

Аннотации статей  
журнала "Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика ядерных реакторов",  
вып. № 4, 2013 г.

УДК 621.039.5

## **Двумерные уравнения метода поверхностных гармоник для решения задач пространственной нейтронной кинетики в реакторах с квадратной решёткой**

**В.Ф. Бояринов, А.Е. Кондрушин, П.А. Фомиченко**  
НИЦ "Курчатовский институт", 123182, Москва, пл. Курчатова, 1

Получены нестационарные двумерные конечно-разностные уравнения метода поверхностных гармоник (МПП) для описания переноса нейтронов в реакторах с квадратной решёткой блоков. Полученные уравнения реализованы в рамках программного комплекса SUHAM-TD. На примере расчётов известных тестовых задач проведена верификация полученных уравнений и созданной программы, продемонстрированы возможности и эффективность МПП в применении к решению нестационарного уравнения переноса нейтронов в диффузионном приближении в двумерной геометрии. Результаты работы показывают существенное преимущество МПП по расчётным затратам по сравнению с прямым конечно-разностным моделированием.

*Ключевые слова:* МПП, нестационарное уравнение переноса нейтронов, пространственно-временная кинетика, программа SUHAM-TD, верификация.

УДК 621.039.51

## **Принципиальные особенности применения метода Монте-Карло для расчёта больших реакторов типа РБМК и коррекции модели по показаниям внутриреакторных датчиков**

**И.Е. Иванов, Н.В. Щукин,**  
НИЯУ "МИФИ", 115409, Москва, Каширское ш., 31,  
**С.А. Бычков, В.Е. Дружинин, Д.А. Лысов, Ю.В. Шмонин**  
ОАО "ВНИИАЭС", 109507, Москва, Ферганская ул., 25,  
**М.И. Гуревич**  
НИЦ "Курчатовский институт", 123182, Москва, пл. Курчатова, 1

Проведен качественный и количественный анализ статистических ошибок регистрации полей нейтронов в физически больших системах типа РБМК. Приведены рекомендации по выбору параметров расчёта. Предложена новая методика расчёта РБМК методом Монте-Карло с коррекцией модели на показания датчиков внутриреакторного контроля. Для проведения расчётных исследований разработано специализированное программное обеспечение (ПО) на базе программно-аппаратной платформы CUDA. Обсуждаются результаты апробации методики и ПО для расчёта реальных загрузок энергоблоков РБМК.

*Ключевые слова:* метод Монте-Карло, CUDA, графический процессор, РБМК, внутриреакторные датчики.

УДК 621.3.002

**Восстановление распределения энерговыделения по показаниям  
внутриреакторных датчиков в активной зоне ВВЭР-440 с помощью  
метрического анализа**

*А.В. Крянев, Д.К. Удумян*

НИЯУ “МИФИ”, 115409, Москва, Каширское ш., 31,

*А.Ю. Курченков, А.А. Гагаринский*

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

Рассматриваются задачи восстановления энерговыделения в активной зоне ВВЭР-440 на основе нейтронно-физического расчёта и показаний датчиков внутриреакторного контроля. Предлагается новая математическая схема восстановления, использующая метрический анализ, которая по сравнению с существующими математическими схемами повышает точность и достоверность восстановленного распределения энерговыделения.

*Ключевые слова:* активная зона ВВЭР-440, восстановление энерговыделения, метрический анализ, точность восстановления.

УДК 621.039.516.25

**Расчётный анализ экспериментов по определению коэффициентов  
реактивности на ВВЭР-1000 3-го блока Калининской АЭС  
с помощью программного комплекса ПРОСТОР**

*В.Г. Зимин, С.Б. Выговский, А.А. Семёнов*

НИЯУ “МИФИ”, 115409, Москва, Каширское ш., 31,

*В.Д. Давиденко, В.Ф. Цибульский*

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

Представлены результаты расчётного анализа экспериментов по определению коэффициентов реактивности ВВЭР-1000 на минимально-контролируемом уровне мощности с помощью программного комплекса ПРОСТОР. Рассчитывались температурный и плотностной коэффициенты реактивности и коэффициент реактивности по концентрации борной кислоты. Предложена методика анализа согласованности экспериментальных данных по определению температурного и плотностного коэффициентов реактивности.

*Ключевые слова:* ВВЭР-1000, коэффициенты реактивности, двугрупповое диффузионное приближение, нодальный метод, гексагональная геометрия, валидация, ПРОСТОР, NEKST, UNK.

УДК 621.039

**Измерения эффективности стержней регулирования критсборки  
стенда РБМК при добросах стержней**

*В.Е. Житарев, В.М. Качанов, А.Ю. Сергеевнин, Г.В. Лебедев*

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

Измерена эффективность стержней регулирования критсборки стенда РБМК, когда один стержень ручного регулирования (РР) сброшен из стационарного критического состояния, а через 44 с сброшены ещё несколько стержней РР. По результатам измерений числа нейтронов в критсборке до, во время и после сброса стержней значения их эффективности получены путём решения системы точечных уравне-

ний кинетики. Использован ряд способов обработки исходных данных для определения искомых значений реактивности без расчётных поправок.

*Ключевые слова:* реактивность, стержни регулирования, эффективность стержня, критическая сборка, метод обратной кинетики.

УДК 621.039.526

## **Тестирование уточнённой методики расчёта радиационного тепловыделения на периферии активной зоны реактора БОР-60**

*А.В. Варивцев, И.Ю. Жемков*

ОАО “ГНЦ НИИАР”, 433510, г. Димитровград-10 Ульяновской обл.

В результате применения уточнённой методики для расчёта радиационного тепловыделения в элементах экспериментального устройства, расположенного на периферии активной зоны реактора БОР-60, существенно снижены расхождения с экспериментальными данными, что позволяет сделать вывод о преимуществе уточнённой методики по сравнению с использовавшейся ранее.

*Ключевые слова:* экспериментальное устройство, радиационное тепловыделение, калориметр, гамма-квант, гамма-излучение, продукты деления.

УДК 621.039.534

## **Обобщение аналитических интегральных форм коэффициентов трения, тепло- и массообмена для неравновесных двухфазных потоков. Кольцевые каналы и ТВС**

*Ю.Н. Корниенко*

ФГУП “ГНЦ РФ-ФЭИ”, 249033, г. Обнинск Калужской обл., пл. Бондаренко, 1

Представлен новый подход к построению обобщённых замыкающих соотношений коэффициентов трения, тепло- и массообмена со стенкой для труб, кольцевых каналов и субканалов в потоках сложной структуры с гетерогенными распределениями локальных параметров. Метод основан на квазиодномерном описании неоднородности не только осевых, нормальных и азимутальных профилей, но и эффектов источников/стоков субстанции (импульса, массы и тепла). Полученные аналитические соотношения отвечают “принципу соответствия”. Приведен пример верификации.

*Ключевые слова:* трение, тепло- и массообмен, неравновесная модель потока дрейфа, кольцевые каналы, ТВС.

УДК 621.039.54

## **Кинетика выхода серебра из микротоплива с учётом эффекта ограниченной растворимости**

*А.С. Иванов, А.А. Русинкевич*

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

Проведено исследование влияния ограниченной растворимости серебра в карбиде кремния на его выход из микротвэла (МТ) с TRISO покрытием. Показано, что ограниченная растворимость существенно влияет на профиль концентраций и выход серебра из МТ в широком диапазоне температур. Разрабо-

тана методика получения профилей концентрации продуктов деления (ПД) в МТ и графиков потока и интегрального выхода ПД на основе данных нейтронно-физического расчёта, результатов расчёта термодинамики по программе Ivthermo и кинетики по программе FP-Kinetics. Методика учитывает ограниченную растворимость ПД в защитных оболочках МТ.

*Ключевые слова:* микротвэл, продукты деления, растворимость, выгорание, диффузия.

УДК 621.039.54, 621.039.526

## **Диффузия урана и цезия в топливной оболочке электрогенерирующего канала**

*И.В. Васильев, А.С. Иванов, В.А. Чури*

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

В обоснование эксплуатационной надёжности твэлов при разработке проекта ядерной энергетической установки мегаваттного класса могут быть использованы результаты реакторных испытаний карбонитридного топлива в монокристаллической оболочке из сплава на основе молибдена. Дана интерпретация результатов экспериментального исследования проникновения урана и цезия в монокристаллическую оболочку твэла с карбонитридным топливом, прошедшим ядерные энергетические испытания в составе опытной установки Я-82 в течение 8 300 часов при температуре  $\sim 1\,500\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Показано, что коэффициенты диффузии урана в оболочку практически совпадают с коэффициентами диффузии, измеренными ранее для диффузии урана в поликристалл молибдена. Установлено, что проникновение урана в оболочку, по-видимому, реализуется только при непосредственном контакте оболочки и топлива. Дано объяснение наблюдавшихся экспериментально немонотонных концентрационных профилей урана, основанное на преимущественной диффузии урана по границам зёрен. Показано, что существенная немонотонность концентрационного профиля урана, наблюдавшаяся в наших экспериментах, может быть объяснена наличием поликристаллической структуры оболочки в приповерхностной области с её внутренней стороны. Выполнена оценка коэффициента диффузии урана по границам зёрен. Приведена оценка коэффициентов диффузии цезия по полученным экспериментальным данным.

*Ключевые слова:* ядерные энергетические испытания, оболочка твэла, зернограничная диффузия, К-отношение.

УДК 621.039.7

## **Методы контроля герметичности оболочек твэлов на корпусном кипящем реакторе ВК-50**

*А.С. Курский*

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

Приведены результаты исследований внутренне присущих свойств радиационной безопасности реакторной установки ВК-50. Обосновано, что особенности фазового переноса радиоактивности позволяют точно и оперативно определять дефекты оболочек твэлов на корпусном кипящем реакторе. Разработаны способы и устройства контроля герметичности оболочек твэлов на работающем и остановленном реакторе.

*Ключевые слова:* корпусной кипящий реактор, газообразные продукты деления, системы радиационного контроля.

УДК 621.039.7

## **Обоснование безопасности корпусного кипящего реактора при крупных течах контура теплоносителя на примере реактора ВК-50**

*А.С. Курский*

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

Представлены результаты исследований радиолитических процессов и радиационной безопасности корпусного кипящего реактора ВК-50 с естественной циркуляцией теплоносителя. Приведены выявленные особенности работы систем каталитического сжигания водорода в условиях повышенной влажности парогазовой смеси при авариях. Обосновано, что особенности фазового переноса радиоактивности позволяют ограничивать последствия тяжелой запроектной аварии на корпусном кипящем реакторе. Показана разработанная методика определения радиационной обстановки в аварийном помещении. Обоснованы технологические схемы и эксплуатационные режимы, позволяющие исключать ситуации со взрывами оборудования и выходом радиоактивности в окружающую среду.

*Ключевые слова:* корпусной кипящий реактор, радиоактивные продукты коррозии, газообразные продукты деления, система радиационного контроля.

УДК 621.039.58

## **Проблемы безопасности и эффективности атомной энергетики в свете современной науки и практики**

*А.Г. Асеев, С.А. Субботин*

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

Рассмотрены вопросы безопасности в новом ключе. Чем будет дольше существовать человечество, тем чаще оно будет сталкиваться с проблемами и рисками, которых не было раньше. Обсуждаются новые подходы и пути решения этой проблемы – от глобальных до локальных.

*Ключевые слова:* безопасность, риск, энергетика, инновационные технологии.

## **Семинар “Физика ядерных реакторов”**

Начиная с 1999 г. в НИЦ “Курчатовский институт” работает семинар “Физика ядерных реакторов”. Руководитель семинара – начальник Отдела физики ядерных реакторов С.М. Зарицкий.

К моменту выхода в свет настоящего выпуска журнала состоялись 133 заседания семинара, тематика которого по факту не ограничивается заявленной в его названии.

В качестве докладчиков и участников семинара выступают специалисты НИЦ КИ и других Институтов.

Информация о семинаре размещается на сайте НИЦ “Курчатовский институт” ([www.nrcki.ru](http://www.nrcki.ru)), а также рассылается участникам семинара.

В 2012 г. состоялись 13 заседаний семинара, информация о которых опубликована в выпуске № 1 за 2013 год.

В 2013 г. состоялись 11 заседаний семинара (со 123-го по 133-е). Информация о 123-127 заседаниях (январь-май 2013 года) опубликована в выпуске № 2 за 2013 год.

В данном выпуске приводится информация о 128-133 заседаниях семинара и аннотации докладов, предоставленные докладчиками.