

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛИЗА РИСКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАДИАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РАЙОНАХ РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС

И.И. Крышев*, Е.К. Хандогина**, А.Ю. Пахомов**, А.И. Крышев*,
К.Д. Санина*

**ГУ «НПО «Тайфун», г. Обнинск*

***Институт проблем безопасного развития атомной энергетики, г. Москва*



Представлена методология и примеры определения интегральных показателей радиационного состояния атмосферы, водных объектов и почвы в зонах наблюдений АЭС на основе анализа риска.

ВВЕДЕНИЕ

В основу методологии анализа риска, обусловленного радиоактивным загрязнением окружающей среды, положены следующие ключевые моменты [1]:

- методология анализа риска является современным средством интегральной оценки качества окружающей среды;
- анализ риска проводится с учетом всех основных путей радиационного воздействия на человека и референтные объекты биоты;
- в качестве входных данных используются данные мониторинга Росгидромета и других организаций за содержанием радионуклидов в атмосфере, природных водах, донных отложениях, почве и биоте;
- недостающие входные данные оцениваются при помощи радиозкологических моделей;
- методология анализа риска имеет важное практическое значение для обоснования принятия решений в области радиационно-экологической безопасности.

Предметом статьи является использование методологии анализа риска для определения интегрального радиационного воздействия на компоненты природной среды на основе обобщенных данных радиационного мониторинга в зонах наблюдений АЭС [2–5].

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ АЭС НА РАДИОАКТИВНОСТЬ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Радиоактивность атмосферного воздуха в районах расположения АЭС формируется радионуклидами естественного происхождения, радиоактивными продуктами ядерных взрывов и радиационных аварий, газоаэрозольными выбросами АЭС.

Согласно данным многолетних наблюдений [2–5], концентрации техногенных радионуклидов в атмосфере районов АЭС, как правило, в 10^6 – 10^9 раз ниже допустимой объемной активности $ДОА_{нас}$, регламентированной действующими нормами радиационной безопасности [6] (табл.1).

Таблица 1

Обобщенные данные многолетних наблюдений за объемной активностью радионуклидов в приземной атмосфере в зоне наблюдений АЭС, 10^{-6} Бк/м³

АЭС	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁵¹ Cr	⁵⁴ Mn	⁶⁰ Co	¹³¹ I
Белоярская	0,7±0,3	8±5	–	–	–	–
Билибинская	4,1±1,5	9±5	–	9±4	40±20	–
Курская	5,2±3,0	10±3	41±30	3±2	4±3	5±4
Ленинградская	2,2±1,1	7±2	6±3	2±1	3±1	5±3
Нововоронежская	3,1±1,0	5±2	–	–	2±1	–
Смоленская	0,6±0,3	3±1	20±10	7±4	8±5	–
$ДОА_{нас}$	$2,7 \times 10^6$	$2,7 \times 10^7$	$2,5 \times 10^9$	$7,2 \times 10^7$	$1,1 \times 10^7$	$7,3 \times 10^6$

В качестве интегрального показателя радиационного состояния атмосферы $I_{атм}(R)$ предлагается использовать сумму отношений наблюдаемых по данным радиационного мониторинга или расчетных среднегодовых объемных активностей выбрасываемых в атмосферу радионуклидов A_i к допустимым объемным активностям (контрольным уровням) RA_i при заданном уровне радиационного риска R : $I_{атм}(R) = \sum A_i / RA_i$.

Такого рода показатели широко применяются в практике оценки качества атмосферного воздуха [7]. В нашей работе в отличие от [7] нормирование содержания загрязняющих веществ производится не на ПДК, а на контрольные уровни, соответствующие заданному значению дозы облучения населения и радиационного риска.

Значения RA_i определяются в соответствии с нормами радиационной безопасности [6]. При совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких радионуклидов должно выполняться условие $I_{атм}(R) < 1$ (при заданном уровне радиационного риска R). При выполнении указанного условия при пренебрежимо малом уровне риска R (ниже 10^{-6}) не требуется никаких специальных мер по снижению выбросов ЯРОО и радиоактивности атмосферного воздуха. При невыполнении этого условия осуществляется управление риском с учетом принципа оптимизации [6].

В таблице 2 представлены значения интегральных показателей $I_{атм}(R)$ воздействия на радиоактивность воздуха для АЭС, рассчитанные на основе данных радиационного мониторинга (табл. 1) [2–5] для уровня индивидуального пожизненного риска 10^{-6} при техногенном облучении в течение года. Этот показатель значительно ниже единицы (в 10^3 – 10^4 раз) даже при его расчете относительно контрольных уровней объемной активности радионуклидов для пренебрежимо малого уровня риска, при котором не требуется никаких специальных мер по снижению выбросов АЭС и радиоактивности атмосферного воздуха. Вклад ⁹⁰Sr в интегральный показатель воздействия АЭС на радиоактивность воздуха изменяется для различных АЭС в пределах 19–56%, ¹³⁷Cs – от 6 до 54%, ⁶⁰Co от 11 до 65%, а для ¹³¹I может составлять от 20 до 32%.

Таблица 2

Значения интегральных показателей $I_{\text{атм}}(R)$ воздействия АЭС на радиоактивность воздуха в зоне наблюдений по обобщенным данным радиационного мониторинга

АЭС	Вклады радионуклидов в $I_{\text{атм}}$ (в %)						Риск $I_{\text{атм}}$ 10^{-6}
	^{90}Sr	^{137}Cs	^{51}Cr	^{54}Mn	^{60}Co	^{131}I	
Белоярская	46	54					$5,5 \times 10^{-5}$
Билибинская	27	6		2	65		$5,6 \times 10^{-4}$
Курская	56	11	< 1	1	11	20	$3,4 \times 10^{-4}$
Ленинградская	38	12	< 1	4	13	32	$2,1 \times 10^{-4}$
Нововоронежская	76	12			12		$1,5 \times 10^{-4}$
Смоленская	19	10	1	10	60		$1,2 \times 10^{-4}$

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РАДИОАКТИВНОСТЬ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Влияние АЭС на радиоактивность поверхностных вод прослеживается, в основном, в сбросных каналах и прилегающей к ним акватории водоема-охладителя [2–5]. Согласно данным многолетнего мониторинга, влияние Ленинградской АЭС на радиоактивность морской воды отмечается на расстоянии до 3 км [2]. По многолетним данным только в редких случаях (менее 2–4%) удается определить следовые количества радионуклидов станционного происхождения (^{51}Cr , ^{54}Mn , ^{60}Co) в зоне, непосредственно примыкающей к АЭС. Исключение составляют ^{90}Sr и ^{137}Cs , постоянное присутствие которых обусловлено не только сбросами АЭС, но и глобальными процессами формирования радиоактивности природной среды. Современные уровни удельной активности техногенных радионуклидов в поверхностных водах в районах АЭС в 10^2 – 10^3 раз ниже уровней вмешательства по НРБ-99 [6], установленных из условия непревышения дозовой квоты в 10% от годового предела дозы.

В качестве интегрального показателя радиационного состояния водного объекта $I_{\text{вод}}(R)$ может быть использована сумма отношений наблюдаемых или расчетных среднегодовых удельных активностей радионуклидов A_i в воде к уровням вмешательства или допустимым удельным активностям (контрольным уровням) RAW_i при заданном уровне радиационного риска $R(10)$ $I_{\text{вод}}(R) = \sum A_i / RAW_i$.

Значения RAW_i определяются в соответствии с нормами радиационной безопасности [6]. При совместном присутствии в воде нескольких радионуклидов должно выполняться условие $I_{\text{вод}}(R) < 1$. В таблице 3 представлены значения интегральных показателей $I_{\text{вод}}(R)$ для АЭС, рассчитанные на основе данных радиационного мониторинга [2–5] для уровня индивидуального пожизненного риска 10^{-6} при техногенном облучении в течение года. Согласно представленным оценкам, показатель $I_{\text{вод}}$ заметно ниже единицы (в 20–100 раз) даже при его расчете относительно контрольных уровней объемной активности радионуклидов для пренебрежимо малого уровня риска, при котором не требуется никаких специальных мер по снижению сбросов АЭС и радиоактивности поверхностных вод. Основной вклад в величину данного показателя вносят ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{60}Co .

Таблица 3

Значения интегрального показателя $I_{\text{вод}}(R)$ радиационного состояния водоемов-охладителей АЭС, рассчитанные по обобщенным данным радиационного мониторинга

АЭС	Наиболее значимые радионуклиды	Риск $I_{\text{вод}} \cdot 10^{-6}$
Балаковская	^{90}Sr , ^{137}Cs	$3,4 \times 10^{-2}$
Белоярская	^{90}Sr , ^{137}Cs	$4,1 \times 10^{-2}$
Билибинская	^{90}Sr , ^{60}Co	$1,8 \times 10^{-2}$
Калининская	^{90}Sr , ^3H	$1,5 \times 10^{-2}$
Кольская	^{90}Sr , ^{137}Cs	$1,1 \times 10^{-2}$
Курская	^{137}Cs	$5,2 \times 10^{-2}$
Нововоронежская	^{90}Sr , ^{137}Cs	$4,1 \times 10^{-2}$
Смоленская	^{137}Cs	10^{-2}

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ АЭС НА РАДИОАКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ

Радиоактивность почвы определяется, в основном, содержанием в ней таких радионуклидов естественного происхождения, как ^{40}K , ^{232}Th , ^{238}U . В почве присутствуют также радионуклиды, попавшие в нее в результате атмосферных выпадений продуктов испытаний ядерного оружия (^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{239}Pu и др.). Влияние АЭС в штатных условиях эксплуатации на радиоактивное загрязнение почвы весьма мало по сравнению с естественным уровнем радиоактивности [2–5]. До Чернобыльской аварии содержание в почве ^{137}Cs в районах АЭС практически не отличалось от уровней загрязнения за счет глобальных выпадений. В период после Чернобыльской аварии наблюдалось увеличение содержания ^{137}Cs в почве ряда регионов России, включая районы расположения АЭС.

В соответствии с НРБ-99 [6] при обнаружении радиоактивного загрязнения ограничение облучения осуществляется защитными мероприятиями, применимыми, как правило, к окружающей среде и (или) к человеку на основе принципа оптимизации. Значения критериев вмешательства для территорий, загрязненных в результате радиационных аварий, и при обнаружении локальных радиоактивных загрязнений («последствий прежней деятельности») различаются. При обнаружении локальных радиоактивных загрязнений рекомендуется использовать уровень вмешательства более 0,3 мЗв/год, при превышении которого требуется проведение защитных мероприятий с целью ограничения облучения населения с учетом местонахождения и площади загрязненных участков; возможного проведения на участке загрязнения работ и действий, которые могут привести к увеличению уровней радиационного воздействия на население; мощности дозы гамма-излучения, обусловленной радиоактивным загрязнением, и др.

В работе [8] предложена методология определения скрининговых уровней содержания радионуклидов в почве для различных способов землепользования. Под скринингом понимается процесс идентификации территорий, для которых факторы радиационного воздействия не приводят к превышению приемлемого уровня риска. В местах, где концентрации радионуклидов в почве гарантированно ниже допустимых уровней, не требуется проведения действий по защите населения и окружающей среды. Там, где концентрации радионуклидов в почве равны или превышают скрининговые уровни, требуется проведение дополнительных

исследований по уточнению риска, связанного с существующими загрязнителями, с учетом специфической региональной информации и данных мониторинга. После углубленного изучения ситуации принимается решение о необходимости защитных мер или реабилитации загрязненных территорий.

Скрининговые концентрации радионуклидов в почве рассчитываются на основе моделей, в которых объединяется информация о риске и путях радиационного воздействия на людей. Обобщенные скрининговые уровни содержания радионуклидов в почве, как правило, основаны на использовании ряда консервативных предположений и значений модельных параметров по умолчанию, с большим запасом обеспечивающих безопасность населения на рассматриваемых территориях. В международной практике в качестве критерия для определения скрининговых концентраций радионуклидов в почве используется уровень риска 10^{-6} для радиационного воздействия на человека [8].

Оценка контрольных допустимых уровней (ДУ) радионуклидов в почве проводится с учетом [9, 10] значений потенциального облучения; целей использования территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению; путей облучения; рисков, связанных с воздействием излучения.

Расчет ДУ для i -го радионуклида, присутствующего в почве, выполняется в соответствии с [6, 11] с учетом соотношения

$$ДУ_i = КЗ_i \cdot C_{s,i},$$

где $ДУ_i$ – допустимый уровень содержания i -го радионуклида в почве, Бк/м²; $C_{s,i}$ – плотность загрязнения почвы i -м радионуклидом, 1 Бк/м²; $КЗ_i$ – коэффициент запаса для i -го радионуклида, определяемый по формуле

$$КЗ_i = ДДН / РДН_i,$$

где $РДН_i$ – полная доза на человека от i -го радионуклида с учетом всех основных путей облучения (внешняя доза, ингаляция, потребление местных продуктов питания), рассчитанная на единичное загрязнение почвы 1 Бк/м²; $ДДН$ – дозовая квота дополнительного облучения населения с учетом сельскохозяйственных цепочек.

Расчет дозы на население от проживания на загрязненной территории производится по формуле

$$РДН_i = H_{ing,i} + H_{inh,i} + H_{ext,i},$$

где $H_{ing,i}$ – годовая доза внутреннего облучения от поступления радионуклида с пищевыми продуктами и водой (вклад i -го радионуклида, содержащегося в загрязненной почве); $H_{inh,i}$ – годовая доза внутреннего облучения за счет ингаляции от пыли (вклад i -го радионуклида, содержащегося в почве); $H_{ext,i}$ – годовая доза внешнего облучения, включающая в себя облучение от загрязненной радионуклидом поверхности земли (вклад i -го радионуклида, содержащегося в почве).

Расчеты содержания радионуклидов в компонентах природной среды, в местной продукции, а также компонентов дозы внутреннего и внешнего облучения населения производятся в соответствии с [6,11]. Допустимые уровни содержания радионуклидов в почве рассчитываются для различных сценариев использования загрязненной территории. Значения коэффициентов переноса радионуклидов из почвы в воду определяются по данным специальных экспериментов или берутся из опубликованных справочных данных [8, 11, 12].

В таблице 4 представлены расчетные значения величин контрольных уровней радионуклидов в почве при реализации сценария, предполагающего постоянное проживание человека на территории и неограниченное сельскохозяйственное использование земли.

Таблица 4

Контрольные уровни содержания радионуклидов в почве при различных критериях предела дозы на население (сценарий неограниченного использования территории)

Нуклид	Допустимый уровень содержания радионуклида в почве, Бк/м ²		
	0,01 мЗв/год	0,3 мЗв/год	1 мЗв/год
⁶⁰ Co	$6,4 \times 10^2$	$1,94 \times 10^4$	$6,46 \times 10^4$
⁹⁰ Sr	$2,15 \times 10^2$	$6,45 \times 10^3$	$2,15 \times 10^4$
¹³⁴ Cs	$8,35 \times 10^2$	$2,51 \times 10^4$	$8,35 \times 10^4$
¹³⁷ Cs	$1,15 \times 10^3$	$3,45 \times 10^4$	$1,15 \times 10^5$

В качестве интегрального показателя воздействия на радиоактивность почв $I_{\text{почв}}(R)$ может быть использована сумма отношений наблюдаемых или расчетных за 50 лет работы радиационного объекта плотностей загрязнения почвы A_{Si} i -м радионуклидом к допустимым уровням загрязнения почвы RA_{Si} при заданном уровне радиационного риска R : $I_{\text{почв}}(R) = \sum A_{Si} / RA_{Si}$.

Допустимые уровни загрязнения почвы RA_{Si} при заданном уровне радиационного риска R рассчитываются на основе радиозэкологических моделей [8–12].

При одновременном присутствии в поверхностном слое почвы нескольких радионуклидов должно выполняться условие (при заданном уровне радиационного риска R) $I_{\text{почв}}(R) < 1$.

При оценках вкладов в интегральный показатель воздействия радиационного объекта на радиоактивность почв таких радионуклидов, как ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs, необходимо делать поправку на глобальный уровень загрязнения данными радионуклидами, вычитая это значение из измеренных плотностей загрязнения почвы ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs в районах расположения радиационных объектов.

В таблице 5 представлены значения интегральных показателей $I_{\text{почв}}(R)$ для Смоленской и Нововоронежской АЭС, рассчитанные на основе данных радиационного мониторинга [3–5] для уровней индивидуального пожизненного риска 10^{-4} , $2 \cdot 10^{-5}$ (уровень риска, соответствующий отводимой для наземных цепочек дозовой квоте 0,3 мЗв/год), 10^{-6} для техногенного облучения в течение года.

Анализ значений интегральных показателей воздействия АЭС на радиоактивность почв показывает, что этот показатель превышает единицу при его расчете относительно контрольных уровней плотности загрязнения территории для пренебрежимо малого уровня риска (10^{-6}). При этом интегральный показатель воз-

Таблица 5

Значения интегральных показателей $I_{\text{почв}}(R)$ воздействия АЭС на радиоактивность почвы в зоне наблюдений по обобщенным данным радиационного мониторинга

АЭС	Вклады радионуклидов в $I_{\text{почв}}$ (в %)				Риск $I_{\text{почв}} 10^{-6}$	Риск $I_{\text{почв}} 2 \cdot 10^{-5}$	Риск $I_{\text{почв}} 10^{-4}$
	⁶⁰ Co	⁹⁰ Sr	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs			
Смоленская	3,5	10,7	1,8	84,0	$4,4 \times 10^0$	$1,5 \times 10^{-1}$	$4,4 \times 10^{-2}$
Нововоронежская	–	21,0	–	79,0	$3,6 \times 10^0$	$1,2 \times 10^{-1}$	$3,6 \times 10^{-2}$

действия на радиоактивность почв $I_{\text{почв}}$ Смоленской АЭС в 23 раза ниже единицы для уровня риска, соответствующего дозе 1 мЗв/год, и в семь раз ниже единицы для уровня риска, соответствующего отводимой для наземных цепочек дозовой квоте 0,3 мЗв/год. Основной вклад в интегральный показатель воздействия АЭС на радиоактивность почв дает ^{137}Cs (около 80%).

Необходимо отметить, что интегральный показатель воздействия АЭС на радиоактивность почв $I_{\text{почв}}$ значительно превышает соответствующие показатели для воздуха $I_{\text{возд}}$ (табл. 2) и для воды $I_{\text{вод}}$ (табл. 3).

Таким образом, можно сделать вывод, что загрязнение почвы, аккумулирующей техногенные радионуклиды, является критическим путем при оценке воздействия АЭС на окружающую среду.

Литература

1. Крышев И. И. Некоторые вопросы методологии анализа риска от радиоактивного загрязнения окружающей среды. – Проблемы радиозэкологии и пограничных дисциплин. Выпуск 12. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2009. – С. 128-150.
2. Крышев И. И., Рязанцев Е. П. Экологическая безопасность ядерно-энергетического комплекса России. – М.: Издат, 2000.
3. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2005 году. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006.
4. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2006 году. – М.: Метеоагентство Росгидромета, 2007.
5. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2007 году. – Обнинск: ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2008.
6. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99). СП 2.6.1.758-99. – М.: Минздрав России, 1999.
7. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы.
8. Soil Screening Guidance for Radionuclides: Technical Background Document. USEPA. Publication 9355.4-16, October 2000.
9. Крышев А. И., Бадальян К. Д., Сазыкина Т. Г., Крышев И. И. Оценка допустимого содержания радионуклидов в почве по уровням радиационного риска для населения с учетом целей землепользования. Проблемы радиозэкологии и пограничных дисциплин. Выпуск 8. – Екатеринбург, 2006. – С. 174-195.
10. Kryshev A. I., Kryshev I. I., Badalian K. D., Sazykina T. G. Assessment of permissible levels of radionuclides in soil for different types of land-use. Applied Radiation and Isotopes, 66, 2008. – P. 1572-1574.
11. Руководство по установлению допустимых выбросов радиоактивных веществ в атмосферу ДВ-98. – М.: Госкомэкология России, Минатом России. 1999.
12. Generic models for use in assessing the impact of discharges of radioactive substances to the environment. Safety Report Series, N 19. IAEA, Vienna, 2001.

Поступила в редакцию 15.05.2009

Obninsk, 2009. – 6 pages, 1 table, 4 illustration. – References 5 titles.

The result of calculation the indicators of emergency electrical power safety (EEPS) and emergency feedwater (EFW) of serial Power Unit with VVER-1000, are shown. We suggest using a steam-water injector (SWI) working on steam generators dump steam for water supply of steam generators in a blackout mode of NPP with VVER-1000 (PWR).

Calculated analysis of SWI is conducted at variable parameters of steam at the entrance to injector, corresponding to various moments of time from the beginning of steam-and-water damping with reference to the power unit with VVER-1000. For providing the working of the system it is suggested at the primary period of aftercooling to make water on injector from additional tanks of the sum of chemically saltless water. These additional tanks are based in the reactor hall at the level of 36,9 meters. The fundamental opportunity of operation of steam generators emergency supply system with SWI during ~ 3 hours from the beginning of damping is shown.

УДК 519.7:621.039

A Reliability Model for Safety System-Protected Object Complex with Periodic Testing of Safety System \ A.I. Pereguda, D.A. Timashov; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2009. – 9 pages, 1 table, 1 illustration. – References, 5 titles.

In this paper an advanced safety system-protected object complex reliability model has been proposed, assuming the safety system has a complex structure. The model can be used to estimate such reliability indices as mean time to failure and probability of failure prior to time t . The proposed model can be easily used for different types of objects like nuclear power plants and others. This model is more computationally efficient than Markov and semi-Markov models especially for large systems.

УДК 621.039.538

Application of the risk analysis for calculating of the integral characteristics of the environmental radioactivity in the areas of Nuclear Power Plants \ I.I. Kryshev, E.K. Khandogina, A.Yu. Pakhomov, A.I. Kryshev, K.D. Sanina; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2009. – 7 pages, 5 tables. – References, 12 titles.

Methodology and assessments of the integral characteristics of the radioactivity of the atmosphere, water bodies and soil on basis of risk analysis are presented.

УДК 621.039.512

The Peculiarities of Nuclear Reactor Space Kinetic at the Space-Depended Part of Delayed Neutrons \ Yu.N. Volkov, V.I. Naumov; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2009. – 10 pages, 2 tables, 2 illustrations. – References, 6 titles.

At this paper the results of qualitative analysis of space reactor kinetics at the space-depended part of delayed neutrons and distributed control system have been represented. The analysis based on one-dimensions, one-group diffusion reactor model with one effective group of delayed neutrons. The possibility and conditions of implementing of averaged part of delayed neutrons for the reactor kinetic analysis are under discussions.

УДК 621.039.51

Neutron Density Probabilistic Characteristics in Nuclear Reactor with Stochastic Disturbance in Medium Properties \ A.M. Zagrebayev, V.A. Nasonova; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2009. – 8 pages, 4 illustrations. – References, 23 titles.

A 1-dimensional reactor mathematical model with neutronic and thermal feedbacks and automatic control system is described. This model is used for neutron density statistical properties research in nuclear reactor with stochastic disturbance in medium properties. The results of modeling and statistical analysis of in-core data in RBMK nuclear reactor are given.

УДК 621.039.548

Methodical Peculiarities and Results of Experimental Investigation of the Physical Characteristics of the SM Reactor Converted to New Fuel \ A.Yu. Krasnov, A.P. Malkov, A.L. Petelin; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2009. – 7 pages, 6 tables, 3 illustrations. – References, 15 titles.