

АНАЛИЗ МЕТОДАМИ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ ДАННЫХ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА (НА ПРИМЕРЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ТЕЧА-ИСЕТЬ-ТОБОЛ-ИРТЫШ)

К.В. Лунева, А.И. Крышев, А.И. Никитин, И.И. Крышев

*Государственное учреждение «Научно-производственное объединение «Тайфун»,
г. Обнинск*



В работе представлены результаты статистического анализа данных радиационного мониторинга загрязнения речной системы Теча-Исеть-Тобол-Иртыш, дано краткое описание анализируемых данных и исследуемых территорий. Описаны методы непараметрической статистики, использованные для проведения сравнительного анализа, обосновываются причины их выбора, особенности применения. В работе представлен сравнительный анализ данных с помощью традиционных методов обычной статистики. Установлено достоверное снижение удельной активности ^{90}Sr от объекта к объекту в изучаемой речной системе, что свидетельствует о переносе данного радионуклида в речной системе Теча-Исеть-Тобол-Иртыш.

Ключевые слова: методы непараметрической статистики, радиационный мониторинг, речная система, статистический анализ, сравнительный анализ, удельная активность.

Key words: comparative analysis, distribution-free statistic methods, radiation monitoring, river system, specific activity, statistic analysis.

ВВЕДЕНИЕ

Федеральное государственное унитарное предприятие «Производственное объединение «Маяк» – предприятие ядерного оружейного комплекса России – входит в состав Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом». Оно расположено в междуречье рек Теча и Мишеляк. Место его расположения было связано с необходимостью обеспечения производства чистой водой для охлаждения ядерных реакторов и использования водной системы реки Теча для удаления образующихся жидких радиоактивных отходов (ЖРО) низкой активности [1].

В результате сбросов жидких радиоактивных отходов ПО «Маяк» в р. Теча в 1949–1956 гг. поступило 10^{17} Бк радиоактивных веществ [2].

Наряду с коротко- и среднеживущими радионуклидами в состав сбросов входили и долгоживущие радионуклиды (^{90}Sr , ^{137}Cs , 239 , ^{240}Pu), которые могли перенос-

ситься по большой речной системе Теча-Исеть-Тобол-Иртыш-Обь. В связи с этим мониторинг загрязнения данной водной системы будет необходим еще многие годы.

В работе представлены результаты статистического анализа методами непараметрической статистики данных радиационного мониторинга, проводившегося с целью выявления различий между концентрациями ^{90}Sr , ^{137}Cs в реках крупной водной системы Теча-Исеть-Тобол-Иртыш. Данные радионуклиды различаются по своим миграционным способностям. ^{137}Cs имеет умеренные миграционные характеристики, слабо удерживается в воде, хорошо сорбируется донными отложениями, почвой. ^{90}Sr имеет большую подвижность, поэтому хорошо мигрирует на значительные расстояния в водной среде.

ОПИСАНИЕ МЕТОДА

Для анализа данных использовались методы непараметрической статистики, в рамках которых производится статистическая обработка и анализ результатов наблюдений, закон распределения вероятностей которых неизвестен, т.е. не делается, например, распространенное, но не всегда обоснованное допущение о нормальности или логнормальности этого распределения. При применении данных методов анализа можно сравнивать данные, включающие в себя значения ниже предела обнаружения. При этом желательно, чтобы исследуемый и фоновый участки были сходны по основным геоэкологическим характеристикам и сопоставимы по размерам. Для сравнительного анализа, в основном, используются следующие непараметрические критерии: критерий сдвига, квантиль-тест, критерий Уилкоксона и критерий Гехана [3–5].

Используется следующий порядок применения непараметрических критериев. Если распределение случайной величины неизвестно, то непараметрические критерии являются единственно возможными критериями для проверки различных статистических гипотез. Сначала применяются наиболее простые в вычислительном отношении непараметрические критерии. При подтверждении ими проверяемой гипотезы дальнейшее уточнение не требуется. Если используемый непараметрический критерий отклоняет гипотезу, то ее дальнейшая проверка осуществляется одним из более точных критериев. Ниже представлена обобщенная схема по применению непараметрических критериев (рис. 1), где n – число наблюдений на исследуемом, m – на фоновом участках.

Критерий сдвига – это тест на выявление превышения значения над фоновым, проводящийся путем сравнения максимальных измеренных значений исследуемого участка с максимальными значениями фоновой области. Тест предполагает пятнистость (неравномерность) загрязнения на исследуемом участке.

Квантиль-тест выявляет превышения значения над фоновым путем сравнения максимальных измеренных значений объединенных наборов данных исследуемой и фоновой областей. Критерий предполагает пятнистость (неравномерность) загрязнения на исследуемом участке.

Критерий Уилкоксона используется для сравнения медиан набора данных измерений концентраций химических веществ исследуемой и фоновой областей. Критерий Уилкоксона предполагает равномерное распределение веществ.

Критерий Гехана используется при тех же условиях, что и критерий Уилкоксона (однородное распределение) в тех случаях, когда наборы данных исследуемой или фоновой областей содержат большое количество значений ниже пределов обнаружения.

Прежде чем преступить к обработке данных по какому-либо из тестов, необходимо проверить, все ли имеющиеся значения могут быть включены в выборку для

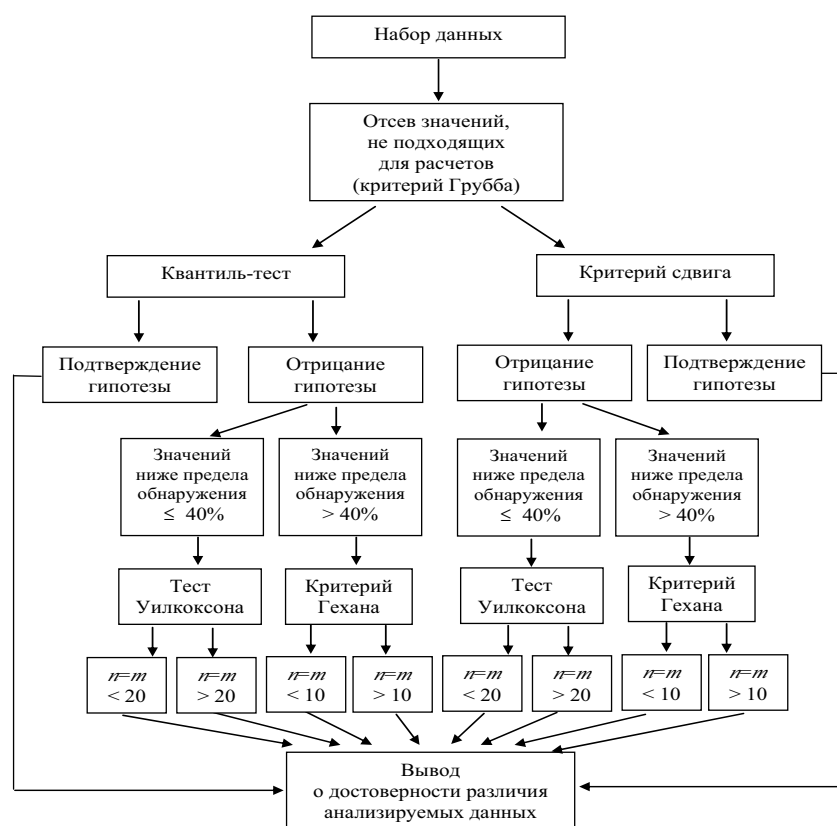


Рис. 1. Общая схема применения непараметрических критериев

последующего статистического анализа. Это осуществляется с помощью теста Грубба [3].

По результатам теста Грубба все исследуемые значения в данной работе были включены в выборку. Исходя из характера данных для анализа применялись квантиль-тест и критерий Уилкоксона.

В работе анализировались данные, полученные при выполнении Проекта МНТЦ №2558 «Радиоэкологический мониторинг рек Тобол и Иртыш. Изучение биогенного переноса радионуклидов и оценка радиационного риска для населения и окружающей среды» [6]. В ходе осуществления указанного проекта была составлена база данных по содержанию радионуклидов в речных средах (вода, донные отложения, пойменная почва) и объектах (характерные виды рыб) речной системы Теча-Исеть-Тобол-Иртыш. Количество данных для различных рек изменялось от 10 – 20 до 40 – 50. В связи с этим ниже представлены результаты сравнительного анализа с указанием общей характеристики данных радиационного мониторинга, для нескольких сравнений приведены подробные данные.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Сравнение содержания ^{90}Sr в воде рек Теча и Исеть

Для проведения сравнительного анализа методами непараметрической статистики по содержанию ^{90}Sr в воде рек Теча и Исеть (участок реки ниже по течению от места пересечения с р. Теча) была изучена база данных радиационного мониторинга речной системы Теча-Исеть-Тобол-Иртыш. Информация об удельных ак-

тивностях данного радионуклида в воде рек Теча и Исеть была взята из [6, 7]. Данные анализировались за временной период с 2004 по 2005 гг., включительно. Для р. Теча концентрация ^{90}Sr в воде изменялась в диапазоне от $5,9 \cdot 10^3$ до $1,8 \cdot 10^4$ Бк/м³ (табл. 1); для р. Исеть – в диапазоне от $0,8 \cdot 10^3$ до $2,1 \cdot 10^3$ Бк/м³ (табл. 2).

Гипотеза о повышенном содержании ^{90}Sr в воде р. Теча по сравнению с содержанием данного радионуклида в р. Исеть проверялась с помощью квантиль-теста. Исходя из выбранных статистических критериев ($\alpha=0,10$, $\varepsilon=0,40$, $1-\beta=0,80$), необходимых для применения теста, количество измерений из каждой выборки составляло 10. По итогам проведения сравнительного анализа исходная гипотеза была подтверждена.

Сравнение содержания ^{90}Sr в воде рек Исеть и Tobол

Выполнено сравнение удельных активностей ^{90}Sr в воде р. Исеть (участок реки ниже по течению от места пересечения с р. Теча) и в р. Tobол (участок реки ниже по течению от места пересечения с р. Исеть).

Из базы данных [6, 7] были выбраны значения за временной период с 2004 по 2005 гг. включительно. Для р. Исеть минимальная удельная активность ^{90}Sr находилась в диапазоне от $0,8 \cdot 10^3$ до $2,1 \cdot 10^3$ Бк/м³ (табл. 2). Для р. Tobол удельная активность ^{90}Sr в воде изменялась в пределах от $0,8 \cdot 10^2$ до $7,4 \cdot 10^2$ Бк/м³ (табл. 3).

Гипотеза о повышенном содержании ^{90}Sr в воде р. Исеть по сравнению с концентрацией данного элемента в р. Tobол была проверена с помощью квантиль-теста. Исходя из выбранных статистических критериев ($\alpha=0,10$, $\varepsilon=0,40$, $1-\beta=0,80$), необходимых для применения теста, количество измерений из каждой выборки составляло 10. По итогам сравнения анализируемая гипотеза была подтверждена.

Сравнение содержания ^{90}Sr в воде рек Tobол и Иртыш

В ходе работы обрабатывались данные радиационного мониторинга речной системы Теча-Исеть-Tобол-Иртыш [6] и проводилось сравнение удельных активностей ^{90}Sr в воде р. Tobол (участок реки выше по течению от места пересечения с р. Иртыш) и р. Иртыш (участок реки ниже по течению от места пересечения с

Таблица 1

Содержание ^{90}Sr в р. Теча выше от места пересечения с р. Исеть

Пункт пробоотбора	Год пробоотбора	Активность ^{90}Sr , Бк/м ³	Погрешность ^{90}Sr , Бк/м ³
Затеченское	2004	8200	–
Мулюмово	2005	18000	5000
Русская Теча	2005	14000	4000
Верхняя Теча	2005	11000	4000
Першинское	2005	10000	3000
Першинское	2005	11000	–
Затеченское	2005	8000	2000
Затеченское	2005	5900	
Выше от места пересечения с р. Исеть, образец 1	2005	7750	770
Выше от места пересечения с р. Исеть, образец 2	2005	6980	700

Таблица 2

Содержание ^{90}Sr в р. Исеть ниже от места пересечения с р. Теча

Пункт пробоотбора	Год пробоотбора	Активность ^{90}Sr , Бк/м ³	Погрешность ^{90}Sr , Бк/м ³
Сосновка, образец 1	2004	1080	80
Сосновка, образец 2	2004	1030	80
Сосновка	2005	900	90
Ниже по течению от места пересечения с р. Теча	2005	2100	210
Выше по течению от места пересечения с р. Миасс	2005	1600	160
Ниже по течению от места пересечения с р. Миасс, левый берег	2005	950	95
Ниже по течению от места пересечения с р. Миасс, левый берег, правый берег	2005	750	75
с. Красноисетское	2005	2100	210
г. Шадринск	2005	1900	280
с. Мехонское	2005	1400	280

Таблица 3

Содержание ^{90}Sr в р. Тобол ниже от места пересечения с р. Исеть

Пункт пробоотбора	Год пробоотбора	Активность ^{90}Sr , Бк/м ³	Погрешность ^{90}Sr , Бк/м ³
Петелино, образец 1	2004	740	60
Петелино, образец 2	2004	705	60
В 1 км выше по течению от притока Тура	2004	600	55
В 15 км ниже по течению от притока Тура	2004	220	25
Ярково	2004	185	22
В 1 км выше по течению от притока Тавда	2004	180	22
В 15 км выше по течению от притока Тура	2004	84	10
В 5 км выше по течению от места пересечения с р. Тобол	2004	72	8
Петелино	2005	720	20
В 5 км выше по течению от места пересечения с р. Тобол	2005	170	19

р.Тобол). Временной период, за который проводилось сравнение, охватывал 2004–2005 гг. Для р. Тобол значение концентрации ^{90}Sr в воде изменялось от $0,5 \cdot 10^2$ до $2,4 \cdot 10^2$ Бк/м³. Для р. Иртыш – от 8,5 до 105 Бк/м³.

Данный анализ проводился с помощью непараметрического критерия квантиль-теста. Исходя из выбранных статистических критериев ($\alpha=0,10$, $\varepsilon=0,40$, $1-\beta=0,90$), необходимых для применения теста, количество измерений для каждой из выборок составляло 15. По итогам проведения сравнительного анализа гипотеза о повышенном содержании ^{90}Sr в воде р. Тобол по сравнению с содержанием данного радионуклида в воде р. Иртыш подтвердилась.

Сравнение содержания ^{90}Sr в воде рек Иртыш выше и ниже по течению от места пересечения с р. Тобол

Сравнительный анализ проводился с целью выявления повышения содержания ^{90}Sr в воде р. Иртыш после впадения в нее р. Тобол. Временной период, за который проводилось сравнение, охватывал 2004–2005 гг. [6]. Для участка р. Иртыш выше по течению от места пересечения с р. Тобол минимальное значение удельной активности ^{90}Sr в воде изменялось в диапазоне от 5,9 до 29 Бк/м³. Для участка р. Иртыш ниже по течению от места пересечения с р. Тобол удельная активность ^{90}Sr колебалась в пределах от 8,5 до 105 Бк/м³.

Исходя из выбранных статистических критериев ($\alpha=0,10$, $\varepsilon=0,40$, $1-\beta=0,90$), необходимых для применения теста, количество измерений из каждой выборки составляло 15. По итогам проведенного сравнительного анализа методом непараметрической статистики гипотеза о повышенном содержании ^{90}Sr в воде р. Иртыш на участке ниже по течению от места пересечения с р.Тобол по сравнению с содержанием указанного радионуклида в воде р. Иртыш на участке выше по течению от места пересечения с р.Тобол подтвердилась.

Сравнение содержания ^{137}Cs в пойменной почве рек Теча и Исеть

В ходе анализа данных радиационного мониторинга речной системы Теча-Исеть-Тобол-Иртыш [6] было проведено сравнение содержания ^{137}Cs в пойменной почве рек Теча и Исеть (участок реки ниже по течению от места слияния с р.Теча).

Обрабатывались данные за 2005 г. по содержанию ^{137}Cs в пойменной почве обоих берегов р. Теча. При проведении анализа исследовалось содержание ^{137}Cs в пойменной почве р. Исеть на участке реки ниже по течению от места впадения в нее р.Теча. Содержание данного радионуклида в пойменной почве р.Теча колебалось от 100 до 400 Бк/кг. Концентрация данного радионуклида в пойменной почве р. Исеть была в пределах от 20 до 150 Бк/кг.

На основании выбранных статистических критериев ($\alpha= 0,05$, $\varepsilon=0,20$ и $1-\beta = 0,90$) количество измерений из каждой выборки составило 40. В результате применения квантиль-теста были установлены достоверные различия по содержанию исследуемого вещества в пойменной почве рек Теча и Исеть. Анализ показал, что концентрация ^{137}Cs выше в р. Теча.

Сравнение содержания ^{137}Cs в пойменной почве р. Исеть выше (фон) и ниже по течению от места пересечения с р. Теча

При обработке данных радиационного мониторинга изучаемой речной системы [6] было проведено сравнение содержания ^{137}Cs в пойменной почве р. Исеть выше (фон) и ниже по течению от места пересечения с р. Теча. Обрабатывались данные за 2005 г. по содержанию ^{137}Cs в пойменной почве обоих берегов р. Исеть выше по течению от места пересечения с р. Теча. Концентрация данного радио-

нуклида в пойменной почве р. Исеть ниже по течению от места пересечения с р. Теча была в пределах от 20 до 150 Бк/кг. Содержание данного радионуклида в пойменной почве р. Исеть выше по течению от места впадения в нее р. Теча колебалось от 6,0 до 43,0 Бк/кг.

Данные обрабатывались с помощью квантиль-теста. На основании выбранных статистических критериев ($\alpha=0,10$, $\varepsilon=0,30$, $1-\beta=0,90$) количество измерений для каждой из выборок составило 15. Применение квантиль-теста показало, что есть достоверные различия между концентрациями ^{137}Cs в пойменной почве двух исследуемых участков. Концентрация данного элемента выше на участке р. Исеть после впадения в нее р. Теча.

Сравнение содержания ^{137}Cs в воде рек Тобол и Иртыш

В ходе обработки базы данных радиационного мониторинга речной системы Теча-Исеть-Тобол-Иртыш [7] было проведено сравнение содержания ^{137}Cs в воде р. Тобол (на участке ниже по течению от места впадения в р. Исеть) и р. Иртыш (участок реки ниже по течению от места слияния с р. Тобол). Временной период, за который проводилось сравнение, охватывал 2004 – 2005 гг. Для р. Тобол концентрация ^{137}Cs в воде изменялась в диапазоне от 0,04 до 1,8 Бк/м³; для р. Иртыш содержание ^{137}Cs в воде колебалось в пределах от 0,14 до 2,9 Бк/м³.

Для проведения сравнительного анализа применялся квантиль-тест. Исходя из выбранных статистических критериев ($\alpha=0,10$, $\varepsilon=0,40$, $1-\beta=0,80$), необходимых для применения теста, количество измерений из каждой выборки составляло 10 (табл. 4, 5).

Квантиль-тест не установил достоверных различий между концентрациями ^{137}Cs в воде двух исследуемых рек, поэтому необходимо было провести дополнительный анализ данных с применением другого непараметрического теста.

Среди исследуемых значений есть те, которые ниже предела обнаружения. Их количество от общего меньше 40%, что обусловило выбор критерия Уилкоксона для проведения сравнительного анализа.

На основании выбранных статистических критериев ($\alpha=0,05$, $\Delta/\sigma=2,0$, $1-\beta=0,90$) количество измерений из каждой выборки составило 10. По итогам при-

Таблица 4

Данные по содержанию ^{137}Cs в воде р. Тобол

Дата пробоотбора	Активность ^{137}Cs , Бк/м ³	Погрешность ^{90}Sr , Бк/м ³
20.05.2004	<0,16	–
25.06.2004	1,8	0,4
26.07.2004	0,85	0,12
27.08.2004	0,74	0,12
20.09.2004	0,259	0,063
27.10.2004	<0,04	–
24.05.2005	<0,19	–
27.07.2005	0,73	0,07
09.08.2005	0,2	0,01
20.09.2005	0,31	0,03

Таблица 5

Данные по содержанию ^{137}Cs в воде р. Иртыш

Дата пробоотбора	Активность ^{137}Cs , Бк/м ³	Погрешность ^{90}Sr , Бк/м ³
21.05.2004	1,7	0,2
27.06.2004	2,9	0,4
27.07.2004	1,1	0,1
30.08.2004	0,57	0,11
19.09.2004	0,297	0,036
20.09.2004	0,18	0,04
29.10.2004	0,36	0,05
26.05.2005	0,22	0,07
22.08.2005	0,353	0,035
22.08.2005	<0,14	–

менения критерия Уилкоксона сделан вывод, что нет достоверных различий по содержанию ^{137}Cs в воде двух рек.

ВЫВОДЫ

С помощью методов непараметрической статистики был проведен сравнительный анализ данных по содержанию ^{90}Sr и ^{137}Cs в компонентах речной системы Теча-Исеть-Тобол-Иртыш.

Установлено, что удельная активность ^{90}Sr в р. Теча достоверно превышает содержание данного радионуклида в р. Исеть. При проведении дальнейшего сравнительного анализа по содержанию ^{90}Sr в реках Исеть, Тобол и реках Тобол, Иртыш выявлено достоверное различие удельных активностей ^{90}Sr в компонентах крупной речной системы.

Можно сделать вывод, что существует перенос данного радионуклида по речной системе Теча-Исеть-Тобол-Иртыш.

Установлено достоверное превышение содержания ^{137}Cs в пойменной почве р. Теча над содержанием данного радионуклида в пойменной почве р. Исеть. Выявлены достоверные различия между концентрациями ^{137}Cs в пойменной почве р. Исеть ниже и выше по течению от места пересечения с р. Теча. Сделан вывод, что повышенное содержание ^{137}Cs в р. Исеть ниже от места пересечения с р. Теча обусловлено слиянием этих рек. Таким образом, существует перенос данного элемента между двумя анализируемыми реками.

Не установлено достоверных различий по содержанию ^{137}Cs в воде рек Тобол и Иртыш. Следовательно, существенного переноса данного вещества между реками нет. Можно сделать вывод, что в речной системе Теча-Исеть происходит постепенное уменьшение содержания ^{137}Cs от объекта к объекту, тогда как в остальных частях речной системы содержание данного радионуклида не превышает региональных фоновых значений.

Литература

1. *Алексахин Р.М., Крышев И.И., Романов Г.Н., Тихомиров Ф.А.* Радиологические ситуации, связанные с крупномасштабным загрязнением окружающей среды (р.Теча, аварии на Южном Урале и на Чернобыльской АЭС): сельскохозяйственные и экологические аспекты/Труды Международной конф. – СПб, 2000.
2. *Крышев И.И., Рязанцев Е.П.* Экологическая безопасность ядерно-энергетического комплекса России. М.: Издат, 2000.
3. *Кобзарь А.И.* Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006.
4. Guidance for environmental background analysis Volume I: Soil. Naval Facilities Engineering Command – Washington, DC 20374-5065, April 2002.
5. Guidance for environmental background analysis Volume II: Sediment. Naval Facilities Engineering Command – Washington, DC 20374-5065, April 2002.
6. Итоговый технический отчет по Проекту МНТЦ №2558 «Радиоэкологический мониторинг рек Тобол и Иртыш. Изучение биогенного переноса радионуклидов и оценка радиационного риска для населения и окружающей среды».
7. *Kryshev I.I., Boyer P., Monte L. et al. (2009).* Model testing of radioactive contamination by ^{90}Sr , ^{137}Cs , $^{239,240}\text{Pu}$ of water and bottom sediments in the Techa River (Southern Urals, Russia). The Science of the Total Environment, 407 2349-2360.

Поступила в редакцию 18.12.2009

ABSTRACTS OF THE PAPERS

УДК 621.039.543.6

Dose Characteristics of Neutrons Fields of Spent Ceramic Nuclear Fuel of Various Types \S.V. Bedenko, F.V. Gnetkov, S.D. Kadochnikov; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2010. – 7 pages, 2 tables, 1 illustration. – References, 16 titles.

The dose characteristics of the neutron fields spent ceramic uranium compounds were analyzed. A procedure for calculating the neutron component of the radiation characteristics of spent ceramic nuclear fuel was proposed. The causes of significant differences contributions of (α , n)-reactions in the neutron radiation intensity of spent UO₂, UC and UN were determined. The simulation results of the radiation field characteristics near the transport container with the results of radiometric experiments were compared.

УДК 621.039.564

Informational Approach to Solving Problems of Power Distribution Control in a Nuclear Reactor \A.M. Zagrebayev, N.V. Ovsyannikova, I.V. Prokhorova; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2010. – 7 pages, 2 tables, 6 illustrations. – References, 7 titles.

Informational approach to solving the problems of power distribution control in a nuclear reactor is offered. The definitions of information value of an in-core detector and information of the system of detectors are introduced. Connection between accuracy of a restoration algorithm and its informational properties is shown. The sequence of in-core detectors graduation (repair) definition on the basis of their informational value is offered.

УДК 621.039.51

New approach on designing spectrometric neutron radiation radiometer \V.E. Dreizin, A.A. Grimov, D.I. Logvinov I.N. Mazepa; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2010. – 6 pages, 1 illustration. – References, 5 titles.

Results of modeling new method of spectrometric measurements neutron radiation are considered here. This method based on combined signal processing from several detectors with different spectral characteristic with following computer rebuilding energy spectrum of measuring radiation with assistance of neuron net. This net was preliminary trained on simulation models of neuron flow with different energy characteristic.

УДК 621.039.56

The Working out of the Finite-Element Dynamic Model of the Third Generation Fuel Assembly of the WWER-440 for the Strength Prove under Seismic Impact \M.S. Khvostov; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2010. – 7 pages, 7 illustrations. – References, 3 titles.

A description is given for working out of the finite-element dynamic model of the WWER-440 fuel assembly for the strength prove under seismic impact. The finite-element fuel assembly model worked out in ANSYS code is described. The eigenfrequencies and forms of the structure oscillations are received. The response to the seismic impact by the linear spectrum analysis is calculated. The estimation of the results precision is produced.

УДК 621.039

Analysis of the Radiation Monitoring Data by the Distribution-Free Statistic Methods (by the example of the River System Techa-Iset-Tobol-Irtysch Pollution) \K.V. Lunyova, A.I. Kryshev; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetica» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2010. – 9 pages, 5 tables, 1 illustration. – References, 7 titles.

The results of statistic analysis of the radiation monitoring data of river system pollution were produced in this work. There was short description of analyzable data and under consideration territory in it. The distribution-free statistic methods, used for comparative analysis, were described. Reasons of their selection and application peculiarities were given. Also the comparative analysis of data by traditional method of normal statistics was given in this work. Reliable decrease of ^{90}Sr specific activity from object to object was determined in studied river system. This is evidence of this radionuclide transportation in the river system Tcha-Iset-Tobol-Irtysh.

УДК 621.039.534

Features of Hydrodynamics and Mass Exchange of the Heat-Carrier in Alternative Fuel Assembly of VVER \ A.S. Balyberdin, S.S. Borodin, S.M. Dmitriev, A.E. Khrobostov, M.A. Legchanov, A.V. Lvov, O.Y. Novikova, D.N. Solncev, V.D. Sorokin; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yademaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2010. – 7 pages, 10 illustrations. – References, 3 titles.

The results and analysis of experimental data on investigation of the local mass-transfer and hydrodynamics of heat-transfer flow in alternative fuel assembly of reactor VVER at use of system of mixing grids «flowing along the rod lines» type are submitted.

УДК 621.039.56

Research of vibrations of the main vapor conductors of the first power unit of the Volgodonsk Nuclear Power Plant \ I. Veselova, M. Okulova; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yademaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2010. – 7 pages, 2 tables, 8 illustrations. – References, 6 titles.

Authors consider a problem of operational vibrations of the main vapor conductors of power units of the Nuclear Power Plant of the unified series with PWR-1000 (Pressurized water reactor). For the first time it has arisen in the course of starting-up and adjustment works at stages development of capacity of the power unit № 1 Zaporozhye Nuclear Power Plant also it has remained actual for all subsequent blocks of this series, including for power units № 1 of Volgodonsks Nuclear Power Plant.

The fixed raised vibrations of system of vapor conductors of fresh steam led to various damages (to occurrence of fistulas, breakage of auxiliary pipelines brace of armatures, to maladjustment of trailer switches, slipping of control cargoes on pulse safety valves, etc.), and also caused repeated decrease in cyclic durability of the main steam lines and increase of probability of their fatigue failure.

By measurements it is proved, that a source of operational vibrations are pressure pulsations in steam lines which are available in each steam line. The data received by experimental on the Volgodonsks NPP, well correlate with the data received by settlement methods on the basis of inspections of pipelines of Nuclear Power Plant "Timelin". The received experimental data have been taken as a principle the calculations executed by experts NICE «Centre Energy» and Institute of the applied mechanics of BRNO, within the limits of performance of works on decrease in level of operational vibrations of steam lines. Thus it is offered to change frequency of own fluctuations of loops of pipelines.

On the basis of the spent calculations it is offered to change geometry of two bringing pipelines to safety gates PG TX50S03 and TX50S04 as follows: to extend a pipeline shoulder to X50S03 against a stream on +1 m; to extend a pipeline shoulder to TX50S04 on a stream on +1,2m; to truncate a pipeline shoulder to TX50S04 against a stream on -1 m. The offered actions are realized on VNPP during time carrying out Starting Safety Works 2008.

Reconstruction of ring taps has led to considerable decrease in level of vibrations on drives and armature BRU-A and safety valves, that, undoubtedly, raises safety of operation of the nuclear power plant and increases a resource of work of the equipment.

УДК 621.311.25: 621.039

Use Combined-Cycle Technologies on the Nuclear Power Station \ A.V. Kryajev. A.M. Antonova; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yademaya energetika» (Communications of Higher