

непосредственно равен коэффициенту линейного ослабления материала фильтра, как это показано на рисунке 1. При  $\ln(P_i/P_0) = \ln 2 \operatorname{tg}$  угла наклона каждой из прямых равен  $\ln 2/d_i$ . Зная зависимости  $\mu(E_\gamma)$  для каждого из материалов фильтра, определяемой таблицами [4], находят значение эффективной энергии  $\gamma$ -излучения, сравнивая найденное значение коэффициента линейного ослабления для соответствующего материала фильтра с энергетической зависимостью  $\mu(E_\gamma)$ , представленной таблицей. Табличное значение  $\mu(E_\gamma)$ , которое будет наиболее близким к найденному из графика или полученное путём линейной интерполяции, и определит искомую эффективную энергию  $\gamma$ -излучения, прошедшего через соответствующий фильтр. Аналогично находим значение спектра  $\gamma$ -излучения средней эффективной энергии  $\varphi(E_i)$ . Найденные значения  $\varphi_i$ , в конечном итоге, позволят найти среднюю энергию спектра радиоактивной примеси, выброшенной в помещение АЭС, при радиационной аварии по формуле:

$$\bar{E} = \sum_{i=1}^3 \varphi_i E_i / \sum_{i=1}^3 \varphi_i . \quad (2)$$

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федорченко, С.Н. «Блок детектирования мощности дозы фотонного излучения для работы в условиях запроектной аварии на атомных станциях». «Блок детектирования для контроля мощности дозы фотонного излучения при авариях на АЭС». [Текст] / С.Н. Федорченко, С.В. Волков, А.С. Книжник // Сб. документов конференции г. Пенза 11-13 сентября 2002 г. изд-во ФГУП «НИИ физических измерений» 2002 г. Приборы и системы управления. Контроль. Диагностика. – №12. – 2002.
2. Бусаров, А.П. «Аппаратура для измерения мощности дозы фотонного излучения в воздухе гермообъема реактора типа ВВР-1000 при авариях и в послеварийный период». [Текст] / А.П. Бусаров, Г.П. Кириченко, С.И. Маслов, А.А. Сорока, С.П. Киянов, С.Н. Федорченко. // Сб. документов конференции «Аппаратура обеспечения ядерной и радиационной безопасности объектов Росатома». СНИИП 12-19 апреля 2007.
3. Машкович, В.П. Защита от ионизирующих излучений. Справочник. [Текст] / В.П. Машкович, А.В. Кудрявцева. – Москва : Энергоатомиздат, 1995. – 496 с.

### Method for Express Estimation of the Average Energy of the $\gamma$ -Radiation Spectrum of Radionuclides in Conditions of Radiation Accidents in Rooms Special Corps of NPP

A.P. Elokhin \*, A.I. Ksenofontov \*, Issa Alalem \*, S.N. Fedorchenko \*\*

\*Natioanl research nuclear university «MEPhI», Moscow

\*\*JSC SNIIP-RADMED (Closed Joint-Stock Company SNIIP-RADMED)

УДК: [504.5:628.4.047]:519.245

### ПРИМЕНЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ХАРАКТЕРИСТИК $\gamma$ -ИЗЛУЧЕНИЯ РАДИОАКТИВНОГО ОБЛАКА ПРИ ВЫБРОСАХ АЭС

А.И. Ксенофонтов, А.П. Елохин, Е.А. Алалем

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва

Рассматривается применение интегрального и метода Монте-Карло в задачах радиационного мониторинга окружающей среды. В качестве таковых рассматриваются задачи оценки мощности дозы внешнего облучения, создаваемой инертными радиоактивными газами при их выбросе через венттрубу АЭС в условиях планового профилактического ремонта и радиационной аварии; оценка полной объёмной активности ИРГ в выбросе и другие характеристики, связанные с использованием  $\gamma$ -детекторов

автоматизированной системы контроля радиационной обстановки окружающей среды и беспилотных дозиметрических комплексов, используемых в рамках этой системы. С целью оценки корректности расчётов методом Монте-Карло проводится сравнение результаты расчётов указанным методом с аналогичными характеристиками, полученными интегральным методом, которое показало удовлетворительное согласие.

В работе [1] для определения функциональной зависимости объёмной активности радиоактивной примеси от координат  $q(x, y, z)$  и метеопараметров атмосферы в рамках модели её приземного слоя [2, 3] проводился расчет метеорологических характеристик указанного слоя атмосферы (скорости приземного ветра

$u(z)$ , коэффициента турбулентной диффузии  $k(z)$  и энергии турбулентных пульсаций  $b(z)$  как функций высоты  $z$ ), основанных на показаниях метеодатчиков, измеряющих температуру и скорость приземного ветра на нескольких уровнях (высотах). Функциональные зависимости указанных метеорологических параметров усреднялись по высоте и в уравнении использовались их средние величины  $\bar{b}, \bar{k}, \bar{u}$  как постоянные коэффициенты [4, 5].

При расчете мощности дозы внешнего облучения от объёмного источника – облака радиоактивной примеси следует уделять серьезное внимание уточнению распределений указанного функционала в области малых (промплощадка АЭС) расстояний от источника. Интерес к этой области расстояний обусловлен тем, что в ней наблюдается высокий градиент в распределении приземной концентрации радиоактивной примеси, в связи с чем нарушаются условия лучевого равновесия [4], что, в свою очередь, может привести к значительной погрешности при оценке величины мощности дозы. Наибольшее согласие расчетов наблюдается на расстояниях от 0,7 до ~ 10 км от источника, т.е. за зоной максимума приземной концентрации радиоактивной примеси. При расстояниях, меньших 0,7 км, не выполняется условие лучевого равновесия, а потому предпочтение следует отдать расчетам по методу Монте-Карло и интегральному методу. На рисунке 1 приведены результаты расчётов мощности дозы для неустойчивого состояния атмосферы интегральным методом (кривая 1) и ММК (кривая 2).

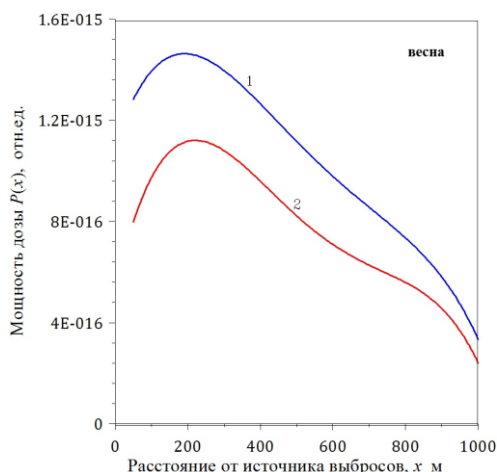


Рисунок 1 – Распределение мощности дозы  $P(x)$  как функции расстояния  $x$  от источника (факела выбросов при гипотетической аварии) на оси следа для неустойчивого состояния атмосферы весна) при использовании интегрального метода, кривая (1) и метода Монте-Карло, кривая (2)

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алалем, Е.А. Метеорологические характеристики района АЭС в Иордании. [Текст] / Е.А. Алалем, А.П. Елохин, А.И. Ксенофонтов, П.И. Федоров //Глобальная ядерная безопасность. – № 3 (24). – 2017. – С. 19-34
2. Лайхтман, Д.Л. Физика пограничного слоя атмосферы [Текст] / Д.Л. Лайхтман. – Ленинград : Гидромет. изд-во, 1970. – 340 с.

3. *Бобылева, М.М.* Расчет характеристик турбулентности в планетарном пограничном слое атмосферы. [Текст] / М.М. Бобылева // Труды Ленинградского Гидрометеорологического института. Вып. 40 (Некоторые вопросы физики пограничного слоя в атмосфере и море). – Ленинград. – 1970. – С. 64-73.
4. *Елохин, А.П.* Методы и средства систем радиационного контроля окружающей среды: монография [Текст] / А.П. Елохин // М-во образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ». – Москва : НИЯУ МИФИ, 2014. – 520 с.
5. By Alexander P. Elokhin and Iliia A. Starodubtcev. On the Ecological Situation at the Territories Adjacent to Chemical and Metallurgical Facilities. (Subtitle: Using Sensors and an Automated Control System to Monitor Environmental Conditions). *Environmantal Quality Management. (USA) 2017. Vol. 26. №2. P. 23-43.*

## **Application of Calculation Methods for Analysis of the Characteristics of Y-Radiation of a Radioactive Cloud During NPP Emissions**

**A.I. Ksenofontov, A.P. Elokhin, E.A. Alalem**

*Natioanl research nuclear university «MEPhI», Moscow*

УДК 504.4.054

## **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНОГО ОБЪЕКТА В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ РОАЭС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ**

**Е.А. Абидова, О.И. Бейсуг, А.Е. Дембицкий, О.Ю. Пугачёва**

*НИИ АЭМ, Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.*

Метод главных компонент был применен для анализа данных экологического мониторинга р. Дон. Метод позволил произвести оценку большого числа разнородных и быстро меняющихся параметров. Результаты указывают на возможность автоматической классификации состояния водного объекта на основании наблюдения его химических, биологических и физических параметров. Предложенная модель классификации может быть применена для обработки данных мониторинга водных экосистем, в том числе Цимлянского водохранилища и водоема-охладителя Ростовской АЭС.

*Ключевые слова:* метод главных компонент, спектр собственных значений, матрица счетов, матрица нагрузок, активность внеклеточных эстераз сестона, активность щелочной фосфатазы.

При определении экологического состояния дельты р. Дон учитывается достаточно большое количество гидрохимических характеристик, полученных в результате отбора и обработки проб. В настоящем исследовании рассматриваются параметры, такие как рН, растворённый кислород, соединения азота (аммонийного, нитритного, нитратного, общего, валового, органического, взвешенного), БПК<sub>5</sub>, показатели активности внеклеточных эстераз (АЭ) и щелочной фосфатазы (АЩФ), температура[1].

Для оценки большого числа разнородных и быстро меняющихся параметров в различных областях деятельности (техническая диагностика, финансы)[2,3] используются алгоритмы классификации. В рамках настоящей работы данные получены в мониторинге поверхностных вод суши в определённые периоды времени. Для извлечения информации из этих данных целесообразна реализация одного из признаковов подходов – метода главных компонент[4].

Метод главных компонент позволяет произвести классификацию состояния объекта на определённые группы. В условиях решаемой задачи, когда классовые метки групп изначально неизвестны, используются модели частичной классификации[5].

Данные для анализа представлены в удобной форме для применения метода главных компонент: в виде прямоугольной матрицы  $X$ , строки которой (их принято называть