

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев, А. Ф., Туболкин, О. С. Буровые и тампонажные растворы; – М: Недра. 1992 г. – 342 с.
2. Булатов, М.И., Калинин, И.П. Практическое руководство по буровым растворам. – Л: Химия, 1986. – 241 с.
3. Магазов, Р.Р., Шаманов, С.А. Влияние показателей свойств бурового раствора и их типов на скорость бурения // Сб. научных трудов научно-технического центра ООО «Кубаньгазпром». – Краснодар, 2001. С. 92–103.
4. Теория и практика заканчивания скважин. Булатов, А.И., Макаренко, П.П., Будников, В.Ф. и др. В 5 т. – М.: Недра, 1997. Т.1. С. 29–4, Т.2. С. 60–90.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ПО ВОЗДУХУ

Самсонович Г. А., Чикалко А. В., Боровкова Е.С.

Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой

С учетом постоянно развивающихся технологий в области ядерной энергетики, существует потребность в защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, связанных с незапланированными выбросами радиоактивных веществ в атмосферу. Для предотвращения материального ущерба и ущерба для здоровья человека имеется необходимость в точном подсчете траектории передвижения радиоактивного облака и зоны выпадения радиоактивных осадков. Это поможет не только оперативно принять меры по борьбе с техногенной угрозой, но и обезопасить население, находящееся непосредственно в зоне поражения радионуклидами. В этой связи, на сегодняшний день является актуальным совместное применение математического и программно-прикладного моделирования с использованием ГИС-технологий для радиационного контроля и прогноза загрязнения окружающей среды техногенными радионуклидами.

При всем при этом моделирование поведения радиоактивного облака является весьма трудозатратным процессом, требующий постоянного мониторинга метеорологической обстановки и многих других параметров. Однако, учитывая тот факт, что даже приблизительный прогноз зоны поражения радионуклидами способен предотвратить огромный ущерб, прогнозные расчеты последствий являются незаменимым средством в ликвидации аварий на АЭС и др.

Исходные данные для проведения моделирования передвижения облака радионуклидов можно разделить на четыре основополагающие группы (рис. 1). Из вышеперечисленных параметров наиболее трудоемкими в мониторинге являются метеопараметры. Если остальные характеристики так или иначе известны и поддаются вычислению, то изменчивость погодных условий

значительно усложняет процесс моделирования. При этом стоит заметить, что метеорологические факторы являются основополагающими в ходе создания модели атмосферного переноса загрязняющих веществ.

Также на распространение радионуклидов в приземных слоях атмосферы влияет их взаимодействие с подстилающей поверхностью. Подстилающая поверхность – компоненты земной поверхности, осуществляющие тепло- и влагообмен с атмосферой и оказывающие влияние на её состояние [1]. На движения воздуха влияет коэффициент шероховатости. Коэффициент шероховатости зависит от средней высоты неровностей.



Рисунок 1. Исходные данные для проведения моделирования передвижения облака загрязняющего вещества

Перейдем непосредственно к формулам. Если обобщить, вычисление приземной концентрации загрязняющего вещества в атмосфере по гауссовой модели осуществляется по формуле (1):

$$q_{\text{пвк}}(x, y, t) = M \cdot F(x) \cdot G_{\text{дл}} \cdot t_s, \quad (1)$$

где M – мощность источника (Бк/с), t_s – время действия источника (с), $F(x)$ – функция обеднения источника, $G_{\text{дл}}$ – функция разбавления, зависящая от многих параметров (высота выброса, температура воздуха и т.д.) [2].

Плотность выпадений веществ на подстилающую поверхность $D(x, y, t)$ рассчитывается как суперпозиция плотности выпадений за счет влажного D_w и сухого D_d , выведений, что можно записать в следующем виде:

$$D(x, y, t) = D_w(x, y, t) + D_d(x, y, t), \quad (2)$$

Вычисление значения плотности выпадений и приземной концентрации используются в дозиметрических моделях для мониторинга радиационного влияния на население [2].

Важнейшей задачей моделирования чрезвычайных ситуаций, связанных с распространением радиоактивных веществ в атмосфере, является предотвращения вреда населению. Для этого оценивается воздействие радионуклидов на человека, численными характеристиками коих являются дозы внешнего и внутреннего облучения.

Перейдем прямо к программам, моделирующим распространение радионуклидов в ходе каких-либо техногенных катастроф. Наиболее интересным нам показался сайт «Nukemap by Alex Wellerstein» [3], наглядно показывающий взрыв ядерного оружия с заданными параметрами и его последствия. Показ последующего распространения радиоактивного облака также входит в функционал этого сайта, и мы можем увидеть приблизительную зону облучения смертельно опасной дозой для человека (5 зиверт) (рис. 2).



Рисунок 2. Смоделированный взрыв ядерной бомбы «В-61 mod 3» (США) в центре г. Минска [3]

Зеленая зона на рисунке 2 – область поражения облучением в 5 зиверт. Достоинством программы является то, что наглядное изображение даже приблизительных последствий взрыва дает представление о том, какие районы требуют немедленной эвакуации. Определение движения радиоактивного облака также может помочь предотвратить человеческие жертвы (рис. 3).

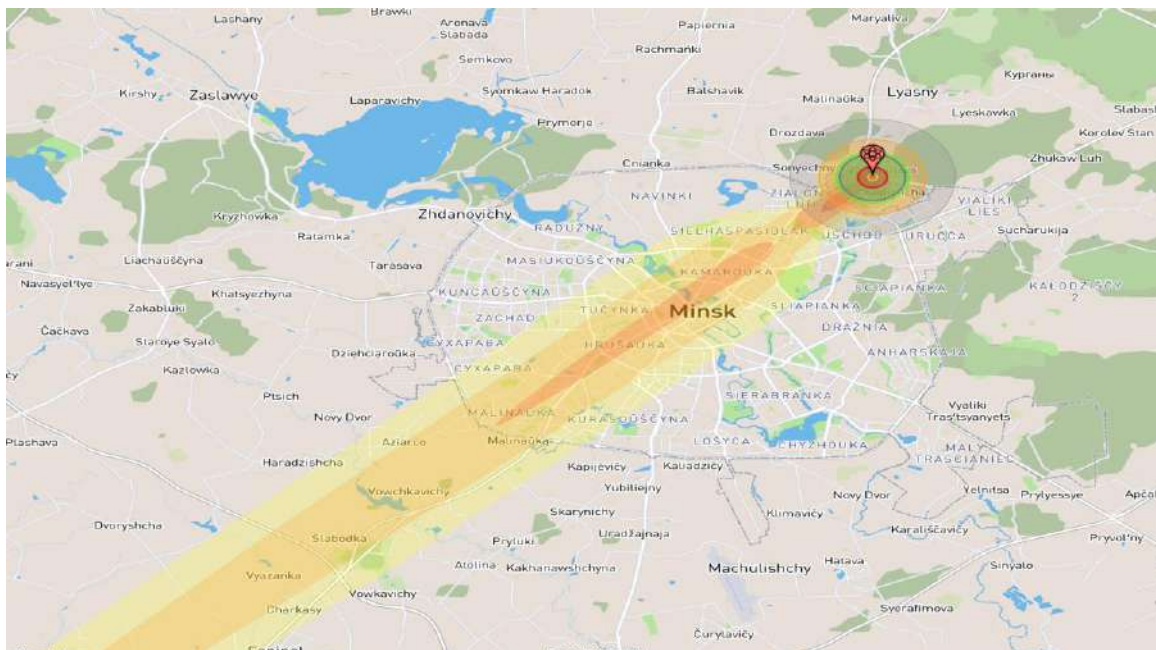


Рисунок 3. Смоделированный взрыв ядерной бомбы «В-61 mod 3» (США) в центре г. Минска и движение облака радионуклидов [3]

На рисунке 3 изображены последствия взрыва и последующее распространение радиоактивных осадков при ветре скоростью 24 км/ч и заданном направлении. Оранжевым цветом обозначен контур выпадения радиоактивных осадков со скоростью 1 Зв/час, светло-оранжевым – 0,1 Зв/час. Желтым же показан контур со скоростью выпадения 0,01 Зв/час. Учитывая тот факт, что безопасным считается уровень радиации до 0,5 мкЗв/час, описанные выше числа являются потенциально смертельно-опасными.

Не стоит забывать, что рассматриваемый сайт дает лишь приблизительное моделирование сброса ядерной бомбы и для чрезвычайных ситуаций на АЭС не подходит. Также, как мы указали выше, для отслеживания передвижения облака радионуклидов необходимо очень много факторов, большинству из которых требуется постоянное обновление данных. Только по скорости и направлению ветра построить модель выпадения радиоактивных осадков практически невозможно, что делает показанную выше картинку недостоверной, но весьма наглядной.

Таким образом, мы можем сделать вывод о полезности моделирования последствий различных техногенных катастроф, влекущих за собой выброс в атмосферу большого количества радионуклидов. Такой способ помогает как в предотвращении распространения радиоактивных веществ, так и в ликвидации последствий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Интернет-источник: https://ru.wikipedia.org/wiki/Подстилающая_поверхность.
2. Шамына, А.Ю. Моделирование распространения радионуклидов в окружающей среде в результате радиационных аварий / А.Ю. Шамына,

А.Д. Ардяко, А.К. Лабоха // Мониторинг техногенных и природных объектов 2019. – Минск, БГУИР. – 2019. – С. 50–59.

3. Интернет-источник: <https://nuclearsecrecy.com/nukemap/>.

4. Публикация 103 Международной Комиссии по радиационной защите (МКРЗ). Пер с англ. / под общей ред. М.Ф. Киселёва, Н.К. Шандалы // М.: Изд. ООО ПКФ «Алана». – 2009. – 344 с.

5. Баранов, С.А. Разработка системы радиоэкологического мониторинга на основе геоинформационных технологий / С.А. Баранов // Автореферат кандидата биологических наук. Обнинск. – 2009. – 150 с.

6. Спирин, Е.В. Современные проблемы экологической дозиметрии / Е.В. Спирин // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2009. – Т. 49, № 3. – С.

7. Sherwin, M. Gambling with Armageddon: Nuclear Roulette from Hiroshima to the Cuban Missile Crisis // New York: Knopf. – 2020. – P. 604.

8. Gauntt, R. In Fukushima Daiichi Accident Study / R. Gauntt et al. // SAND2012-6173, Sandia National Laboratories, Albuquerque. – 2012. – pp. 176–199.

ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПУСКОВ РАКЕТ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ С КОСМОДРОМОВ БАЙКОНУР И ВОСТОЧНЫЙ

Стрельцов О.В., Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Шавырина Т.А.

ФГБУ ВНИИПО МЧС России, г. Балашиха, Россия

Космодромы Байконур и Восточный являются объектами повышенной пожарной опасности, так как на них обращаются в больших количествах различные компоненты ракетных топлив, которые состоят из горючих веществ и окислителей. При этом большинство из горючих компонентов представляют собой наиболее опасные легковоспламеняющиеся жидкости, а наличие обогащенной окислителем среды (в случае его пролива) может переводить пожар на более опасный уровень, характеризующийся увеличением скорости его развития, интенсивности протекания и тяжести последствий.

Космодромы Байконур и Восточный в соответствии Федеральным законом Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1] являются объектами защиты особого назначения. Любые нарушения в области пожарной безопасности, повлекшие прекращение функционирования хотя бы части объектов космодромов, могут нанести значительный ущерб национальным интересам страны сразу в нескольких критически важных сферах – в политической, оборонной, экономической и социальной. Существующие факты нештатных и чрезвычайных ситуаций на объектах наземной космической инфраструктуры на космодромах Байконур и Восточный в предпусковые дни и при пуске обуславливают необходимость разработки