

УДК 519.6:533.7

## ПРОГРАММА «РУМБ» ДЛЯ РАСЧЕТНОГО ОБОСНОВАНИЯ ГРАНИЦ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН И ЗОН НАБЛЮДЕНИЯ РАДИАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ

*М. В. Журавлёва, А. Н. Бахаев*

Российский федеральный ядерный центр –  
Всероссийский НИИ экспериментальной физики, Саров

Доклад посвящен программной реализации методики обоснования границ СЗЗ (санитарно-защитных зон) и ЗН (зон наблюдения) радиационных объектов для стационарных источников выброса радиоактивных веществ в атмосферный воздух.

*Ключевые слова:* санитарно-защитная зона (СЗЗ), зона наблюдения (ЗН), радионуклиды, метеорологический фактор, расчетное обоснование границ.

Выбросы радионуклидов в атмосферный воздух вследствие производственной деятельности большинства современных радиационных объектов являются одним из источников поступления радиоактивных веществ в окружающую среду. Изучение источников выбросов проводили фактически с самого начала работ с радиоактивными материалами.

В последнее годы расчетная методика была существенно усложнена, и для дальнейших расчетов потребовалось привлечение ЭВМ, а значит, разработка специальной программы для расчета пятна загрязнения, выброшенного источником в атмосферу.

Главной частью реализованной методики является расчет дозового поля, которое образуется в результате выпадения радиоактивных загрязнений из атмосферы. Расчет пятна загрязнений основан на моделировании переноса выброшенных источником загрязнений в атмосферу.

Алгоритм обоснования границ СЗЗ радиационных объектов для стационарных источников заключается в получении:

- среднегодового приземного метеорологического фактора разбавления;
- годовой эффективной дозы облучения населения от радиоактивных выбросов;
- границ СЗЗ.

В основе методики обоснования границы СЗЗ лежит требование ограничения облучения населения квотой, установленной для радиационного объекта и не превышающей 1 мЗв.

Среднегодовой метеорологический фактор разбавления радионуклида  $r$  в приземном слое воздуха на расстоянии  $x$  от источника в направлении ветра румба  $n$  рассчитывается по инженерной методике, с учетом холодного и теплого периодов года.

Основными параметрами необходимыми для вычисления среднегодового метеорологического фактора разбавления являются:

- категории устойчивости атмосферы;
- модуль скорости ветра на высоте выброса;
- вертикальная и горизонтальная дисперсии струи примеси;
- высота подъема струи над устьем трубы за счет динамических и термических факторов и т. д.

Формирование дозы облучения населения происходит по прямым и косвенным путям воздействия. К прямым путям облучения относятся: внешнее облучение от содержащихся в атмосфере и отложившихся на почву радионуклидов, и внутреннее облучение, обусловленное радионуклидами, поступившими в организм с вдыхаемым воздухом.

К непрямому пути воздействия относится внутреннее облучение от радионуклидов, попавших в организм вследствие их миграции по пищевым и биологическим цепочкам (пероральный путь).

Указанная квота облучения населения относится к средней годовой эффективной дозе лиц из критической группы населения. В качестве потенциально критических групп рассматриваются, приведенные на соответствующем слайде презентации, возрастные группы отдельно сельского и городского населения.

Каждая из перечисленных групп населения считается достаточно однородной по основным факторам (время пребывания на открытой местности, защитные характеристики зданий и сооружений, физиологические и метаболические характеристики, возраст, рацион питания и т. д.), влияющим на получаемые дозы от выбросов радиационного объекта.

В качестве примера на соответствующем слайде презентации приведена формула, по которой происходит расчет индивидуальной дозы облучения по ингаляционному пути для лица из рассматриваемой возрастной группы.

Расчет годовой индивидуальной эффективной дозы осуществляется методом суперпозиции. Суммируются дозы от всех способов облучения, радионуклидов и источников выброса.

В общем случае граница СЗЗ представляет собой геометрическое место точек, для каждой из которых одновременно выполняются условия, приведенные на соответствующем слайде презентации. В качестве границы СЗЗ принимается граница промплощадки радиационного объекта, если внутри границ промплощадки фактическая доза облучения не превышает 1 мЗв.

Зона наблюдения представляет собой территорию вокруг радиационного объекта, внутренняя граница которой совпадает с границей СЗЗ, а внешняя граница – с окружностью радиуса ЗН. Радиус ЗН радиационного объекта отсчитываются от источника выброса радиоактивных веществ в атмосферный воздух, а при наличии нескольких источников – от их геометрического центра.

Алгоритм расчетного обоснования границ санитарно-защитных зон и зон наблюдения радиационных объектов реализован в виде компьютерной программы, текущая версия которой работает в пакетном режиме, т. е. вся входная информация подготавливается заранее. Начальные данные представляют собой набор текстовых файлов различных форматов из различных источников.

На этапе загрузки начальных данных обрабатывается большое количество различных файлов, таких как:

- головной файл данных, который содержит основную информацию по задаче;
- цифровая карта рельефа местности области моделирования;
- контуры зон водной поверхности и т. д.

Расчет начальных данных проходит по следующему алгоритму:

- построение расчетной сетки;
- создание списков с координатами по каждой зоне неоднородности;
- заполнение массивов по каждому источнику и по каждому радионуклиду

источника и т. д.

В процессе расчета начальных данных обрабатываются и структурируются измеряемые на метеостанциях данные, такие как:

- скорость приземного ветра;
- общая и нижняя облачность;
- даты образования и разрушения снежного покрова и т. д.

Результатами расчетов задачи являются:

- поля доз облучения от постоянных и периодических источников;
- величина дозы облучения в критической точке местности;
- суммарные поля доз облучения с границами СЗЗ;
- суммарные поля доз облучения с границами ЗН.

Полученное в результате расчетов максимальное значение дозы для рассматриваемого радиационного объекта не превышает значения  $1,069589 \cdot 10^{-6}$  Зв/год.

В виду непревышения квоты ограничения облучения населения, установленной для радиационного объекта, границы СЗЗ совпадают с границами рассматриваемых производственных площадок.

Рассчитанный радиус общей ЗН стационарных источников не превышает 4400 м.

В дальнейшем будет осуществлена верификация и сравнение полученных результатов с экспериментальными данными, снятых с постов наблюдения.

## «RUMB» CODE FOR THE DESIGN SUPPORT OF THE BOUNDARIES OF THE BUFFER AREAS AND OF THE OBSERVATION AREAS OF NUCLEAR FACILITIES

*M. V. Zhuravleva, A. N. Bakhaev*

Russian Federal Nuclear Center –  
All-Russian Research Institute of Experimental Physics, Sarov

The report is devoted to the software support of the method to justify the boundaries of the buffer areas (BA) and observation areas (OA) of the radiation facilities in case of stationary sources of radioactive emissions into the air.

*Key words:* buffer areas (BA), observation areas (OA), radionuclides, atmospheric factor, computational justification of boundaries.

УДК 532.591, 531.5.031

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИСКООБРАЗНЫХ ТРЕЩИН В ТРЁХМЕРНОМ УПРУГОМ ПРОСТРАНСТВЕ

*А. В. Звягин<sup>1</sup>, А. В. Акулич<sup>2</sup>, А. А. Шамина<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва

<sup>2</sup>Федеральный научный центр «Научно-исследовательский институт системных исследований РАН», Москва

Исследуется проблема взаимного влияния трехмерных дискообразных трещин, расположенных в параллельных плоскостях упругой среды. Среда находится под действием растягивающего напряжения в направлении перпендикулярном плоскостям трещин. Трещины моделируются математическими разрезами сплошной среды с возможностью сильного разрыва поля перемещений на берегах разреза. Решение строится численно с использованием метода разрывных смещений.

Ключевые *слова:* трёхмерное пространство, упругая среда, трещина, коэффициент интенсивности напряжений, метод граничных элементов, метод разрывных смещений.

### 1. Введение

Одной из актуальных задач современной механики разрушения является задача аналитических исследований концентрации напряжений в окрестности трещин в трёхмерном пространстве. В настоящее время существуют хорошо развитые эффективные методы решения двумерных задач