

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧЕЧНОЙ МОДЕЛИ КСЕНОНОВЫХ КОЛЕБАНИЙ

Н.О. Рябов, А.А. Семенов

Московский инженерно-физический институт (государственный университет), г. Москва



В статье изложена методика исследования точечной модели ксеноновых колебаний с учетом мощностного коэффициента реактивности. Построены безразмерные уравнения распада ксенона и йода. Оказалось, что качественное поведение системы в используемом приближении определяется двумя безразмерными критериями. На координатной плоскости, задаваемой этими критериями, построены области качественно различного поведения модели. Получены формулы для положений равновесия системы и частот собственных колебаний.

СПИСОК ОБОЗНАЧЕНИЙ

t – время, [с];
 X – концентрация ксенона-135, [1/см³];
 J – концентрация йода-135, [1/см³];
 λ_X, λ_J – постоянные распада ядер ксенона и йода, [1/с];
 γ_X, γ_J – выход ядер ксенона и йода на один акт деления;
 σ_X – микросечение захвата нейтронов ксеноном-135, [см²];
 Φ – нейтронный поток, с⁻¹см⁻²;
 k_Φ – мощностной коэффициент чувствительности размножающих свойств активной зоны, [см⁻¹];
 Σ_a, Σ_f – макросечения захвата нейтронов и деления ядер, [см⁻¹];
 ν – выход нейтронов на один акт деления;
 x – безразмерная концентрация ксенона;
 j – безразмерная концентрация йода;
 ϕ – безразмерный поток нейтронов;
 A – матрица системы уравнений модели.

ВВЕДЕНИЕ

Исследование процессов отравления реактора ксеноном-135 – довольно распространенная тема в научной периодике. Это связано с тем, что отравление ксеноном является одним из самых существенных процессов, влияющих на реактивность реактора и качество управления реактором. В работах [1–3] рассматриваются точечные, двухточечные и одномерные модели процессов отравления ксеноном без учета обратной связи по мощности. Ее учет необходим для правильного описания таких параметров колебаний, как декремент затухания и частота. В работе [4] изложен ме-

тод анализа устойчивости высотного поля нейтронов к ксеноновым колебаниям с учетом мощностной обратной связи.

ВЫВОД БЕЗРАЗМЕРНЫХ УРАВНЕНИЙ

Система уравнений, описывающая отравление активной зоны реактора в точечном приближении, имеет вид:

$$\begin{cases} \frac{dJ}{dt} = -\lambda_J + \gamma_J \Sigma_f \Phi \\ \frac{dX}{dt} = -\lambda_X X - \sigma_X X \Phi + \gamma_X \Sigma_f \Phi + \lambda_J J. \end{cases} \quad (1)$$

В этой системе уравнений неизвестными являются функции J и X , все коэффициенты перед этими функциями, кроме нейтронного потока Φ , считаем постоянными. Нейтронный поток Φ можно определить из статического баланса нейтронов в реакторе в «точечном» приближении:

$$\left(v\Sigma_f - \Sigma_a - l - \sigma_X X + k_\Phi \frac{\Phi - \Phi_0}{\Phi_0} \right) \Phi = 0, \quad (2)$$

где $k_\Phi = \Phi_0 \frac{\partial}{\partial \Phi} (v\Sigma_f - \Sigma_a - l)$ – параметр мощностной обратной связи, l – коэффициент утечки нейтронов.

Как видно, нейтронный поток Φ зависит от размножающих свойств реактора, обратной связи по мощности, начального потока Φ_0 и концентрации ксенона. Уравнение (2) позволяет явно выразить эту зависимость:

$$\Phi = \Phi_0 - \frac{\Phi_0}{k_\Phi} (v\Sigma_f - \Sigma_a - l - \sigma_X X). \quad (3)$$

Уравнения (1) и (3) в совокупности образуют дифференциально-алгебраическую систему уравнений, описывающих динамику ксенонового отравления реактора в точечном приближении с учетом мощностной обратной связи. Эта система уравнений содержит несколько независимых параметров, которые определяют ее свойства. Для исследования этой системы количество параметров целесообразно сократить. Это можно сделать, приведя систему к безразмерному виду. Для этого перейдем к новым переменным, представив неизвестные функции и время в виде:

$$\left\{ X = \frac{(\gamma_X + \gamma_J)\Sigma_f}{\sigma_X} x, \Phi = \frac{\lambda_X}{\sigma_X} \phi, J = \frac{\gamma_J \lambda_X \Sigma_f}{\lambda_J \sigma_X} j, t = \frac{\tau}{\lambda_X} \right\}. \quad (4)$$

Масштабирующие факторы имеют ясный физический смысл. Масштабом концентрации ксенона является концентрация ксенона при бесконечной нейтронной мощности. Масштабом нейтронного потока является величина, равная потоку нейтронов, при котором скорость естественного распада ядер ксенона равна скорости их исчезновения в результате выгорания; масштаб концентрации йода является равновесная концентрация йода при таком потоке; масштаб времени – постоянная распада ядер ксенона. Подставляя выражения (4) в уравнения (1) и (3), получим безразмерную систему уравнений:

$$\frac{dx}{d\tau} = -(1 + \phi)x + \frac{\phi + j}{\gamma + 1}; \quad \frac{dj}{d\tau} = \lambda(\phi - j); \quad \phi = f_0(1 + ax). \quad (5)$$

Это уравнение легко получить усреднением одногруппового диффузионного уравнения по объему реактора и линеаризацией зависимости свойств по мощности. Обратная связь по мощности, выражаемая коэффициентом k_Φ , может отражать не только естественную обратную связь (доплер-эффект и изменение плотности замедлителя), но и искусственную, вносимую регулятором мощности.

Здесь введены обозначения:

$$\lambda = \frac{\lambda_J}{\lambda_X}, \gamma = \frac{\gamma_J}{\gamma_X}; \quad (6)$$

$$f_0 = \phi_0 \left(1 + \frac{\Sigma_a + l - \nu \Sigma_f}{k_\Phi} \right); \quad (7)$$

$$a = \frac{(\gamma_J + \gamma_X) \Sigma_f}{\Sigma_a + l - \nu \Sigma_f - k_\Phi}. \quad (8)$$

Первые два параметра (6) постоянны и определяются свойствами ядер ксенона и йода. Вторые два параметра (7) и (8) зависят от размножающих и динамических свойств реактора и оказывают влияние на качественные характеристики динамики отравления реактора ксеноном. Таким образом, обезразмеривание уравнений позволило сократить количество параметров и выявить два безразмерных комплекса, определяющих качественные характеристики системы: типы точек равновесия, области устойчивости, области существования колебательного режима.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЙ РАВНОВЕСИЯ

Определим положения равновесия системы уравнений (5). Для этого производные по времени в этих уравнениях приравняем к нулю и подставим в полученные уравнения выражение для потока. В результате получается система алгебраических уравнений:

$$\begin{aligned} -(1 + f_0(1 + ax))x + \frac{f_0(1 + ax) + \gamma j}{\gamma + 1} &= 0; \\ \lambda(f_0(1 + ax) - j) &= 0. \end{aligned} \quad (9)$$

Эта система уравнений имеет два решения, которые выражают положения равновесия системы (5). Сами решения имеют вид:

$$\begin{aligned} j_0^{1,2}(a, f_0) &= \frac{1}{2} \left(-1 + f_0(1 + a) \mp \sqrt{4af_0^2 + (1 + (1 - a)f_0)^2} \right), \\ x_0^{1,2}(a, f_0) &= \frac{1}{2af_0} \left(-1 - f_0(1 - a) \mp \sqrt{4af_0^2 + (1 + (1 - a)f_0)^2} \right). \end{aligned} \quad (10)$$

Изображения поверхностей, описываемых этими формулами, представлены на рис. 1, 2.

В первом решении концентрация йода отрицательна в случае критичности реактора и наличия отрицательной обратной связи по мощности. Для доказательства этого утверждения, представим неравенство $j_0^1(a, f_0) \leq 0$ в виде:

$$-1 + f_0(1 + a) \leq a - \sqrt{4af_0^2 + (1 + (1 - a)f_0)^2}. \quad (11)$$

Тогда, если $-1 + f_0(1 + a) < 0$, то неравенство справедливо, т.к. сумма квадратов больше либо равна нулю. В противоположном случае можно возвести обе части в квадрат. Вычитая левую часть получившегося неравенства из правой, получим эквивалентное неравенство

$$f_0 \geq 0, \quad (12)$$

что справедливо при условии критичности реактора и отрицательности k_Φ , что и требовалось доказать.

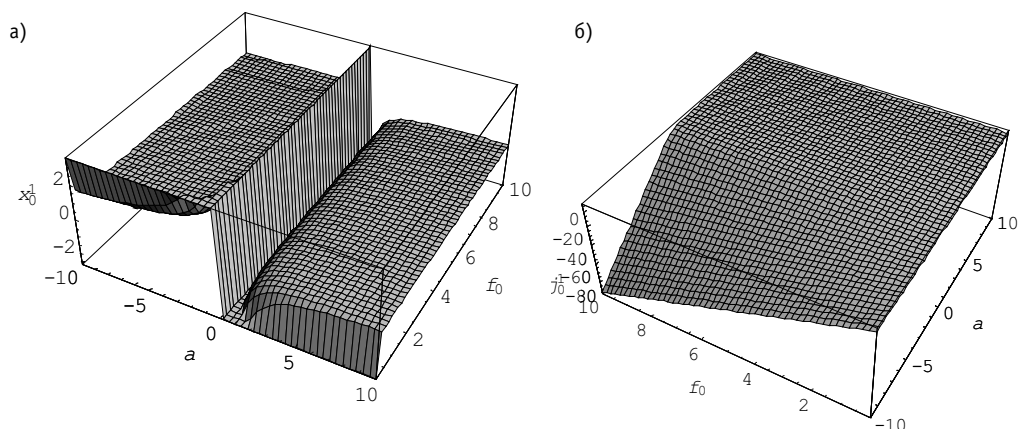


Рис. 1. Зависимость равновесной концентрации ксенона (а) и йода (б) от параметров a и f_0 для первой точки равновесия

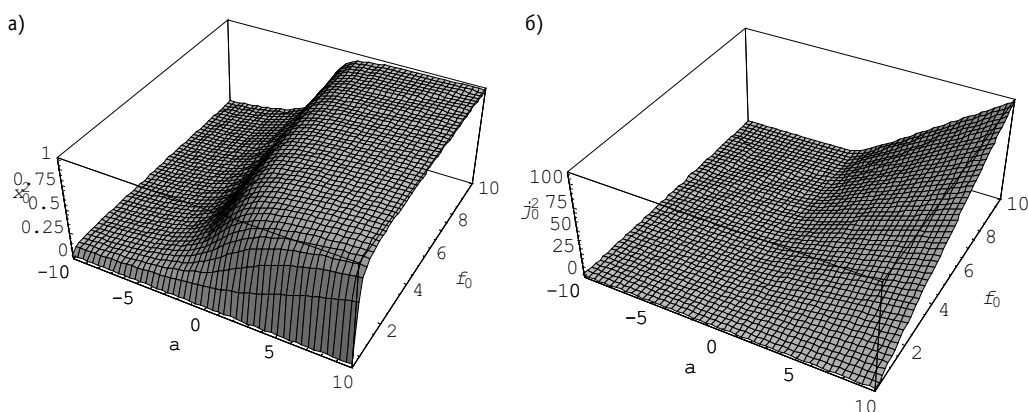


Рис. 2. Зависимость равновесной концентрации ксенона (а) и йода (б) от параметров a и f_0 для второй точки равновесия

Из справедливости неравенства $\sqrt{4af_0^2 + (1 + (1-a)^2)} > 0$ при $f_0 \geq 0$ следует, что система уравнений

$$\begin{cases} x_0^1(a, f_0) = x_0^2(a, f_0) \\ j_0^1(a, f_0) = j_0^2(a, f_0) \end{cases} \quad (13)$$

не имеет действительных решений, и таким образом, положения равновесия системы (5) не могут совпадать, поэтому положения равновесия могут принадлежать только следующим классам точек равновесия: устойчивые либо неустойчивые узлы и фокусы, центры и седла. Это значит, что рассматриваемая система не имеет комбинированных точек равновесия [5]. Физически реализуемым равновесием системы является вторая пара корней (10).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ ЧИСЕЛ

Для определения зависимости собственных частот малых колебаний в окрестности равновесия системы (5) от параметров, линеаризуем эту систему в окрестности точек равновесия и определим собственные значения получившейся системы. Линеаризованную в окрестности i -й ($i = 1, 2$) точки равновесия систему удобно записать в матричном виде:

$$\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} x \\ j \end{pmatrix} = \underbrace{\begin{pmatrix} -1+f_0 \left(-1+\frac{a}{1+\gamma} \right) - 2af_0x_0^i & \frac{\gamma}{1+\gamma} \\ af_0\lambda & -\lambda \end{pmatrix}}_{A_i(x_0^i, j_0^i)} \begin{pmatrix} x \\ j \end{pmatrix}. \quad (14)$$

Собственные числа матрицы A_i представимы в виде:

$$\mu_i^{1,2} = \eta_i(a, f_0) \pm \sqrt{\omega_i(a, f_0)}, \quad (15)$$

где

$$\eta_i(a, f_0) = -\frac{1}{2(1+\gamma)} (1+f_0(1-a)+\lambda+2af_0x_0^i(a, f_0)(1+\gamma)+\gamma(1+f_0+\lambda))$$

$$\omega_i(a, f_0) = -\frac{1}{2(1+\gamma)} \left(\begin{aligned} &-4(1+\gamma)^2\lambda(1+f_0(1-a)+2af_0x_0^i(a, f_0))+ \\ &+(1+f_0(1-a)+(f_0+2af_0x_0^i(a, f_0)+\lambda)(1+\gamma))^2 \end{aligned} \right) \quad (16)$$

Графики этих функций для второго физически реализуемого положения равновесия изображены на рис. 3. В случаях, когда функция $\omega_i(a, f_0)$ принимает отрицательные значения, ее абсолютная величина определяет частоту колебаний рассмат-

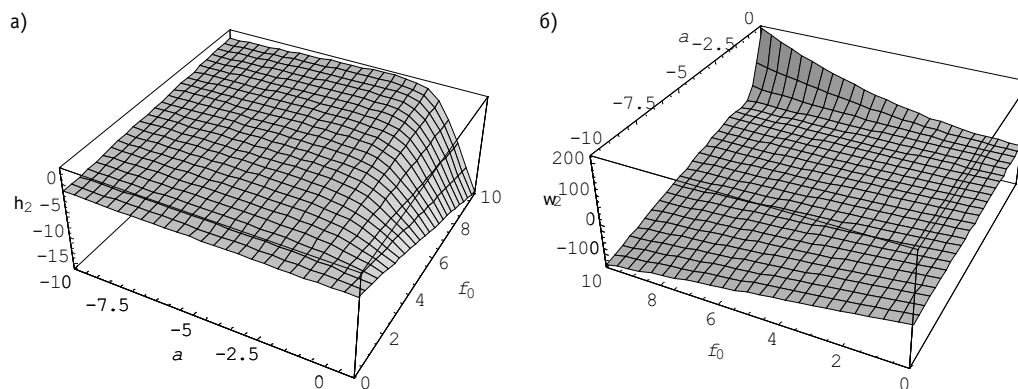


Рис. 3. Графики функций в формуле (16), характеризующих параметры колебаний для второго положения равновесия

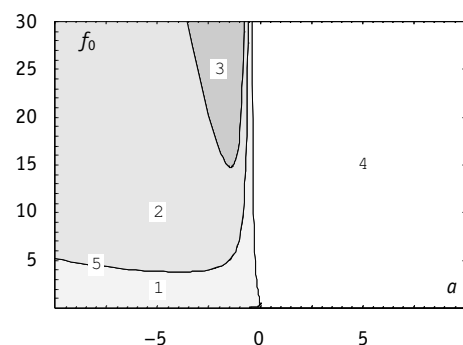



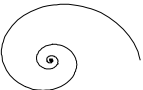

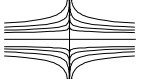
Рис. 4. Области параметров, в которых вторая точка равновесия принадлежит соответствующим типам: 1 – устойчивый фокус; 2 – неустойчивый фокус; 3 – неустойчивый узел; 4 – устойчивый узел; 5 – центр

риваемой динамической системы. Функция $\eta_i(a, f_0)$ действительна, и в случае отрицательности функции $\omega_i(a, f_0)$ ее знак определяет, устойчиво ли положение равновесия при заданных параметрах или неустойчиво. В табл. 1 приведено соответствие неравенств, задающих области параметров a и f_0 типам точек равновесия, и изображены фазовые портреты решений, характерных для соответствующих типов точек равновесия.

На рис. 4 на плоскости параметров a и f_0 изображены области, соответствующие приведенным в табл. 1 неравенствам. Этот рисунок можно использовать как диаграмму

Таблица 1

Типы точек равновесия

Тип точки равновесия	Неравенства, задающие область параметров	Характерное поведение системы в окрестности точки
Устойчивый узел	$\omega_i(a, f_0) > 0, \eta_i(a, f_0) \pm \sqrt{\omega_i(a, f_0)} < 0$	
Неустойчивый узел	$\omega_i(a, f_0) > 0, \eta_i(a, f_0) \pm \sqrt{\omega_i(a, f_0)} > 0$	
Устойчивый фокус	$\omega_i(a, f_0) < 0, \eta_i(a, f_0) < 0$	
Неустойчивый фокус	$\omega_i(a, f_0) < 0, \eta_i(a, f_0) > 0$	
Центр	$\omega_i(a, f_0) < 0, \eta_i(a, f_0) = 0$	
Седло	$\omega_i(a, f_0) > 0, \eta_i(a, f_0) - \sqrt{\omega_i(a, f_0)} < 0,$ $\eta_i(a, f_0) + \sqrt{\omega_i(a, f_0)} > 0$	

для определения, устойчиво ли текущее статическое состояние реактора, или нет.

Можно предложить следующую методику определения типа точки равновесия реактора:

- 1) по формулам (7), (8) рассчитать параметры a и f_0 , соответствующие текущему состоянию реактора;
- 2) получившиеся значения отобразить в виде точки на диаграмме рис. 4;
- 3) определить тип точки равновесия соответственно области, в которую попала рассчитанная точка.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

Для проверки работоспособности описанной методики был проведен ряд расчетов с использованием программного комплекса «ПРОСТОР», где реализована полномасштабная трехмерная модель реактора ВВЭР-1000. Посредством изменения модельных величин $\gamma_x + \gamma_j$ и σ_x изменялись значения параметров a и f_0 . После этого реактор подвергался слабому возмущению передвижением 10 группы СУЗ и производилась запись динамики средней по активной зоне мощности и концентраций ксенона и йода. Полученные записи процессов затем обрабатывались по программе, которая определяла тип колебательного процесса. Для этого по данным о динамике процесса (зависимости интегральных концентраций ксенона и йода) методом наименьших квадратов строилась система линейных дифференциальных уравнений. После этого определялись собственные числа соответствующей матрицы, и исходя из их значения констатировался тип переходного процесса.

Каждое рассчитанное таким образом состояние реактора наносилось на диаграмму рис. 4. В результате получились группы точек, изображающие состояние реактора, соответствующее тому или иному типу положения равновесия, отделенные друг от друга четко распознаваемыми границами (см. рис. 5). Таким образом, на плоскости предлагаемых параметров рассчитанные точки образуют области, в целом аналогичные полученным по модели с сосредоточенными параметрами. Видно, что границы, образуемые множеством рассчитанных точек, повторяют контуры областей, построенных по неравенствам, приведенным в табл. 1 и уравнениям (16). Некоторое несо-

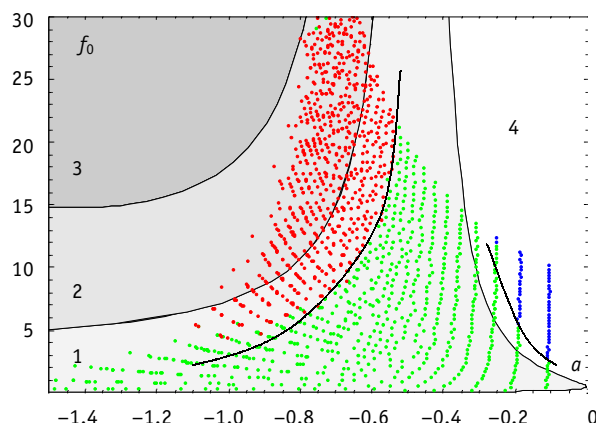


Рис. 5. Положение точек, изображающих состояние трехмерной модели реактора на диаграмме: толстыми линиями отмечены приблизительные границы полученных при расчете на распределенной модели областей

ответствие областей, видимое на рис. 4, по-видимому, может быть устранено совершенствованием метода сведения параметров распределенной модели к модели с сосредоточенными параметрами.

При расчете переходных процессов, соответствующих области 3 (рис. 4), шел быстрый разгон или останов реактора. В этих случаях расчет прерывался по ограничениям, заданным в сценарии, управляющем расчетом. Поэтому неустойчивых процессов типа фокуса на диаграмме отразить не удалось.

Были проведены расчеты параметров a и f_0 для различных состояний 2 блока Калининской АЭС, соответствующих 100% мощности и началу 1 – 15 кампании. Полученные точки были нанесены на диаграмму. Результат графического отображения показан на рис. 6, где группа точек, обведенная эллипсом, соответствует 2 – 15 загрузкам. Видно, что все точки, кроме соответствующей первой кампании принадлежат области устойчивого фокуса, а точка, соответствующая первой загрузке – области неустойчивого фокуса. Но, как известно, именно первая загрузка была неустойчива к ксеноновым колебаниям. Это сравнение позволяет сказать, что посредством изложенной в статье методики можно определить, устойчива ли загрузка к ксеноновым колебаниям интегральной мощности, основываясь на информации о ее физических параметрах.

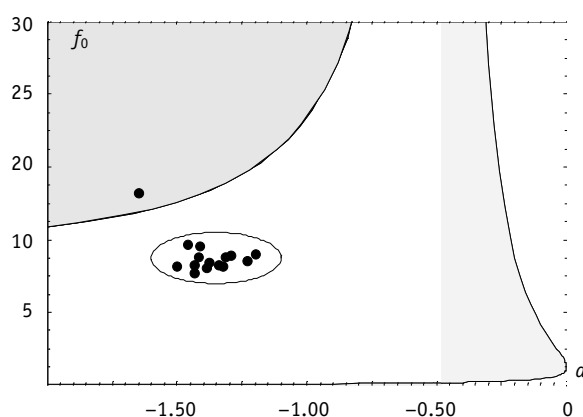


Рис. 6. Результаты расчета параметров a и f_0 для 1 – 15 загрузки 2 блока Калининской АЭС

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведем основные выводы, полученные в настоящей работе.

1. Проведено качественное исследование модели реактора с сосредоточенными параметрами с учетом ксеноновых переходных процессов. В рамках этой модели выявлено два безразмерных критерия (см. уравнения (7), (8)), определяющих качественное поведение реактора.

2. Установлено, что существует единственное физически реализуемое положение равновесия рассмотренной модели реактора с отрицательной мощностной обратной связью, а тип точки равновесия может быть либо устойчивым (неустойчивым) фокусом, либо устойчивым (неустойчивым) узлом, либо центром, либо седлом. Точек равновесия смешанного типа для критического реактора с отрицательной мощностной обратной связью не существует.

3. На координатной плоскости параметров (7), (8) построены области (рис. 4), в которых точки положения равновесия модели реактора принадлежат указанным типам. Область, в которой равновесие реактора является «седлом», построить не удалось. По-видимому, такой области для реактора с отрицательной мощностной обратной связью не существует, что подлежит доказательству.

4. Используя аттестованный программный комплекс «ПРОСТОР», был проведен ряд расчетов колебательных процессов в окрестности равновесия реактора ВВЭР-1000, соответствующего 100% мощности, при разных значениях безразмерных комплексов (7), (8). Оказалось, что типы колебательных процессов, отображенные в виде точек на диаграмме рис. 4, группируются в области, в целом совпадающие с рассчитанными. Проведенный численный эксперимент показал, что полученные комплексы (7), (8) можно использовать для определения типа положения равновесия реактора, устойчив ли реактор к ксеноновым колебаниям мощности. Также были проведены расчеты, которые показали, что точки, соответствующие реальным состояниям 2 блока Калининской АЭС, по типу устойчивости совпадают с тем, что наблюдалось на практике (см. рис. 6).

5. Предложена простая методика, позволяющая по интегральным свойствам активной зоны определить тип точки равновесия реактора.

Литература

1. Рудик А. П. Ксеноновые переходные процессы в ядерных реакторах. – М.: Атомиздат, 1974.
2. Филимонов П. Е. Управление энергораспределением ВВЭР с помощью офсет-офсетной диаграммы // Атомная энергия. – 1993. – Т. 73. – Вып. 3. – С. 175-179.
3. Афанасьев А. М., Торлин Б. З. Автоматический регулятор реактора и ксеноновые колебания // Атомная энергия. – 1977. – Т. 43. – Вып. 4. – С. 243-246.
4. Афанасьев А. М., Торлин Б. З. Метод анализа устойчивости высотного поля нейтронов реактора к ксеноновым колебаниям // Атомная энергия. – 1978. – Т. 44. – Вып. 6. – С. 487-491.
5. Горяченко В. Д. Элементы теории колебаний. – Красноярск: КГУ, 1995. – С. 48-69.
6. Богачек Л. Н., Бай В. Ф., Чапаев В. М., Семенов А. А., Выговский С. Б., Страшных В. П., Чернаков В. А., Шумский Б. Е. Опыт использования программного комплекса «ПРОСТОР» в инженерной поддержке эксплуатации Калининской АЭС и перспективы его дальнейшего развития на АЭС с ВВЭР-1000 / Материалы 14-ой ежегодной конференции Ядерного общества России. Научное обеспечение безопасного использования ядерных энергетических технологий, 2003.

Поступила в редакцию 29.11.2005

Different control criterions are often used for security system's reliability improvement. Nowadays this feature isn't taken into account in analysis of reactor facility's security system as a result of absence of appropriate mathematic reliability model.

In this paper shown, that taking into account mentioned above features allows to obtain more precise values of reliability index rather than in a case of assumption that different control criterions protection channels are independent.

УДК 621.039.56

Using of Dynamic Programming Method for Optimization Trajectory Workers' Movement at Emission of Rays Threat Zone with the Purpose of Minimization Radiation Processing \A.N. Seseikin, O.L. Tashlykov, S.E. Sheklein, M.J. Kuklin, A.G. Chentsov, A.A. Kadnikov; – Obninsk, 2006. – 8 pages, 3 illustrations, 2 tables. – References, 14 titles.

Relevance of solving of optimization's problem of trajectory workers' movement at emission of rays threat zone is substantiated.

Mathematical analysis of opportunity to use of dynamic programming method in solving of given problem was made and advantages of these method were considered.

Evaluation calculations of optimal movement's trajectory were made. shortening irradiations in different variants of in and out zone of controlled access with initial was compared.

УДК 621.039.516.4

Some Specific Features in Neutron Physics of VVER-Type Reactors under Operation Regime of Accelerated Weapon-Grade Plutonium Denaturing \Yu.N. Volkov, V.I. Naumov; – Obninsk, 2006. – 8 pages, 3 tables. – References, 9 titles.

The paper presents the results obtained in neutron-physical computations, which simulate main properties of VVER-type reactor cores partially loaded with weapon-grade plutonium for its accelerated denaturing. Effective fraction of delayed neutrons was used as a criterion that limits the number of plutonium fuel assemblies inserted in the reactor core. Isotopic composition of plutonium was used as a criterion that limits plutonium burn-up. The following aspects are discussed in the paper: potential ways towards increasing a throughput of VVER-type reactors on weapon-grade plutonium denaturing and neutron-physical features of VVER-type reactor cores under operation regime of accelerated weapon-grade plutonium denaturing.

УДК 621.039.534.6

Influence of the Isotopical Composition of Coolant, Based on Lead from Thorium-Ores, on Void Reactivity Effect in BREST-type Reactor \V.S. Okunev; – Obninsk, 2006. – 10 pages, 4 illustrations, 1 table. – References, 11 titles.

The lead cooled fast reactors are one of few concepts of the new-generation (Generation-IV) power nuclear reactors. The ideals of natural safety are attainable for the lead cooled reactors (for example, BREST). In this type power reactor is proposed to use natural lead with 1,4% ^{204}Pb – 23,6% ^{206}Pb – 22,6% ^{207}Pb – 52,4 % ^{208}Pb – isotopical composition.

The BREST-concept has potential reserves for further increase of inherent safety level. (If this to be needed.) It is weighly for the high-power reactors. Lead with high concentration of ^{208}Pb -isotope utulization is one of such reserve. The isotopes dressing of lead are costly. But, it is known that ^{208}Pb is product of radio-active decay of the ^{232}Th . The half-live of ^{232}Th is $1,4 \cdot 10^{10}$ years. Therefore, approximately 20% of thorium was transmuted into ^{208}Pb . The thorogeneous lead can be used as a coolant of the fast reactors.

Choise of the preferables deposits of lead and optimisation of the isotopical composition of lead (as the coolant of the fast reactors) are interesting for future large-scale nuclear power engineering, based on safe reactors.

УДК 621.039.51

Investigation of the Point Model of the Xenon Oscillations \N.O. Ryabov, A.A. Semenov; – Obninsk, 2006. – 8 pages, 6 illustrations, 1 table. – References, 6 titles.

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.