

УДК 004.9:504:519.6

**РАСЧЕТ АТМОСФЕРНОГО ПЕРЕНОСА ДЛЯ СЦЕНАРИЯ РАЗРУШЕНИЯ
ЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗДАНИЙ УРАНОВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

И.В. Ковалец

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

e-mail: ik@env.com.ua

Введение. Приднепровский химический завод (ПХЗ) был одним из крупнейших предприятий по переработке урана в СССР. После распада СССР обработка урана на нем прекратилась. Помимо радиоактивности, хранящейся в материале хвостохранилищ [1], воздействие которых на окружающую среду изучалось в работе [2], на территории ПХЗ присутствуют загрязненные здания, которые были задействованы в производственном технологическом цикле. При этом промплощадка ПХЗ находится в непосредственной близости от жилой зоны г. Днепропетровск (около 1 км), а на территории бывшего ПХЗ, в непосредственной близости с зараженными зданиями (№ 103, 104 на рис. 1) функционируют действующие предприятия (№102 на рис. 1).

В последние годы в рамках “Государственной программы по приведению опасных объектов ПО «ПХЗ» в экологически безопасное состояние и обеспечению защиты населения от вредного воздействия ионизирующего излучения на 2005—2014 гг.”, были проведены исследования по мониторингу радиоактивности вблизи загрязненных зданий на промплощадке ПХЗ, а также внутри зданий. Данные мониторинга свидетельствуют о небезопасности нахождения действующих производственных помещений в непосредственной близости (~10 м) от этих зданий. Особенный интерес представляет прогноз увеличения загрязнения местности радоном при постепенном разрушении этих зданий или же при их демонтаже.

Поставленные вопросы могут быть исследованы средствами математического моделирования, с помощью численной гидродинамической модели, разработанной в работе [3]. Предварительные результаты такого исследования представлены в настоящей работе.



Рис. 1. Расположение наиболее зараженных зданий (№ 104, 103) на промплощадке ПХЗ и здания №102, в котором продолжается производство

Результаты расчетов.

Для оценки возможных последствий разрушения загрязненных зданий на территории ПХЗ при помощи модели, описанной в работе [3], был выполнен расчет сценария аварийного выброса из загрязненного здания № 103 (рис. 1). По соседству, в здании №102 располагается действующее предприятие, поэтому особое значение

приобретает расчет концентрации вблизи этого здания. Рассчитывался гипотетический сценарий, в котором предполагалось, что в здании №103 разрушаются все окна и вещество, средняя концентрация которого C_b внутри здания известна из измерений, выносится за счет вентиляции воздуха.

Для получения консервативной оценки, площадь окон считалась равной площади всей стены дома. Поток вещества через открытые окна параметризован следующим образом [4]:

$$F = (\beta_h |u_h| + \beta_\perp |u_\perp|) C_b,$$

где $\beta_h, \beta_\perp$ - коэффициенты эффективности вентиляции для горизонтальной и поперечной к окнам составляющей скорости ветра. Использовались типичные значения $\beta_h = 0.3, \beta_\perp = 0.8$ [4].

Расчеты проводились с горизонтальным и вертикальным пространственным разрешением в окрестности зданий 1 м. Размеры области : 300x350x320 м. Коэффициент шероховатости $z_0 = 0.5$ м параметрически учитывает соседние здания, которые напрямую не учтены в модели. Скорость ветра на высоте 10 м задавалась равной 5 м/с, в положительном направлении оси x.

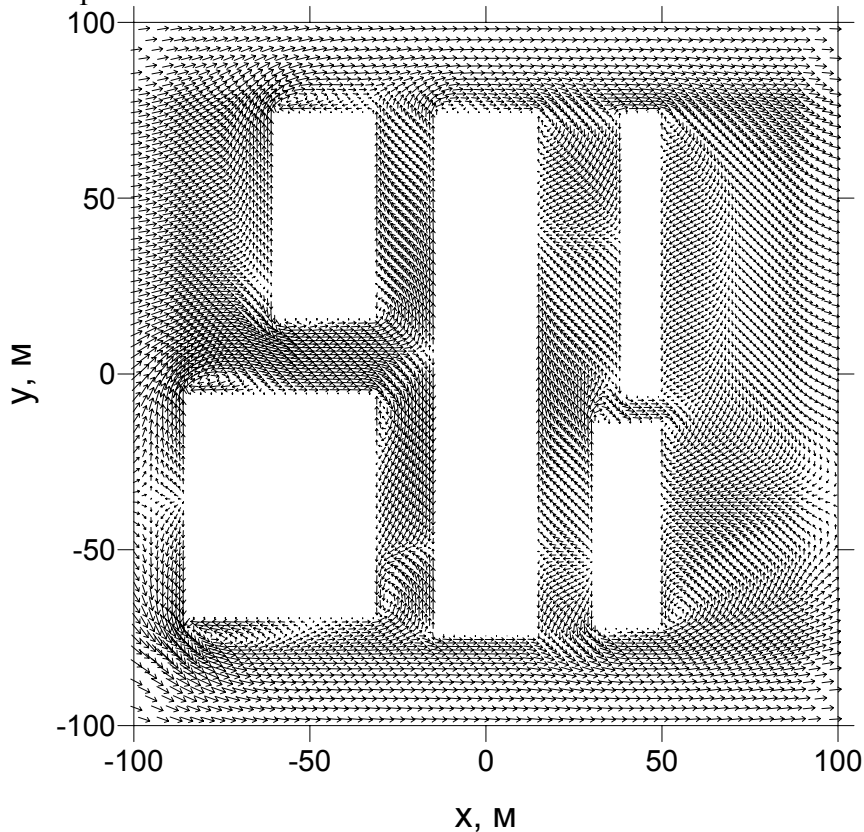


Рис. 2. Рассчитанное приземное поле ветра вокруг зданий на промплощадке ПХЗ

На рис. 2 представлено приземное поле ветра, которое показывает, что за счет геометрической конфигурации расположения домов возле Земли существует существенный боковой поток, который выносит загрязнение и таким образом уменьшает концентрацию возле зданий. Как показывают расчеты описанного сценария, возле дома №102 безразмерные концентрации у поверхности Земли $C/C_b = 0.05$ (рис. 3), что соответствует значениям концентрации около 300 Бк/м³. При этом максимальное значение при данном аварийном сценарии разрушения здания достигает $C/C_s = 1.5$, что

соответствует концентрации около 10000 Бк/м^3 . Более точная оценка требует уточнения средней концентрации C_b в здании.

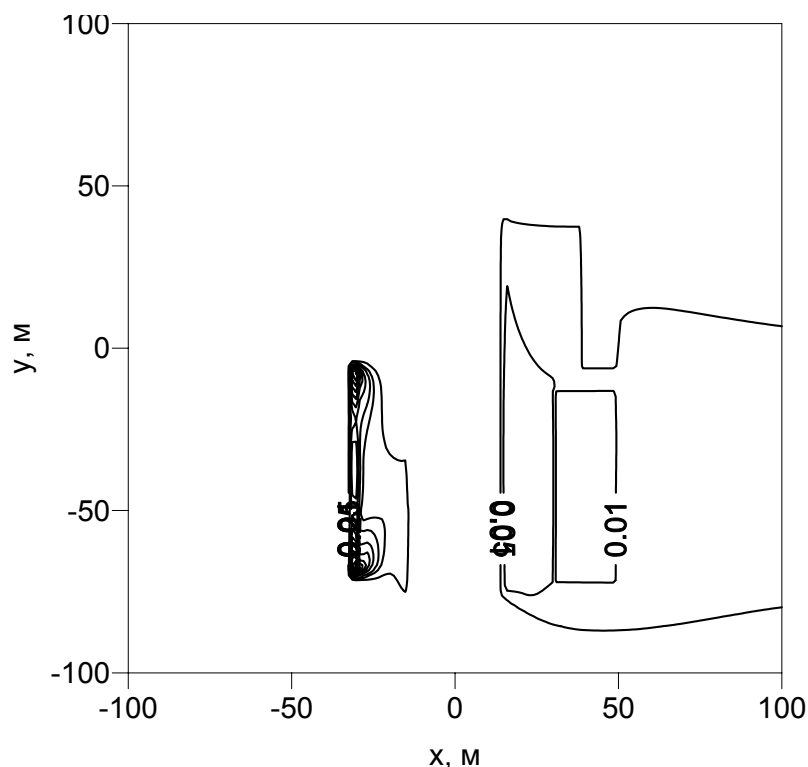


Рис. 3. Пространственное распределение концентрации (нормированное на значение концентрации в здании) на высоте 0.5 м. Показаны изолинии значений 0.01, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1

Выводы

К решению задачи об оценке воздушного распространения радона от загрязненных зданий, расположенных на территории промплощадки ПХЗ, применена гидродинамическая модель, разработанная в предыдущей работе [3]. Показано, что в результате разрушения окон здания №103 концентрации радионуклидов вблизи здания №102, в котором расположено действующее предприятие в среднем составляют около 300 Бк/м^3 , при этом максимальные концентрации могут достигать 10000 Бк/м^3 . Получение более точных оценок для данного сценария а также оценок последствий других сценариев спонтанного разрушения или организованного демонтажа зданий требует уточнения характеристик загрязнения зданий.

Литература

1. Voitsekhovich O., Lavrova T. Remediation Planning of Uranium Mining and Milling Facilities: The Pridneprovsky Chemical Plant Complex in Ukraine // In Remediation of Contaminated Environments, (G. Voigt, S. Fesenko, eds), Elsevier. – 2009. - P. 343-356.
2. Ковалец И.В., Железняк М.И., Халченков А.В., Удовенко О.И., Лаврова Т.В. 2010. Численное моделирование воздушного распространения радона вокруг урановых хвостохранилищ//Электронное моделирование 2010, т. 32 №3. - С. 67-82
3. Ковалец И.В., 2011. Численная гидродинамическая модель атмосферной дисперсии загрязнений вокруг зданий. Моделирование и информационные технологии. Сб. Тр. ИПМЭ им Пухова. - №57. – С. 3-10.
4. Santamouris M., Prediction Methods. In “Natural ventilation in buildings: a design handbook”. James & James Publishers Ltd., 2002. Francis Allard (Ed.)