

УДК 621.039.514.4

**Учёт пространственных эффектов при определении подкритичности
по реакторным шумам**

А.М. Дегтярев, А.А. Мясников, Т.Е. Трофимова,

НИЦ “Курчатовский институт”, 123182, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1,

О.А. Серянина,

НИЯУ МИФИ, 115409, Москва, Каширское ш., д. 31

Рассмотрена возможность определения подкритичности реактора на основе спектрального анализа реакторных шумов с учётом пространственных эффектов. Предлагаемый подход использует модель эквивалентного источника шума согласно формуле Шоттки с определением реактивности и функционалов ценности нейтронов непосредственно по измерениям реакторных шумов системой внутризонных детекторов. Применение методики проиллюстрировано на примере простой расчётной модели плоского реактора.

Ключевые слова: реакторные шумы, реактивность, пространственные эффекты.

УДК 621.039.55

**К вопросу стабильности и безопасности импульсного источника нейтронов –
супербустера**

М.В. Рзянин, Е.П. Шабалин,

Объединённый институт ядерных исследований, 141980, г. Дубна, Московская обл.,

Жолио-Кюри ул., д. 6

Высокоинтенсивный импульсный источник нейтронов может быть создан на принципе супербустера, т.е. умножителя нейтронов нейтронопроизводящей мишени протонного ускорителя с энергией протонов порядка 1 ГэВ в подкритической системе с модуляцией реактивности. Обычно супербустер рассматривают как безопасную и надёжную ядерную установку. В данной работе показано, что мощный супербустер может оказаться менее стабильным в работе, чем импульсный реактор, и вопросы его безопасности требуют внимания.

Ключевые слова: импульсный источник нейтронов, нептуний-237, ядерный реактор, супербустер, кинетика, обратная связь реактивности, подкритичность, ядерная безопасность.

УДК 621.039

**Программа Хортица-М. Сходимость численных методов.
Устойчивость вычислительной схемы к возмущению входных данных**

Д.Н. Скороходов, Н.В. Мильто, Н.В. Липин,

НИЦ “Курчатовский институт”, 123182, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1

Рассмотрены вопросы сходимости численных методов, реализованных в программе Хортица-М. Приведены результаты численных экспериментов, подтверждающие устойчивость вычислительной схемы к возмущению входных данных.

Ключевые слова: программа Хортица-М, внутрореакторные детекторы, распределение мощности, ВВЭР, ток, измерение.

УДК 621.039.517

Расчёт температурного распределения в гетерогенном твэле ядерного реактора

С.В. Цибульский, В.Д. Давиденко,

НИЦ “Курчатовский институт”, 123182, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1

В статье представлены описание математической модели расчёта температуры для двумерной геометрии, данные по её верификации и пример двумерного расчёта. Обычная практика расчёта температурного распределения в твэле основывается на использовании одномерной теплофизической модели в цилиндрической геометрии. В случае использования гетерогенной загрузки топлива в твэл, т.е. использования различных по своим свойствам топливных таблеток, часть которых может вообще не иметь в своём составе делящегося материала, необходимые температурные распределения следует получать из решения уравнения теплопроводности с распределёнными параметрами как по высоте, так и по радиусу, т.е. в двумерной $R-Z$ -геометрии.

Ключевые слова: уравнение, теплопроводность, расчёт, $R-Z$ -геометрия, твэл, гетерогенность.

УДК 621.039.5

Расчётно-аналитическое моделирование изотопного состава свежего топлива для РУ типа ВВЭР на основе регенерированного урана в рамках программного комплекса STEM-NES для проведения сценарных исследований развития ЯЭ

Е.А. Бобров, А.В. Гурин, П.С. Теплов,

НИЦ “Курчатовский институт”, 123182, г. Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1

В статье приведены основные особенности расчётных модулей для программного комплекса (ПК) STEMNES, предназначенных для подготовки эквивалентного изотопного состава свежего регенерированного уранового топлива (РУТ) для реакторов типа ВВЭР. В основе этих расчётных модулей лежат современные схемы обогащения (однокаскадная и двухкаскадная), способные давать регенерированный уран любого качества. Рассмотрены несколько примеров расчёта эквивалентного изотопного состава свежего РУТ, предназначенного для реакторов ВВЭР-1200 и ВВЭР-1000.

Ключевые слова: РУТ, эквивалентный изотопный состав, ОЯТ, регенерированный уран, ВВЭР-1200, расход природного урана, ЯТЦ, ЕРР.

УДК 621.039.577:537.58:53.023

Математическая модель термоэмиссионного преобразователя в составе ЯЭУ

А.В. Белкин, Н.В. Щукин,

НИЯУ МИФИ, 115409, Москва, Каширское ш., д. 31

В настоящее время проводятся работы по созданию новых термоэмиссионных реакторов-преобразователей. Однако при проектировании электрогенерирующего канала возникают трудности в комплексном описании физических процессов, происходящих в нём. Более того, при анализе реакторных испытаний макетов электрогенерирующих каналов эмпирические модели вольт-амперных характеристик не всегда согласуются с полученными результатами. Такое явление связано с тем, что эмпирические вольт-амперные характеристики основаны на результатах эксперимента определённой электродной пары в заданном режиме работы термоэмиссионного преобразователя. В работе предлагается комплексная математическая модель термоэмиссионного преобразователя. Математическая модель основана на решении уравнений переноса заряженных частиц, которые учитывают особенности всех режимов работы термоэмиссионного преобразователя.

Ключевые слова: термоэмиссионный преобразователь, вольт-амперная характеристика, работа выхода электрода, электронное охлаждение, электрогенерирующий элемент, термоэмиссионный реактор-преобразователь, уравнения переноса заряженных частиц, межэлектродный зазор, низкотемпературная плазма.

УДК 621.039.5

**Особенности управления космическими ядерными энергоустановками
в номинальном режиме**

В.В. Скорлыгин,

НИЦ “Курчатовский институт”, 123182, Москва пл. Академика Курчатова, д. 1

В работе обсуждаются проблемы оптимального управления космической ядерной энергоустановкой в номинальном режиме, под которым понимается основной режим длительного (десять тысяч часов) автономного функционирования. Формирование критерия оптимизации и реализация стратегии управления для его достижения являются одними из наиболее важных задач разработчика перспективной ЯЭУ. Описываются результаты, полученные в процессе создания многоканальной системы управления для термоэмиссионной ядерной энергоустановки “Енисей”. Формулируется стратегия управления на основе самонастройки, позволяющая достичь заданных критериев оптимизации при ресурсном изменении параметров энергоустановки.

Ключевые слова: ЯЭУ космического назначения, длительная эксплуатация, автоматическое управление, оптимизация.

УДК 621.039.5

**Анализ технико-экономических характеристик двойной каскадной схемы
для обогащения многократно рециклированного регенерированного урана**

***Е.В. Родионова¹, А.Ю. Смирнов^{1,2}, В.А. Невиница¹, Г.А. Сулаберидзе², В.Е. Гусев²,
В.Ю. Бландинский¹, С.В. Цибульский¹***

¹ НИЦ “Курчатовский институт”, 123182, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1,

² НИЯУ МИФИ, 115409, Москва, Каширское ш., д. 31

В статье представлены результаты исследований оптимизации параметров двойного каскада обогащения регенерированного урана с высоким содержанием чётных изотопов. Кроме анализа физических ограничений, проведён анализ экономической целесообразности разделения. Предложена методика выбора оптимального варианта параметров каскада.

Ключевые слова: двойной каскад, экономика, обогащение, методика, уран, отвал, изотоп, газовая центрифуга, разделительный каскад.

УДК 621.039.548

**Разрушение материалов в процессе деформации растяжением образцов
в электронном микроскопе**

В.М. Доровской,

НИЦ “Курчатовский институт”, 123182, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1

Приводятся результаты исследований процессов разрушения материала в областях перед вершиной распространяющейся микротрещины. Исследования выполнены на образцах, полученных ионно-точечным напылением, и образцах из конструкционных материалов ЯЭУ, полученных утонением из массивного состояния. Подтверждено, что в локальных областях, расположенных у вершины распространяющейся микротрещины, материал перед разрушением переходит в аморфное состояние.

Ключевые слова: микротрещина, ЯЭУ, аморфное состояние, точечные дефекты, дислокации.

УДК 621.039.53

**Методика обоснования концепции безопасности “течь перед разрушением”
для фланцевых соединений РУ ВВЭР**

О.Д. Лоскутов, Александр С. Киселёв, Алексей С. Киселёв, П.В. Алексеев, А.А. Тутнов,
НИЦ “Курчатовский институт”, 123182, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1

В статье изложен подход к обоснованию концепции безопасности “течь перед разрушением” (ТПР) фланцевых разъемов реакторных установок типа ВВЭР. Описаны основы методик расчёта напряжённодеформированного состояния элементов фланцевых разъемов и вероятности разрушения шпилек. Рассмотрены детерминистический и вероятностный критерии условия разрушения фланцевых соединений. Продемонстрирован анализ выполнения условия ТПР на примере главного разъёма главного циркуляционного насосного агрегата (ГЦНА).

Ключевые слова: течь перед разрушением, фланцевый разъем, ГЦНА, ВВЭР, вероятностный анализ разрушения.