

Негативними наслідками зазначених негативних тенденцій на ринку нерухомості є:

- завищення вартості української нерухомості порівняно з іншими країнами світу за обома критеріями: «житло / заробітна плата» і «житло / рента»;
- «омертвіння» капіталу внаслідок надмірних вкладень у непродуктивні сектори ринку нерухомості;
- спотворення інвестиційних пріоритетів;
- збільшення потреби у зовнішніх запозиченнях через перевищення обсягами кредитування акумульованих на депозитних рахунках заощаджень;
- загроза дестабілізації фінансового сектора в разі некерованого падіння цін на нерухомість;
- створення перешкод для функціонування ринку праці у зв'язку з утрудненням мобільності робочої сили [6].

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** За роки незалежності України органи державної влади неодноразово заявляли про початок реалізації програми будівництва доступного житла. Але потреба в доступній житловій площі продовжує зростати. Проте вже зараз є багато людей, які не тільки хочуть, а і здатні придбати так зване «доступне житло». Програма розвитку будівництва доступного житла передбачає два основні фактори – пільгове кредитування та забезпечення забудовників сприятливими умовами. Такий підхід у поєднанні з програмою здешевленого іпотечного кредитування під 3 % річних на 15 років дає можливість жителям України здійснити свою мрію про власне житло.

Реалізація такої масштабної програми неможлива без залучення приватних інвесторів. А це означає, що, крім доступності житла, таке будівництво має бути економічно ефективним.

Отже, у нинішній час, зважаючи на потреби суспільства, розвиток інвестиційної діяльності та напрям державної житлової політики, дослідження в галузі будівництва доступного житла в умовах ущільненої міської забудови є актуальними та своєчасними.

#### ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Про житловий фонд соціального призначення. Закон України від 12.01.2006 р. № 3334-IV [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.zakon.rada.gov.ua>.
2. Про затвердження Державної цільової соціально-економічної програми будівництва (придбання) доступного житла на 2010 – 2017 роки. Постанова Кабінету Міністрів України від 11.11.2009 р. № 1249 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.zakon.rada.gov.ua>.
3. Введення в експлуатацію житлових будинків [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
4. Житловий фонд України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
5. Інноваційні концептуальні та формально-аналітичні інструменти обґрунтування, підготовки та впровадження будівельних інвестиційних проектів : моногр. / [С. А. Ушацький, В. О. Поколенко, О. А. Тугай та ін.]; за ред. В. О. Поколенка. – К. : Вид-во Європ. ун-ту, 2008. – 208 с.
6. Нерухомість [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.asnu.net>.

#### УДК 519.6

#### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПРИ АВАРИЯХ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

*П. Б. Машихина, к. т. н., доц.*

*Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна*

**Ключевые слова:** *загрязнение атмосферы, численное моделирование, аварийная ситуация, рассеивание примеси*

**Постановка проблемы.** Как известно, большинство опасных грузов в Украине перевозится железнодорожным транспортом. В условиях современных урбосистем

железнодорожные магистрали проходят по территории больших городов, поселков и вблизи селитебных зон. Поэтому, в случае аварийных ситуаций, возникает угроза загрязнения окружающей среды и поражения значительных масс людей в жилой зоне. Для адекватной оценки масштаба угрозы, с последующим планированием мероприятий по ликвидации последствий аварий, необходимо рассчитать динамику загрязнения местности и зону поражения.

**Анализ публикаций.** Анализ наиболее известных моделей и методов исследования, применяемых для оценки уровня загрязнения воздушной среды, показывает, что наиболее существенными недостатками данных методик является проблема учета важнейших факторов, влияющих на процесс переноса загрязнителя в атмосфере [1; 2; 4]. Например, используемая в настоящее время нормативная (эмпирическая) методика прогнозирования последствий аварий с химически опасными веществами на промышленных объектах и транспорте не позволяет рассчитать поле концентрации опасного вещества в атмосфере, а значит адекватно определить зону поражения [3]. Поэтому актуальной задачей является создание математических моделей, которые позволяют работникам МЧС оперативно получать прогнозные данные для определения последствий тех или иных аварийных ситуаций на транспорте. Необходимо также отметить, что применение трехмерных моделей для прогноза аварийного загрязнения атмосферы требует достаточно большого количества входной информации, что не всегда можно оперативно получить при чрезвычайных ситуациях. Поэтому, для практики важна разработка двумерных моделей, позволяющих при ограниченном объеме исходных данных быстро рассчитать загрязнение атмосферы при авариях на железнодорожном транспорте.

**Цель статьи.** Целью данной работы является создание численной модели для оперативной оценки степени загрязнения атмосферы в случае аварий с химически опасными веществами на железнодорожном транспорте вблизи селитебной зоны.

**Математическая модель.** Для создания численной модели, позволяющей, с одной стороны, учесть основные физические процессы переноса опасных веществ в атмосфере, с другой – быстро получить прогнозные данные, используется двумерное (осредненное по высоте переноса) уравнение миграции загрязнителя в атмосфере [1; 2; 4]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \sigma C = \text{div} \left( \mu \text{grad} C \right) + \sum_{i=1}^N Q_i \delta(x - x_i) \delta(y - y_i) \quad (1)$$

где  $C$  – концентрация загрязнителя;  $u, v$  – компоненты вектора скорости воздушной среды;  $\mu = (\mu_x, \mu_y)$  – коэффициент турбулентной диффузии;  $Q$  – интенсивность выброса загрязнителя;  $\delta(x - x_i) \delta(y - y_i)$  – дельта-функция Дирака;  $x_i, y_i$  – координаты источника выброса;  $\sigma$  – коэффициент, учитывающий химический распад загрязнителя, вымывание осадками;  $t$  – время.

Постановка краевых условий для данного уравнения рассмотрена в работах [2; 4].

**Метод решения.** Для численного интегрирования уравнения переноса применяется попеременно-треугольная неявная разностная схема [2]. Разностные уравнения в операторном виде записываются так:

– на первом шаге расщепления  $k = n + \frac{1}{4}$ :

$$\begin{aligned} \frac{C_{ij}^k - C_{ij}^n}{\Delta t} + \frac{1}{2} (L_x^+ C^k + L_y^+ C^k) + \frac{\sigma}{4} C_{ij}^k = \\ = \frac{1}{4} (M_{xx}^+ C^k + M_{xx}^- C^k + M_{yy}^+ C^n + M_{yy}^- C^n) + \sum_{l=1}^N \frac{\bar{q}_l}{4} \delta_l; \end{aligned} \quad (2)$$

– на втором шаге расщепления  $k = n + \frac{1}{2}$ ;  $c = n + \frac{1}{4}$ :

$$\begin{aligned} & \frac{C_{ij}^k - C_{ij}^c}{\Delta t} + \frac{1}{2}(L_x^- C^k + L_y^- C^k) + \frac{\sigma}{4} C_{ij}^k = \\ & = \frac{1}{4}(M_{xx}^- C^k + M_{xx}^+ C^c + M_{yy}^- C^k + M_{yy}^+ C^c) + \sum_{l=1}^N \frac{\bar{q}_l}{4} \delta_l; \end{aligned} \quad (3)$$

– на третьем шаге расщепления  $k = n + \frac{3}{4}$ ;  $c = n + \frac{1}{2}$ :

$$\begin{aligned} & \frac{C_{ij}^k - C_{ij}^c}{\Delta t} + \frac{1}{2}(L_x^+ C^k + L_y^- C^k) + \frac{\sigma}{4} C_{ij}^k = \\ & = \frac{1}{4}(M_{xx}^- C^c + M_{xx}^+ C^k + M_{yy}^- C^k + M_{yy}^+ C^c) + \sum_{l=1}^N \frac{\bar{q}_l}{4} \delta_l; \end{aligned} \quad (4)$$

– на четвертом шаге расщепления  $k = n + 1$ ;  $c = n + \frac{3}{4}$ :

$$\begin{aligned} & \frac{C_{ij}^k - C_{ij}^c}{\Delta t} + \frac{1}{2}(L_x^- C^k + L_y^+ C^k) + \frac{\sigma}{4} C_{ij}^k = \\ & = \frac{1}{4}(M_{xx}^- C^k + M_{xx}^+ C^c + M_{yy}^- C^c + M_{yy}^+ C^k) + \sum_{l=1}^N \frac{\bar{q}_l}{4} \delta_l. \end{aligned} \quad (5)$$

Пояснение к данным разностным операторам приведено в работе [2]. Из данных выражений можно получить явные формулы для определения неизвестного значения концентрации загрязнителя на каждом шаге расщепления.

**Исходные данные для модели.** Для выполнения прогнозов на основе разработанной модели необходимо задать:

- 1) параметры метеоситуации (скорость ветра, коэффициенты атмосферной диффузии);
- 2) положение места выброса загрязнителя, интенсивность выброса;
- 3) расположение жилой зоны.



Рис. 1. Место гипотетической аварии на участке ст. Синельниково (А – место утечки хлора)

**Структура разработанного пакета программ.** На основе рассмотренной модели разработан пакет программ на языке FORTRAN. Пакет включает в себя три основных блока:

- первый – задание исходных данных для моделирования;
- второй – численное решение уравнения переноса загрязняющих веществ в атмосфере;
- третий – обработка результатов вычислительного эксперимента и их печать.

**Практическая реализация модели.** Разработанная программа была использована для прогнозирования уровня загрязнения атмосферы в случае эмиссии хлора из цистерны на железнодорожной станции Синельниково (Днепропетровская обл.). При расчете полагалось, что выброс токсичного газа происходит в течение достаточно длительного времени и в атмосферу поступает около 7 кг/с отравляющего вещества. Расчет выполнен для скорости ветра 7 м/с, коэффициенты атмосферной диффузии составляют 3 м<sup>2</sup>/с.

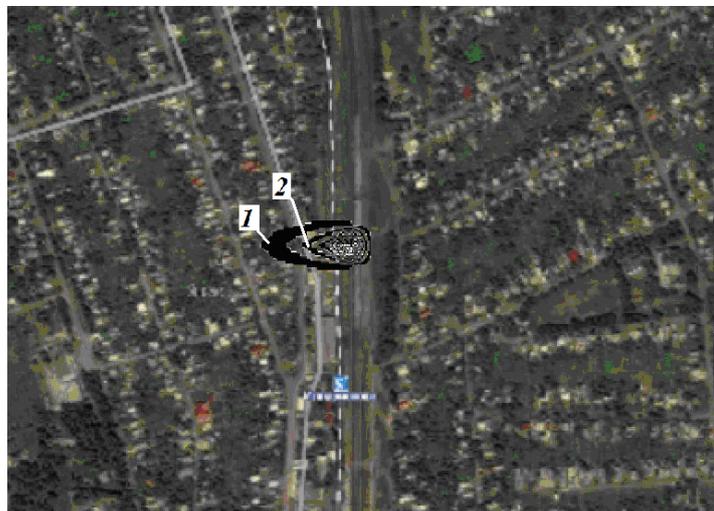


Рис. 2. Зона загрязнения атмосферы,  $t = 7$  мин ( $1 - C = 4 \text{ мг/м}^3$ ;  $2 - C = 19 \text{ мг/м}^3$ )



Рис. 3. Зона загрязнения атмосферы,  $t = 24$  мин ( $1 - C = 2,6 \text{ мг/м}^3$ ;  $2 - C = 11,7 \text{ мг/м}^3$ )

Результаты моделирования химического загрязнения атмосферы при аварии показаны на рисунках 2, 3. Здесь представлена динамика развития зоны загрязнения атмосферы после аварии. Хорошо видно, что под действием атмосферной диффузии зона загрязнения достаточно быстро увеличивается в размерах и под действием ветра сносится к жилой зоне. Концентрация загрязняющего вещества в облаке значительно превышает ПДК ( $1 \text{ мг/м}^3$ ). Таким образом, очевидна опасность токсичного поражения людей, проживающих возле станции Синельниково.

Результаты данной задачи иллюстрируют возможность применения построенной численной модели для оперативного решения задач, связанных с прогнозом аварийного загрязнения атмосферы при авариях на железнодорожном транспорте. На расчет задачи потребовалось 5 с компьютерного времени.

**Выводы.** В работе рассмотрена эффективная численная модель для оперативного прогноза уровня загрязнения атмосферы при аварийном выбросе токсичного вещества. Модель основана

на применении двухмерного уравнения Г. И. Марчука. Построенная модель позволяет при минимальных затратах компьютерного времени моделировать сложный, многопараметрический процесс загрязнения воздушной среды. Оперативность расчета является важным параметром при разработке ПЛАСа. Модель может быть реализована на компьютерах малой и средней мощности. Дальнейшее совершенствование модели следует проводить в направлении ее адаптации к расчету рассеивания газов в трехмерной постановке.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. **Бруязцкий Е. В.** Теория атмосферной диффузии радиоактивных выбросов / Е. В. Бруязцкий. – К. : Ин-т гидромеханики НАН Украины, 2000. – 443 с.
2. **Згуровский М. З.** Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде / М. З. Згуровский, В. В. Скопецкий, В. К. Хрущ, Н. Н. Беляев – К. : Наук. думка, 1997. – 368 с.
3. Методика прогнозування наслідків вилливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті / К., 2001. – 33 с.
4. **Марчук Г. И.** Математическое моделирование в проблеме окружающей среды / Г. И. Марчук. – М. : Наука, 1982. – 320 с.

УДК 378.147:510.2

#### НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ В АНГЛО-УКРАИНСКИХ ПРОЕКТАХ ПРИДНЕПРОВСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

*Л. Ю. Хорсева, к. ф.-м. н., доц.*

**Ключевые слова:** *высшая математика на английском языке, учеба за рубежом, Graduate Record Examination, Graduate Management Admission Test*

Уже 10 лет в нашей академии работает англо-украинский проект, студенты которого углубленно изучают английский язык и ряд предметов, в том числе и высшую математику, на английском языке. Курс лекций составлен на базе оригинальных учебников высших учебных заведений США и Великобритании. Накопленный опыт работы в проекте и сравнение программ по математике в Украине и за рубежом позволили сделать ряд выводов.

Целью нашего проекта является подготовка специалистов, хорошо владеющих иностранным языком и готовых к продолжению учебы в западных вузах или работе в иностранных компаниях в Украине или за рубежом.

В частности, при разработке курса высшей математики мы поставили перед собой ряд задач.

Прежде всего, студенты овладевают современной математической и общетехнической лексикой. Это позволяет им участвовать в международных конференциях, писать доклады и статьи, ездить на стажировки и продолжать учебу за границей.

Математическая лексика специфична. И в русском математическом словаре, и в английском есть немало клише и устоявшихся выражений, буквальный перевод которых не имеет никакого смысла. Именно поэтому при составлении курса лекций мы используем только оригинальные формулировки определений, теорем, постановки задач.

При знакомстве с англоязычными учебниками по математике бросается в глаза следующее отличие от наших. Большинство заданий по каждой изучаемой теме имеют прикладной характер [1]. Если вы откроете любой наш сборник задач по математике, вы найдете в нем целые страницы, на которых текст почти отсутствует. Найти неизвестное, доказать тождество, упростить выражение – и далее страницы и страницы упражнений. Безусловно, математическая техника – это хорошая тренировка ума. Но, пожалуй, трудно превратить школьников в хороших специалистов, если они не умеют найти связь между своими знаниями и реальными задачами.

Затронув вопрос об умении пользоваться своими знаниями, я хотела бы продолжить тему и рассказать об экзаменах по математике, которые необходимо сдавать при поступлении в учебные заведения Европы, США, Канады, Австралии. Существует несколько экзаменов,