

Совершенствование процесса проведения противоаварийных тренировок

Описано программное обеспечение, разработанное для решения задачи предоставления наглядных реалистичных прогнозов последствий потенциальной радиационной аварии для подготовки и проведения противоаварийных учений.

Ключевые слова: прогноз, радиационная авария, учения.

В. В. Турбаевський

Удосконалення процесу проведення протиаварійних тренувань

Описано програмне забезпечення, розроблене для вирішення завдання з надання наочних реалістичних прогнозів наслідків потенційної радіаційної аварії для підготовки та проведення протиаварійних навчань.

Ключові слова: прогноз, радіаційна аварія, тренування.

В соответствии с основным документом, регламентирующим безопасность атомных электростанций, — НП 306.2.141-2008 «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций» (ОПБУ-2008 [1, п. 3.1.1]) — базовой целью безопасности АЭС является защита персонала, населения и окружающей природной среды от недопустимого радиационного воздействия при вводе АЭС в эксплуатацию, эксплуатации и снятии с эксплуатации.

Один из фундаментальных принципов безопасности — обеспечение культуры безопасности, которая, среди прочего, достигается путем обучения и повышения квалификации персонала [1]. Третий уровень реализации стратегии глубоководной защиты [1, п. 5.3] включает в себя подготовку персонала на специализированных тренажерах, четвертый — создание условий для своевременной реализации планов по защите персонала и населения, а также для тренировки действий персонала в случае проектных аварий.

В соответствии с [1, пп. 10.13.5-6], АЭС разрабатывают и реализуют программы противоаварийных тренировок, которые составляются так, чтобы обеспечивалась ежегодная проверка во время тренировок всех элементов аварийного плана АЭС.

Для классификации радиационных аварий и планирования доз персонала при ликвидации аварии на АЭС используются документы [2–7], предъявляющие различные и не всегда согласованные требования к реализации планов мероприятий по защите персонала и населения. Например, аварийный план [3] предлагает критерии выбора режима защиты персонала, основанные на предотвращенной дозе на уровнях безусловной оправданности (в соответствии с [8]), однако те же критерии для защиты населения основываются на иных уровнях. Таким образом, для формирования единого подхода к реализации планов по защите персонала и населения было принято решение использовать данные [3] в случаях, когда они не противоречат [8], и последние — в иных случаях.

Как показал опыт, при проведении противоаварийных тренировок на АЭС Украины очень важно наличие следующих реалистичных данных:

мощности дозы гамма-излучения на территории промышленной площадки, в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения АЭС для определения критериев аварии в соответствии с [4] и определения безопасных маршрутов эвакуации персонала;

прогноза интегральной эффективной дозы персонала и населения за определенные промежутки времени (4 ч, 8 ч, 2 сут, 7 сут, 14 сут) для принятия решений, касающихся реализации мероприятий по защите персонала и населения в соответствии с требованиями [4, табл. 1] и [8, п. 7];

загрязненности подстилающей поверхности (или мощности потока гамма- и бета-излучения с поверхности) как составляющей интегральной дозы на человека; эти данные нужны также для определения безопасных маршрутов эвакуации, необходимости и целесообразности дезактивации, определения мест установки санитарных барьеров;

концентрации радиоактивного йода (и инертных радиоактивных газов, при возможности) в приземном слое воздуха для определения критериев аварии в соответствии с [4, табл. 7].

Кроме того, с учетом незначительных размеров промышленных площадок, целесообразно учитывать точное расположение (включая высоту) источника выброса, геометрию близ расположенных объектов и зданий для учета

Таблица 1

| Необходимые данные | InterRAS | КАДО | RODOS |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|
| <i>Требования [12]</i> | | | |
| Мощность дозы на промплощадке | Нет ¹ | Нет | Нет |
| Загрязненность ² на промплощадке | Нет ¹ | Нет | Нет |
| Концентрация радиоактивных веществ в воздухе промплощадки | Нет ¹ | Нет | Нет |
| Данные о шлейфе | Да ³ | Да ⁴ | Да ⁵ |
| Данные о загрязненности в зоне наблюдения | Да ⁶ | Да | Нет данных |
| Данные о загрязненности в санитарно-защитной зоне | Да (см.выше) | Да | Нет данных |
| Мощность дозы | Нет | Да | Нет данных |
| Загрязненность персонала и населения | Нет | Нет | Нет |
| Дозы аварийного персонала ⁷ | Нет | Нет | Нет данных |
| <i>Дополнительные требования (по результатам опыта проведения тренировок)</i> | | | |
| Возможность указания точного места выброса ⁸ | Только высота ⁹ | Только центр промплощадки | Да |
| Возможность использования различных моделей для расчета локального и регионального распространения радиоактивных веществ | Да | Нет | Да |
| Учет влияния зданий и сооружений на территории промышленной площадки АЭС | Указано в документации | Нет | Нет данных |
| Возможность автоматического ввода метеорологических данных | Нет | Частично | Да |
| Учет изменчивости метеорологических параметров | Нет | Да | Да |
| Учет различных состояний атмосферы по высоте | Учет категории устойчивости | Учет категории устойчивости | Нет данных |
| Предоставление рекомендаций по защите персонала и населения ¹⁰ | | | |

¹ Может быть определено дополнительно.

² Здесь и далее имеется в виду радиоактивная загрязненность.

³ В двух масштабах.

⁴ За пределами промплощадки.

⁵ В зависимости от степени детализации.

⁶ Для ¹³⁷Cs, остальные — по масштабным коэффициентам.

⁷ Персонала, принимающего участие в ликвидации последствий аварии.

⁸ Точные координаты и высота.

⁹ Точкой выброса считается центр промышленной площадки, в случае Запорожской АЭС — лестничная клетка № 2 энергоблока № 3.

¹⁰ Для решения вопроса о целесообразности проведения тех или иных защитных мероприятий полученные дозы необходимо сравнить с общими уровнями вмешательства (ОУВ), рекомендуемыми МАГАТЭ [12, табл. ЕЗ].

их обтекания, а также желательно иметь возможность выбора модели для определения характеристик шлейфа.

В настоящее время на Запорожской АЭС для прогнозирования радиационных последствий аварий используется система InterRAS (на базе системы прогнозирования RASCAL) [2, 9], в опытной эксплуатации находится система КАДО (разработчик — Научно-исследовательский институт радиационной защиты Академии технологических наук Украины), в рамках реализации проекта международного сотрудничества планируется ввод в опытную эксплуатацию системы RODOS [10].

Указанные системы обладают как достоинствами, так и недостатками [11]. Однако ни одна из них не может

предоставить указанные реалистичные прогнозы, особенно для ограниченной территории промышленной площадки, что препятствует усовершенствованию противоаварийной готовности персонала, отработке взаимодействия между всеми структурами, принимающими участие в учениях, и выполнению требований [1] в наиболее полном объеме.

В издании Международного агентства по атомной энергетике [12, раздел 6] детально описано, какие типы данных необходимо анализировать (и подготавливать) при проведении противоаварийных тренировок, а в разделе 2 того же источника даны рекомендации по использованию различного типа симуляторов при подготовке

и проведении противоаварийных учений. Виды тренировок наиболее полно изложены в [12, прил. I].

Примеры программного обеспечения, которое может быть использовано для подготовки сценариев противоаварийных тренировок, приведены в [12, прил. XV]. Следует отметить, что подобное программное обеспечение не имеет распространения на АЭС Украины.

В табл. 1, которая составлена с учетом рекомендаций [12, табл. 2, п. 6.2], проанализирована возможность предоставления существующим или планируемым к использованию на Запорожской АЭС программным обеспечением необходимых (либо желательных) данных при подготовке к проведению противоаварийных тренировок.

Основной целью работы являлось создание программного кода, способного, на основании данных используемых систем прогнозирования радиационной обстановки, предоставлять реалистичные данные для проведения противоаварийных тренировок, и не зависящего от производительности и архитектуры используемых компьютеров, а также применяемой операционной системы. Как минимум, код должен предоставлять данные по мощности дозы во всех интересующих (заранее определенных с помощью схем контроля) точках и маршрутах, концентрацию радиоактивных аэрозолей йода в указанных точках, рекомендации, касающиеся реализации планов мероприятий по защите персонала и населения в соответствии с требованиями [3, 4, 8].

Как видим из табл. 1, на данный момент времени только¹ система InterRAS может предоставлять данные по прогнозируемой радиационной обстановке для малого, до 5 км, удаления от источника выброса. При этом предполагается (по описанию), что система учитывает изменение потока радиоактивных веществ в атмосфере при обтекании зданий и сооружений на территории промышленной площадки АЭС.

Однако результаты расчетов системы могут быть представлены только в виде текстовых файлов для следующих искомых параметров: общая эффективная доза; доза на щитовидную железу; доза от облака; доза от выпадений; ингаляционная доза; плотность загрязнения почвы ¹³⁷Cs.

Для каждого исследуемого параметра результаты выводятся в формате двух файлов (двухзначное цифровое имя файла указывает принадлежность к тому или иному расчетному параметру):

XX.xu — координаты исследуемой точки относительно начала координат (для Запорожской АЭС начало координат, как было указано, — лестничная клетка № 2 энергоблока № 3), оси направлены на север и восток;

XX.z — значение расчетного параметра в исследуемой точке.

Таким образом, для решения поставленной задачи было необходимо:

обеспечить «перенос» точки выброса (начала координат) в точку, для которой выполняется прогноз (наиболее вероятные источники выброса² — вентиляционные трубы энергоблоков и специальных корпусов, выходные отверстия системы вытяжной вентиляции TL42 из герметичного объема реакторной установки);

обеспечить определение мощности дозы в воздухе (по эффективной дозе от облака), мощности дозы

от поверхности грунта (по дозе от выпадений), концентрации йода³ в воздухе для характерных точек контроля (под характерными точками контроля подразумеваются точки контроля по всем маршрутам контроля, определенным в [3], а также места расположения стационарных постов контроля радиационной обстановки на промышленной площадке, в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения);

на основании полученных по предыдущему пункту данных определить необходимые мероприятия по защите персонала и населения, используя в качестве основных критериев данные, приведенные в [2—4];

для удобства предоставления данных сформировать цифровые карты местности для каждого характерного параметра (мощность дозы, концентрация йода и рекомендации по защите) с указанием значений параметров в характерных точках контроля.

Перенос точки выброса

Перенос точки выброса — наиболее простая задача, для решения которой было необходимо изменить координаты точки выброса, используя данные о точках выброса. Фрагмент кода⁴ для решения задачи:

```
# Смещение данных для отдельного энергоблока
s = raw_input(u'Введите аварийного блока (1-6) или спец-
корпуса (01,02): ')
if s == '1':
    dx = (-84,-304)
elif s == '2':
    dx = (-42,-152)
```

Конечно, при таком простом переносе начала координат невозможно перенести геометрические характеристики знаний и сооружений, окружающих точку выброса. Однако, как показал анализ результатов прогнозов, для определения характеристик обтекания зданий (аэродинамического затенения) используется обобщенный коэффициент, одинаковый для всей промышленной площадки. Таким образом, прямой перенос начала координат выглядит вполне приемлемым допущением.

Определение основных радиационных характеристик

Мощность дозы в воздухе. Для определения мощности дозы в воздухе наиболее простым путем является определение искомого как частного от деления дозы от облака на время воздействия облака, без учета радиоактивного распада. Для незначительных промежутков времени, характерных для острой фазы аварии (несколько часов), прямой переход от дозы к мощности дозы, по нашему мнению, является приемлемым допущением.

Мощность дозы от поверхности грунта. Как и в предыдущем случае, для острой фазы аварии (несколько часов) прямой переход от поверхностной дозы от грунта

³ Здесь и далее подразумевается суммарный эффект от всех радиоактивных изотопов йода.

⁴ Для программирования использовался язык Python 2.7 [13] с дополнительными модулями matplotlib [14] (для визуализации данных), numpy [15] (для сложных расчетов). Полный текст программ доступен на сайте автора <https://sites.google.com/site/turbaevsky/file-cabinet>

¹ Нет достоверной информации по возможностям системы RODOS.

² Здесь и далее под выбросом понимают газо-аэрозольный выброс радиоактивных веществ в атмосферу.

к мощности дозы от грунта, по нашему мнению, является приемлемым допущением.

Концентрация йода в воздухе. Для определения концентрации йода в воздухе используется доза на щитовидную железу, определяемая программой прогнозирования.

Чтобы перейти от дозы на щитовидную железу к концентрации йода в воздухе, для острой фазы аварии использован постоянный переходной коэффициент

```
k3 = 1e-2/6.5e-11/float(time) # Бэры щитовид. в объемную активность, Бк/мЗ
```

где $6.5e-11$ — значение коэффициента «мощность эквивалентной дозы в щитовидной железе от внешнего облучения на единицу объемной удельной активности в воздухе для референтного возраста “Взрослый”», Зв/Бк·м³/ч [5, табл. В.5]; $1e-2$ — переводной коэффициент из бэр в зиверты; *time* — время воздействия облака, ч.

Как и выше, использование постоянного переходного коэффициента может быть приемлемым только для острой фазы аварии.

Параметры в основных точках контроля. Данные по результатам прогноза радиационной обстановки представляют из себя неравномерную сетку координат и значений параметров. Для определения искомым параметров в произвольной точке необходимо применить интерполяционную обработку данных. Анализ литературы по методам интерполяции [16–18] позволил остановиться на бикубической интерполяции данных, что реализовано в приведенном ниже фрагменте кода:

```
im = plt.imshow(grid.T,interpolation='bicubic',origin='lower',alpha=0.99,extent=ex,cmap=cmap,norm=norm)
```

Особый интерес, по нашему мнению, представляют первый, второй и четвертый параметры. Первый параметр (*grid.T*) — транспонированная матрица, составленная из координат и значений исследуемого параметра следующими командами:

```
import matplotlib.mlab as mlab
X,Y = np.mgrid[min(x):max(x):len(x), min(y):max(y):len(y)]
grid = mlab.griddata(x, y, Z, X, Y)
```

Вторая строка (после импорта необходимых библиотек) формирует равномерно распределенную матрицу координат, третья — параметры в соответствии с новой сеткой.

Второй параметр (*interpolation='bicubic'*) определяет тип интерполяции. Ряд экспериментов показал, что наилучший результат, особенно для визуализации данных, может быть получен при бикубической интерполяции или интерполяции методом сплайнов. В данном случае используем бикубическую интерполяцию.

Четвертый параметр характеризует прозрачность графического слоя, содержащего контуры распределения исследуемого параметра, для его наложения на карту местности.

Чтобы получить значения исследуемого параметра в произвольных точках контроля, необходимо сначала загрузить преобразованные в относительные координаты данные о местах расположения точек контроля. Не будем подробно останавливаться на методиках преобразования географических координат в относительные, для этого можно использовать стандартные библиотеки языка Python.

После загрузки данных с относительными координатами точек контроля выполняется поиск значений параметра в указанных точках, используя кубическую интерполяцию:

```
from scipy.interpolate import griddata
zi = griddata((x,y), z, (column, row), method='cubic')
```

После этого на карту выводятся исследуемые точки (соответствующего цвета согласно принятой цветовой гамме) и значения параметров в них:

```
plt.scatter(column, row, c=zi, cmap=cmap, norm=norm)
for r, c, val in zip(row, column, zi):
    if not np.isnan(val) and val>0:
        plt.annotate(u'%0.3f' % (val), (c,r), xytext=(-10,10),
            textcoords='offset points',
            arrowprops=dict(arrowstyle='->'), ha='right')
```

Уровни реагирования и мероприятия по защите персонала и населения

Уровни реагирования и необходимые мероприятия при возникновении условий радиационной аварии определяются документами [3–8, 19, 20], однако по сложившейся традиции в основном используется «Аварийный план ОП “Запорожская АЭС”» [3], опирающийся на требования норм радиационной безопасности Украины [8] и, реже, используется СТП 0.03.079-2009 [4], так как последний предлагает достаточно обобщенные критерии для принятия решений.

Для обеспечения наглядности при принятии решений о вводе в действие планов мероприятий по защите персонала и населения предлагается использовать цветовую дифференциацию территории по уровням действий. Уровни действий описываются следующим образом, в строках после параметра *bounds*:

```
from matplotlib import colors
cmap = colors.ListedColormap(['green','blue','yellow','red'])
# Мощность дозы (для персонала)
# Режимы защиты персонала и населения определены
на стр.465 (прил) Аварийного
# Плана ЗАЭС
t1=(u'Мощность дозы в воздухе, мкЗв/ч', u'Doserateinair,
mkSv/h')
draw(cloudx,cloudy,cloudz,t1[1],cmap=cmap,bounds=[25,63,625,6250],\
points=points,valText=u'МЭД, мкЗв/ч',comm=zn)
# Эффективная доза
t2=(u'Эфф. доза (мЗв) и соответствующие \n режимы за-
щиты (по цветам)',\
u'Effective dose (mSv) and \n protection regime (by color)')
bounds=[2,5,50,500] # Предотвращенная доза за 80 ч.
for i in range(len(bounds)):
    bounds[i]*=time/80.0 # Предотвращенная дозы за
время анализа
draw(x,y,z,t2[1],cmap=cmap,\
bounds=bounds,points=points,valText=u'Эфф.доза,
мЗв',comm=zn)
# Дозы на щитовидку
t3=(u'Доза на щитовидную железу (мГр)\nи соответст-
вующие режимы защиты (по цветам)',\
u'The thyroid dose (mGr) and \n protection regime (by color)')
draw(tx,ty,tz,t3[1],\
```

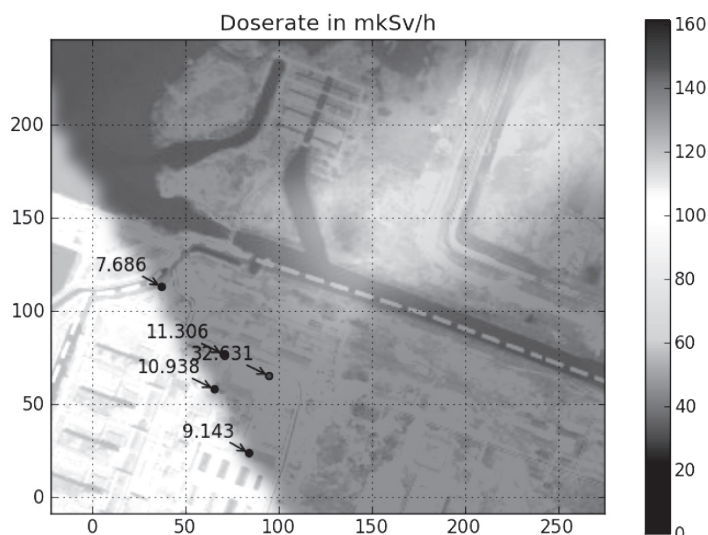



Рис. 1. Прогнозируемая мощность дозы в воздухе

```

cmap=cmap,bounds=[0,50,300,1000],points=points,\
valText=u'Доза на щитовидную железу, мГр', comm=zn)
# Концентрации йода в воздухе
t4=(u'Концентрация йода в воздухе (кБк/куб.м)\n и соот-
ветствующие режимы защиты (по цветам)',\
u'The iodine concentration (kBq/cub.m) and\n protection
regime (by color)')
draw(tx,ty,tzconc,t4[1],\
cmap=cmap,bounds=[4e-3,1e0,1e1,1e2,1e3,1e4],points=points,\
valText=u'концентрация йода, кБк/куб.м',comm=zn)

```

Таким образом формируются цветовые поля, соответствующие уровням действий (режимам защиты персонала и населения).

Использование цифровых карт

Для обеспечения наглядности предоставления данных автор решил использовать в качестве основы спутниковые снимки территории, которые доступны, например, на сайте [21]. Далее, как показано на рис. 1, на спутниковые снимки накладываются слои с изолиниями, соответствующими областям мощности дозы в воздухе (в соответствии с [3]), или суммарным эффективным мощностям доз и соответствующими режимами защиты персонала (рис. 2).

При исследовании распространения радиоактивных веществ в большом радиусе (5–50 км) для повышения наглядности целесообразно использовать растровые карты, доступные на том же сайте [21].

Для адекватного предоставления данных на цифровых картах необходимо:

- преобразование масштаба цифровой карты в масштаб данных о радиационном воздействии;

- совмещение осей и начала координат всех используемых карт;

- обеспечение видимости слоя спутникового снимка и слоя изолиний.

Первая задача решается путем поиска необходимого масштабного коэффициента (на данный момент в не автоматическом режиме):

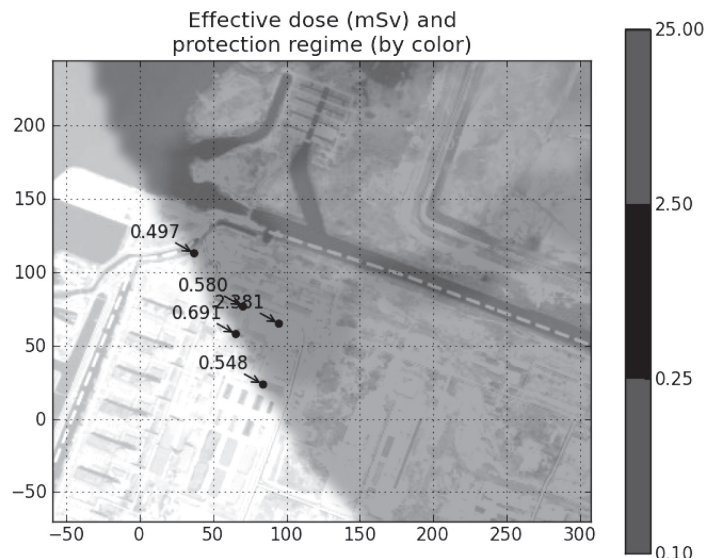


Рис. 2. Прогнозируемая суммарная эффективная мощность дозы и соответствующие режимы защиты персонала (три уровня на шкале справа)

выбирается пара характерных точек, например постов контроля на слое данных;
те же точки выбираются на цифровой карте;
определяется отношение, с учетом масштаба, цифровой карты к карте с данными.

```

# Подстраиваем выброс под карту
# Для определения множителя f делится расстояние
между объектами на карте ( в условных метрах)
# с выбросом на соответствующее ему реальное
расстояние
f=0.158

```

Таким образом формируются карты, наглядно представляющие распределение полей мощности гамма-излучения, объемной активности аэрозолей йода и поля рекомендуемых защитных мероприятий для исследуемой ситуации. Каждая карта содержит точки с данными, соответствующие характерным точкам контроля (в соответствии с маршрутами контроля и местами расположения стационарных постов контроля).

Выводы

Разработанное программное обеспечение существенно упрощает подготовку к проведению противоаварийных тренировок, повышает качество тренировок и позволяет решить следующие задачи:

- сформировать наглядные реалистичные данные (см. рис. 1, 2) по мощности эффективной дозы, объемной активности радиоактивных изотопов йода, предотвращаемой дозе за исследуемый промежуток времени и любым иным доступным параметрам в зоне прогнозируемой радиационной аварии, в том числе в характерных точках контроля и местах расположения стационарных постов контроля;

- обосновать места размещения постов контроля автоматизированной системы контроля радиационной обстановки в районе расположения АЭС;

при включении в действующие или планируемые системы прогнозирования радиационных последствий вероятной аварии более наглядно предоставлять данные, необходимые для принятия решений о реализации мероприятий по защите персонала и населения;

с помощью автоматизированной или автоматической обработки данных формировать анимированные прогнозы распространения радиоактивных веществ, удобные для предоставления в компетентные органы и населению.

Результаты работы программного обеспечения были использованы и согласованы контролирующими органами при подготовке к проведению общестанционной противояварийной тренировки на ОП «Запорожская АЭС», запланированной на 4 июля 2013 г.

Список использованной литературы

1. *НП 306.2.141-2008*. Общие положения безопасности атомных станций / ГИЯРУ. — К, 2008. — 41с.
2. Generic Assessment Procedures for Determining Protective Actions During a Reactor Accident IAEA-TECHDOC-955 / Vienna:IAEA, 1997.
3. Аварийный план ОП «Запорожская АЭС» / ОП «Запорожская АЭС» ГП НАЭК «Энергоатом». — 2011.
4. *СТП 0.03.079-2009*. Стандарт предприятия. Обеспечение аварийного реагирования. Методика определения радиационных критериев классификации аварии на АЭС / ГП НАЭК «Энергоатом». — 2006. — 20 с.
5. *СТП 0.20.061-2007*. Стандарт предприятия. Обеспечение аварийного реагирования. Методика оценки масштабов и значимости аварийных выбросов и сбросов атомных электрических станций в окружающую среду / ГП НАЭК «Энергоатом». — 2007. — 144 с.
6. *СТП 0.20.062-2006*. Стандарт предприятия. Методика планирования дозовых затрат персонала, занятого на ликвидации последствий аварии. Общие требования / ГП НАЭК «Энергоатом». — 2006. — 43.
7. *СТП 0.20.063-006*. Стандарт предприятия. Методика проведения индивидуального дозиметрического контроля внешнего и внутреннего облучения персонала в условиях аварии. Общие требования / ГП НАЭК «Энергоатом». — 2006. — 43 с.
8. *ДДН 6.6.1.-6.5.001-98*. Нормы радиационной безопасности Украины / М-во охраны здоровья Украины; Комитет по вопросам гигиенического регламентирования; Национальная комиссия по радиационной защите населения Украины. — К, 1998. — 110 с.
9. Справочные материалы по системе InterRAS. Руководство пользователя. (электронное издание из комплекта документов по системе InterRAS), 1996.
10. *Raskob W, Ehrhardt J*. The RODOS system: Decision Support for Nuclear Off-Site Emergency Management in Europe. URL: <http://www.rodos.fzk.de>.
11. *Турбаевский В. В.* Системы поддержки принятия решений при радиационных авариях на АЭС: состояние и пути совершенствования // Ядерна та радіаційна безпека. — 2011. — Вип. 2(50). — С. 24—28.
12. Preparation, Conduct and Evaluation of Exercises to Test Preparedness for a Nuclear or Radiological Emergency. —Vienna: IAEA, 2005. — 165 p.
13. Python. 2012. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Python>
14. Matplotlib. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Matplotlib>
15. NumPy. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/NumPy>
16. Interpolation (scipy.interpolate). 2012. URL:<http://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/interpolate.html>
17. Interpolation and Integration in Python. 2012. URL:<http://www.astrobetter.com/interpolation-and-integration-in-python.html>
18. Matplotlib. Image tutorial. 2012. URL:<http://matplotlib.org/users/image-tutorial.html>
19. *ПНАЭ, Г, направление 2*. Методические указания для разработки мероприятий по защите населения в случае аварии ядерного реактора атомной станции / М-во здравоохранения СССР. — 1989. — 44 с.
20. *СТП 0.03.065-2006*. Методика проведения индивидуального дозиметрического контроля внешнего и внутреннего облучения персонала в условиях аварии / ГП НАЭК «Энергоатом». — 2006. — 48 с.
21. Карты Google. URL:<http://maps.google.com.ua>

Получено 12.06.2013.