1981. – С. 486.
7. Андрианов А.А. О нулевом балансе плутония в двухкомпонентной ядерной энергетике: Тез. конф. «Безопасность АЭС и подготовка кадров – 2005». – Обнинск: ИАТЭ, 2005. – С. 72-75.

Поступила в редакцию 4.04.2006



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.