

УДК 711.62

к.т.н., доцент М.В. Тимофєєв,  
к.т.н., доцент І.Г. Гевлич,  
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

## **ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА В ЗАМКНУТОЙ ЗАСТРОЙКЕ С ВЕТРОЗАЩИТНЫМИ ЭКРАНАМИ**

*Численное моделирование движения воздуха в замкнутой застройке с ветрозащитными экранами.*

*С помощью численного моделирования воздушного потока в селитебной зоне изучено влияние ветрозащитных экранов застройки на движении воздуха в приземной зоне дворовых пространств. Результаты проведенных экспериментов позволили доказать эффективность ветрозащитных экранов различной конфигурации в создании комфортных условий пребывания жителей в зонах отдыха замкнутой многоэтажной жилой застройки.*

**Ключевые слова:** *численное моделирование, аэрация, многоэтажная жилая застройка, ветрозащитный экран, программа*

### **Постановка проблемы.**

Существующие типы застройки жилых микрорайонов современных городов в большинстве случаев представляют собой плохо проветриваемые замкнутые дворовые пространства [1], где в рамках единого придомового комплекса расположены такие объекты, как зоны отдыха, в т.ч. детские площадки, мусорные точки, парковки и прочее.

Существенным фактором комфортного пребывания людей на территории застройки является ветровой режим. Решая задачу проветривания замкнутого пространства за счет движения воздуха через разрывы между зданиями, могут возникать зоны повышенных скоростей в указанных местах пребывания человека. Минимизировать негативное влияние возможно методами благоустройства или применением малых архитектурных форм. Наиболее приемлемым выступает использование специальных ветрозащитных экранов. Однако их местоположение и геометрические размеры могут быть уточнены только на основании анализа ветровых полей для соответствующего направления движения ветра.

Оптимизация объектов жилой застройки весьма актуальна и представляет практический интерес как для застройщиков при планировании возведения здания и обустройства придомовой территории, так и для решения проблемы создания комфортных условий для жителей уже существующей застройки.

На аэрацию в условиях города существенно влияют планировка улиц, их ширина, направление, высота зданий, зеленые массивы и водные объекты, образующие разные формы наземных препятствий воздушному потоку и приводящие к возникновению особых метеорологических условий в городе. На их изучение и должны быть направлены усилия исследователей при решении задачи оптимизации селитебной зоны. Натурные исследования аэрации территорий застройки практически невыполнимы, исследования в аэродинамической трубе требуют значительных финансовых и временных затрат, поэтому наиболее эффективным представляется численное моделирование с помощью ЭВМ, позволяющее оперативно и с минимальными затратами получить картину движения ветра [2].

На практике наблюдается возведение защитных экранов в рамках существующей и проектируемой застройки для различных целей: зонирования пространства, эстетических и рекламных целей, уменьшения загрязнений, создания комфортных ветровых условий для жителей застройки и т.д.

Целью работы является численное моделирование воздушного потока в селитебной зоне для определения влияния ветрозащитных экранов на аэрацию дворовых пространств.

### **Основная часть.**

Численное моделирование осуществлялось методом дискретных вихрей [3]. По данному алгоритму на языке программирования «СИ» для операционной системы «Windows» составлена программа «ВЕТЕР», позволяющая: вычислять геометрические параметры строения застройки и его вихревую схему; рассчитывать векторные поля скоростей ветрового потока в различных сечениях; строить линии равных скоростей ветра в различных сечениях; получать информацию в удобном для использования виде, масштабе [4-6].

С помощью программы «ВЕТЕР» проводился численный эксперимент по изучению влияния застройки замкнутого типа с внутривидовыми ветрозащитными экранами на аэрацию дворового пространства.

Для изучения процессов рассеивания была выбрана чаще всего встречающаяся в застройке наших городов периметральная замкнутая застройка [1].

Набегающий воздушный поток представляет собою единичное равномерное векторное поле, в реальных условиях учитывающее трансформацию под влиянием рельефа и крупномасштабной шероховатости. Такой шероховатостью выступает характеристика, относящаяся к пространству перед изучаемой застройкой, будь-то: открытая местность, зеленые насаждения

или лесные массивы, пригород или городская застройка в целом. Такая информация может быть получена на основании изучения градостроительной ситуации и дополнена результатами исследования, например, Ф.Л. Серебровского [7] или других авторов.

В рассматриваемом типе замкнутой застройки торцевые стороны зданий образуют направляющие для входящего в разрывы между зданиями ветрового потока. При любом угле ветра по отношению к застройке ветровые потоки направляются вовнутрь застройки, а их интенсивность определяется размером разрыва между зданиями застройки.

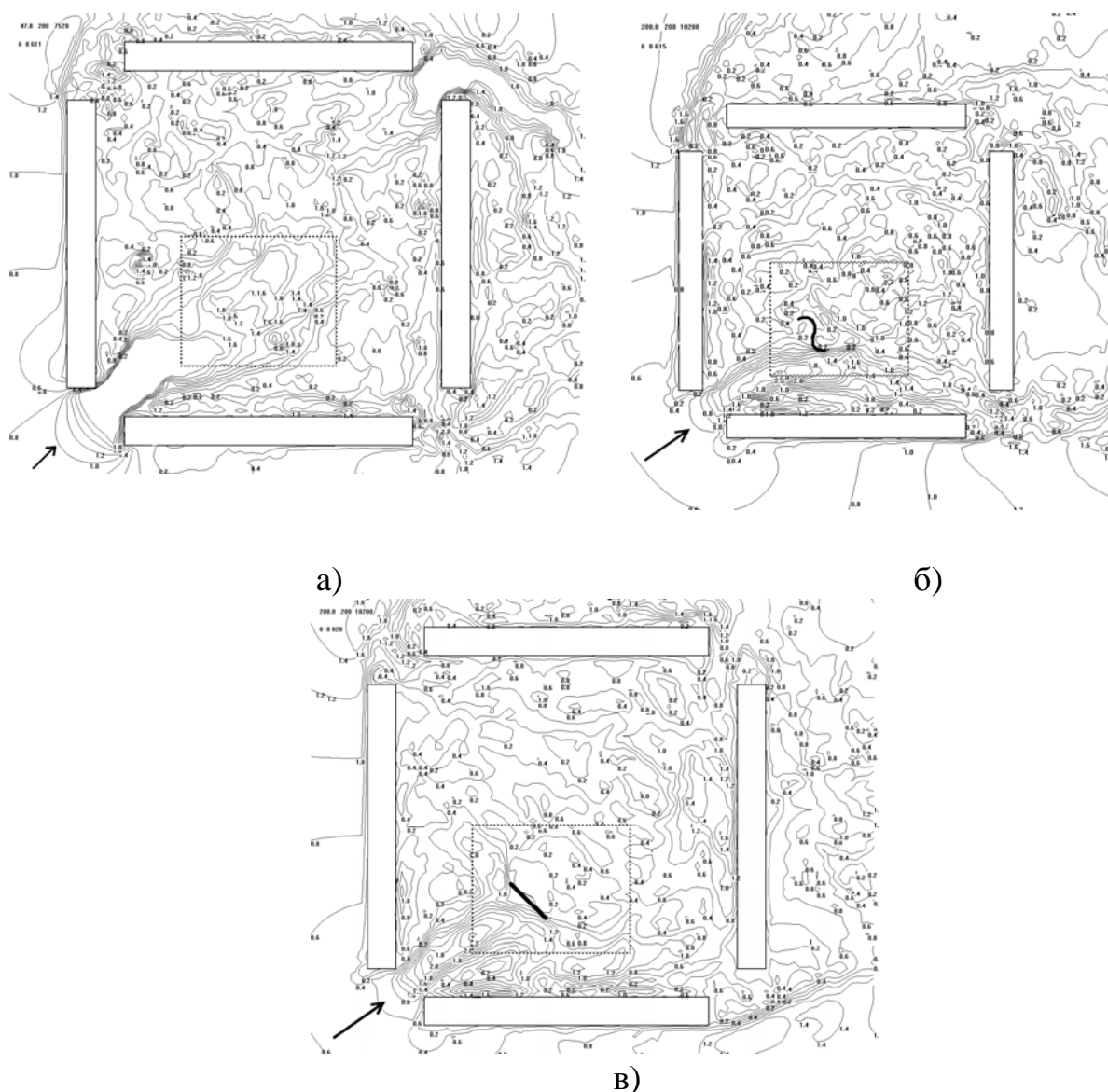


Рис. 1. Результаты численного моделирования при  $\alpha = 45^\circ$ : а – без экранов, б – с S-образным экраном, в – с прямолинейным экраном.

Для исследования влияния защитных экранов на аэрацию дворового пространства проведен численный эксперимент.

В рамках данной работы рассматривалась многоэтажная жилая застройка замкнутого типа, длина зданий  $L$  принималась 100 м, ширина 12 м, скорость ветра  $V = 10$  м/с, направление  $\alpha = 90^\circ$  и  $45^\circ$  величина разрыва между зданиями 20 м.

**Направление ветра  $\alpha = 45^\circ$ .** Такое направление ветра создает наибольшие скорости в разрывах. Результаты численного моделирования дворового пространства демонстрирует рис. 1. С наветренной стороны в разрывах зафиксировано увеличение скорости ветра в 1,6 раза. Обозначенная пунктирным контуром предполагаемая зона отдыха оказалась под воздействием указанного разрыва. Здесь скорость составляет 1,1 – 1,6 от скорости набегающего свободного потока.

Устранение возможного дискомфорта предлагается вести установкой ветрозащитного экрана. Из эстетических соображений принимается S-образное очертание в плане, общей длиной 12 м (рис. 1б). В зоне отдыха относительные скорости находятся в пределах 0,1 – 0,5.

Хотя с точки зрения ветрозащитного эффекта возможно применение простой прямолинейной формы экрана (рис. 1в). Область со значениями скорости около 0,5 распространяется на значительную площадь, полностью покрывая зону отдыха.

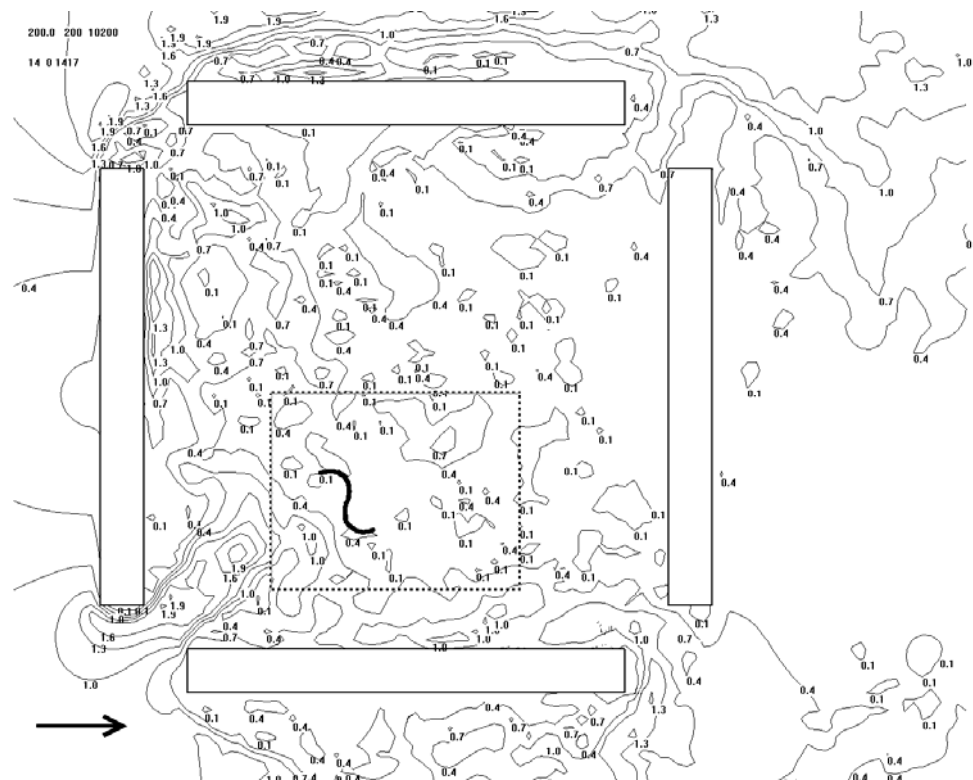


Рис. 2. Результаты численного моделирования застройки с S-образным экраном при  $\alpha = 90^\circ$ .

**Направление ветра  $\alpha = 90^\circ$ .** Результаты моделирования застройки с экраном, представленные на рис 2, демонстрируют практически одинаковую с предыдущим вариантом картину движения воздуха. Поле скоростей показывает, что местоположение экрана может быть сохранено. Снижение скоростей составляет 0,1 – 0,3 от скорости набегающего потока.

### Выводы

1. Результаты проведенных экспериментов позволили выявить эффективность ветрозащитных экранов различной конфигурации на аэрацию дворовых пространств и доказать возможность их использования в создании комфортных условий для жителей многоэтажной жилой застройки.

2. Разрывы между зданиями при различных наиболее характерных направлениях движения воздуха ( $\alpha = 45^\circ$  и  $90^\circ$ ) создают примерно одинаковые ветровые потоки. Таким образом, местоположение ветрозащитного экрана может быть назначено одинаковым для указанных случаев движения воздуха.

3. Форма ветрозащитного экрана в виде прямой или криволинейной линии одинаковой длины имеет практически схожий ветрозащитный эффект, что упрощает прогнозные оценки и не требует дополнительных уточнений.

### Литература:

1. Бутягин В.А. Планировка и благоустройство городов / В.А. Бутягин. - М.: Стройиздат, 1974. – 381 с.
2. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды / Г.И. Марчук. - М.:Наука, 1982.- 320 с.
3. Моделирование отрывных течений на ЭВМ / [Белоцерковский О.М., Белоцерковский С.М., Давыдов Ю.М., Ништ М.И.]. – М.: Наука, 1984. – 150 с.
4. Тимофеев Н.В. Численное моделирование обтекания воздушным потоком современной жилой застройки / Н.В. Тимофеев, М.А. Никулин, И.Г. Гевлич // Вестник ДГАСА. Вып. 95-1 (1). – Макеевка, 1995. – С.85-88.
5. Губарь В.Ф. Численное моделирование переноса атмосферных загрязнений с учетом многоэтажной жилой застройки / В.Ф. Губарь, И.Г. Гевлич // Інженерні системи та техногенна безпека у будівництві. Вісник ДонДАБА. – 2001. - № 6(31). – С. 122-126.
6. Гевлич І.Г. Чисельне моделювання аерації житлової забудови / І.Г. Гевлич, М.В. Тимофеев, А.В. Федоров // Наукові нотатки. Міжвуз. зб. (за напрямом «Інженерна механіка»). Вип. №22. Ч.1 «Сучасні проблеми геометричного моделювання». – Луцьк: ЛДТУ, 2008. – С. 63-66.

7. Серебровский Ф.Л. Аэрация населенных мест / Ф.Л. Серебровский. – М.: Стройиздат, 1985. – 172 с.

### **Анотація**

Чисельне моделювання руху повітря в забудові з вітрозахисними екранами.

За допомогою чисельного моделювання повітряного потоку в селітебній зоні вивчено вплив вітрозахисних екранів забудови на рух повітря в приземній зоні дворових просторів. Результати проведених експериментів дозволили довести ефективність вітрозахисних екранів різної конфігурації в створенні комфортних умов перебування жителів в зонах відпочинку замкненої багатоповерхової житлової забудови.

**Ключові слова:** чисельне моделювання, аерація, багатоповерхова житлова забудова, вітрозахисний екран, програма

### **Abstract**

Numerical simulation of air flow in a closed building with wind-guard.

With the help of numerical simulation of airflow in residential areas, the effect of shelter building screens for air movement in the surface area of yard space. The results of these experiments have allowed to prove the effectiveness of shelter screens of various configurations to create comfortable conditions residents in the recreation areas closed multi-storey residential development.

**Keywords:** numeral design, aeration, multistory housing building, wind-proof screen, program