

УДК 621.039.51

Применение формул дифференцирования назад к задачам нейтронной кинетики

В.Г. Зимин, А.Л. Черезов,
НИЯУ “МИФИ”, 115409, Москва, Каширское ш., 31

Уравнения нейтронной кинетики относятся к классу жёстких задач для схем численного интегрирования по времени. В данной работе исследуются точность и быстродействие алгоритмов, основанных на формулах дифференцирования назад (ФДН), применительно к задачам точечной и распределённой нейтронной кинетики. С использованием алгоритма ФДН с автоматическим выбором временного шага и порядка проанализированы решения ряда модельных задач с вводом как положительной, так и отрицательной реактивности. Представлены графики зависимостей вычислительных затрат от локальной и глобальной точности численного решения. Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности алгоритмов, основанных на ФДН, и целесообразности их применения в задачах моделирования ядерных реакторов.

Ключевые слова: нейтронная кинетика, методы ФДН, автоматический выбор шага.

УДК 621.039

К определению времени жизни мгновенных нейтронов деления методом Монте-Карло

Е.А. Гомин, В.Д. Давиденко, А.С. Зинченко, И.К. Харченко,
НИЦ “Курчатовский институт”, 123182, Москва, пл. Курчатова, 1

Описывается алгоритм расчёта времени жизни нейтронов деления в реакторе методом Монте-Карло. Оценка функции ценности осуществляется при решении уравнения переноса нейтронов без решения сопряжённого уравнения. Приведены результаты расчётов времени жизни мгновенных нейтронов для некоторых критических сборок в сравнении с данными измерений.

Ключевые слова: ядерный реактор, кинетика, метод Монте-Карло, функция ценности, время жизни мгновенных нейтронов.

УДК 621.039

Расчёт функции ценности и эффективной доли запаздывающих нейтронов методом Монте-Карло

Е.А. Гомин, В.Д. Давиденко, А.С. Зинченко, И.К. Харченко,
НИЦ “Курчатовский институт”, 123182, Москва, пл. Курчатова, 1

Представлена методика расчёта функции ценности нейтронов и эффективной доли запаздывающих нейтронов методом Монте-Карло, реализованная в программе КИР. Приведены результаты расчётов эффективной доли запаздывающих нейтронов для ряда критических сборок в сравнении с экспериментальными данными.

Ключевые слова: нейтронная кинетика, метод Монте-Карло, эффективная доля запаздывающих нейтронов, функция ценности.

УДК 621.039.17

Многоуровневая иерархия сетей в геометрическом модуле пакета программ MSU

М.И. Гуревич, О.В. Тельковская, Б.К. Чукбар,
НИЦ “Курчатовский институт”, 123182, Москва, пл. Курчатова, 1

Проведение прецизионных расчётов высокотемпературных реакторов, в которых применяется микротопливо, требует эффективного моделирования многоуровневой геометрии, так как число уровней превышает используемое для обычных энергетических реакторов. В работе предлагается развитие геометрического модуля программного комплекса MSU для решения подобных задач.

Ключевые слова: нейтронно-физические расчёты, многоуровневое описание геометрии, метод Монте-Карло.

УДК 621.039.5.021

Коэффициенты диффузии для конечно-разностных схем расчётов РБМК

Р.В. Плеханов, Д.А. Лысов,
АО “ВНИИАЭС”, 109507, Москва, Ферганская ул., 25

Изложена методология подготовки коэффициентов диффузии с использованием прецизионного кода MSU для их применения в конечно-разностных схемах с одной точкой на ячейку в плане РБМК. Описаны основные этапы формирования и первичной верификации библиотеки констант с использованием этой методологии.

Ключевые слова: РБМК-1000, коэффициенты диффузии, диффузионное приближение, расчётные коды, библиотека констант, прецизионный расчёт, код MSU.

УДК 621.039.5

Моделирование запроектной аварии с полным обесточиванием РБМК

А.В. Краюшкин, Л.Н. Захарова,
НИЦ “Курчатовский институт”, 123182, Москва, пл. Курчатова, 1

Проведено моделирование тяжёлой стадии аварии с полным обесточиванием РБМК. Для моделирования используется специально написанная программа STEPAN-T. В её основе лежит модель расчёта трёхмерных полей температуры в графитовой кладке, дополненная моделями для расчёта температуры в окружающих конструкциях. Анализируется поведение реактора на тяжёлой стадии аварии без управляющих воздействий, рассматриваются возможные действия по смягчению последствий аварии, обсуждается вопрос повторной критичности.

Ключевые слова: полное обесточивание, тяжёлая стадия аварии, трёхмерная модель.

УДК 621.039.51

О возможностях контроля остаточного энерговыделения при запроектных авариях

В.Ф. Шикалов,
НИЦ “Курчатовский институт”, 123182, Москва, пл. Курчатова, 1

Рассмотрена возможность контроля остаточного энерговыделения при запроектной аварии на АЭС. Приведены экспериментальные данные по анализу сигналов детекторов системы

внутриреакторного контроля применительно к задаче контроля остаточного энерговыделения в остановленном ВВЭР.

Ключевые слова: запроектная авария, остановленный реактор, остаточное энерговыделение, контроль, фоновый датчик прямого заряда.

УДК 621.039.51

Инженерные коэффициенты запаса при проектировании топливных загрузок ВВЭР

М.П. Лизоркин, Л.К. Шишков,

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

Описаны методы получения инженерных коэффициентов запаса, которые используются в настоящее время при проектировании топливных загрузок ВВЭР с помощью созданного в НИЦ “Курчатовский институт” комплекса программ КАСКАД. Эти коэффициенты запаса с вероятностью 95 % обеспечивают выполнение эксплуатационных (проектных) пределов и ряда других ограничений в условиях нормальной эксплуатации.

Ключевые слова: инженерный коэффициент запаса, обеспечение безопасности ВВЭР, расчётные погрешности параметров реактора.

УДК 573.6.011.6

Возможный механизм формирования несмачиваемых “сухих пятен” на обогреваемой поверхности при пузырьковом кипении. Часть I. Базовые модели и характеристики гетерогенного пузырькового кипения в большом объёме при низком давлении

Ю.М. Жуков, Д.С. Уртенев,

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

Рассматриваются вопросы, связанные с физикой процесса гетерогенного кипения в большом объёме при низком давлении на плоской горизонтальной поверхности. Приводятся примеры рассогласования параметрических трендов, связанных с теплофизическими свойствами и микрогеометрией поверхности стенки, размерами рабочего участка, зоной влияния растущего пузырька и контактным углом на границе жидкой, твёрдой и паровой фаз. Делается вывод о возможных причинах неоднозначности в результатах моделирования режима пузырькового кипения в большом объёме при расчёте индивидуального вклада каждого из механизмов передачи тепла (конвекция, испарение микрослоя жидкости и перестройка теплового погранслоя после отрыва пузырька). Подчёркивается необходимость решать задачу в сопряжённой постановке.

Ключевые слова: гетерогенное кипение в большом объёме, микрогеометрия поверхности, контактный угол, кризис теплоотдачи.

УДК 621.039

Варианты использования регенерированных делящихся материалов в тепловых реакторах как первый этап замыкания топливного цикла

Е.А. Андрианова, В.Ф. Цибульский,

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

Сейчас в мире накоплено 240 000 т отработавшего ядерного топлива (ОЯТ). Его длительное хранение требует обеспечения условий безопасности и заметных финансовых затрат, которые с каждым годом растут. Очевидно, что такое состояние не может продолжаться долго и, в конце

концов, потребуется принять окончательное решение. В настоящее время рассматриваются несколько вариантов решения проблемы накопления ОЯТ. Так как основная доля работающих и строящихся реакторов приходится на тепловые, то разумно предположить, что в ближайшей и среднесрочной перспективе структура атомной энергетики не изменится и утилизировать плутоний придётся в тепловых реакторах. В работе проведено сравнение: для открытого топливного цикла (ТЦ) с долговременным хранением ОЯТ; для замкнутого ТЦ на тепловых реакторах с загрузкой МОКС-топливом и последующим хранением ОЯТ из МОКС-топлива в долговременном хранилище; для замкнутого ТЦ на тепловых реакторах с гетерогенным размещением топлива.

Подробно рассматривается концепция гетерогенного размещения топлива. Если в случае традиционного топлива при переработке ОЯТ необходимо иметь дело со всем объёмом, то при концепции гетерогенного размещения топлива можно поместить плутоний и ^{238}U отдельно: в разных твэлах. В этом случае можно добиться практически полного выжигания делящихся изотопов плутония в твэлах с плутониевой загрузкой. Эти твэлы с выгоревшим плутонием после выдержки можно отправлять на захоронение без предварительной переработки. Они будут содержать лишь несколько процентов плутония от первоначальной загрузки, причём преимущественно в нём будут чётные изотопы. Твэлы, которые первоначально содержали только ^{238}U , надо будет отправить на обычную переработку.

Ключевые слова: обращение с ОЯТ, минимизация радиоактивности, переработка топлива, гетерогенное топливо, утилизация плутония, замкнутый ТЦ.

УДК 621.039.5

К определению размерности реактора по реактивной тяге и способа преобразования энергии для ядерной энергодвигательной установки

Г.В. Конюхов, В.А. Павшук,

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

Предложен подход к выбору оптимальной размерности реактора по реактивной тяге и способа преобразования энергии для ядерной энергодвигательной установки (ЯЭДУ) с учётом допустимой для реактора энерговыработки и необходимой его наземной отработки на заданную надёжность. На основе результатов проектно-баллистического анализа схемы марсианской экспедиции рассмотрена целесообразность модульного построения реактора и ЯЭДУ.

Ключевые слова: ядерный реактор, тепловыделяющая сборка, ЯЭДУ, ядерный ракетный двигатель, ядерная энергетическая установка, ИРГИТ, модульность, тепловая мощность, энерговыработка, электрическая мощность, тяга.

УДК 519.87:621.039.5

Вырожденные задачи оптимизации ядерной энергетики

А.В. Клименко,

Общественный фонд “Институт системно-экономических исследований им. Я.В. Шевелёва”, 144001, г. Электросталь Московской обл., ул. К. Маркса, 6а, НИЯУ “МИФИ”, 115409, Москва, Каширское шоссе, 31

Оптимизация больших систем экономики и энергетики приводит к вырожденным решениям в задачах большой размерности. Это очень сильное математическое усложнение. Однако оно позволяет рассматривать будущее развитие энергетики как совместную работу ядерных энергетических установок (ЯЭУ), энергетических установок (ЭУ) на угле, ЭУ на газе. Кроме того, оно позволяет рассматривать развитие энергетики страны только на ЯЭУ. Для этого нужна системная оптимизация параметров ЯЭУ.

Ключевые слова: вырожденная задача оптимизации, экономика, энергетика, энергосистема, ЭУ, ЯЭУ, оптимальность, неоптимальность, норма дисконтирования