

УДК 537.56

О.В. Строкань

Таврійський державний агротехнологічний університет, Мелітополь

## ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ АЕРОІОННИХ ЗОН У ЗАКРИТИХ ПРИМІЩЕННЯХ

У статті розглянуто спосіб підвищення ефективності та якості визначення картини розподілення концентрації від'ємних аероіонів від іонізаторів на розрахунковій площині при зміні її кута нахилу. В якості кута нахилу розрахункової площини приймається кут, що утворюється між горизонтальною площиною і розрахунковою. Таким типом площини володіють приміщення: лекційні аудиторії, глядацькі зали кінотеатрів тощо. Зокрема у статті пропонується програмне забезпечення для визначення рівня концентрації аероіонів від одного і більше іонізаторів у заданій точці на площині, розроблене середовищі програмування Delphi. Результати роботи рекомендується застосовувати при проектуванні розташування систем аероіонізації у виробничих та соціальних приміщеннях.

**Ключові слова:** від'ємні аероіони, іонізатор, кут нахилу, похила площина, програмне забезпечення, виконавча програма, середовище програмування Delphi.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Мікроклімат є важливим фактором навколишнього середовища, здатним чинити істотний вплив на здоров'я і працездатність людини. Найбільш частими порушеннями санітарно-гігієнічних норм є порушення мікроклімату приміщень. Всесвітня організація здоров'я (ВОЗ) ставить досить жорсткі вимоги до додержання нормованих показників мікроклімату у виробничих приміщеннях. Аналіз стану мікроклімату у виробничому приміщенні дозволив зробити висновки, що на відміну від відкритих просторів, мікроклімат в приміщеннях можна регулювати і керувати ним, забезпечуючи нормовані показники [3]. Серед найбільш важливих параметрів мікроклімату виробничого приміщення можна виділити наявність від'ємних іонів у повітрі, джерелом яких є такі пристрої як іонізатори. Зони аероіонного комфорту і дискомфорту у приміщеннях від штучних джерел аероіонізації визначаються за допомогою спеціальних карт із нанесеними на них лініями однакової концентрації аероіонів – ізолініями. Встановлено, що координати точок, які інцидентні заданим ізолініям концентрації аероіонів, змінюються зі зміною кута нахилу розрахункової площини [9]. Для визначення ізолінії концентрації аероіонів від одного і більше іонізаторів необхідно розробити інформаційну систему, яка б автоматично визначала рівень від'ємних аероіонів у заданих координатах на площині.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням визначення картини розповсюдження від'ємних аероіонів від іонізаторів на розрахунковій площині присвячені наукові роботи [4 – 7]. В даних роботах розроблено спосіб геометричного моделювання розподілення від'ємних аероіонів, який дозволяє

визначити зони аероіонного комфорту і дискомфорту у виробничому приміщенні від одного і більше іонізаторів на певному розрахунковому рівні. В якості розрахункового рівня розглядалася горизонтальна площина і площина, яка розташована під деяким гострим кутом до горизонтальної площини (похила площина).

Як приклад розрахункової похилої площини, можна привести площину лекційної аудиторії, глядацьких залів кінотеатрів тощо. Результати досліджень, отримані у роботах [4, 6, 9], дозволили отримати моделі розповсюдження концентрації аероіонів на похилій площині в аналітичному вигляді.

**Формулювання мети статті.** Пропонується на основі результатів дослідження розподілення концентрації від'ємних аероіонів на горизонтальній і похилій розрахункових площинах розробити програмне забезпечення, яке дозволило би отримати картину розподілення концентрації від'ємних аероіонів при змінні кута нахилу розрахункової площини.

### Виклад основного матеріалу

Задача, яка ставиться перед програмним забезпеченням для визначення картини розподілення концентрації від'ємних аероіонів у заданому приміщенні або області, передбачає визначення зон, які відповідають нормованим показникам іонізаційного режиму у приміщенні при наявності похилої площини. В якості нормованих показників іонізаційного режиму прийняті значення концентрації аероіонів: мінімальної  $n_{\text{зад,мін}}$  і максимальною  $n_{\text{зад,макс}}$ . Розрахункова область (або приміщення) задається геометричними параметрами: шириною, довжиною і висотою. Виходячи з аналізу існуючих приміщень з похилим типом розрахункової площини (глядацькі

зали кінотеатрів, лекційні аудиторії тощо) усі вони мають прямокутну форму, у яких довжина горизонтальної складової набагато більша за ширину. У зв'язку з цим подальший розрахунок ведеться для прямокутних областей. Розміщення джерел виконуватиметься уздовж довжини приміщення.

Концентрація від'ємних аероіонів від одного джерела визначається функцією [6]:

$$n_i = n_i(u_i, x_1^{(i)}, x_2^{(i)}, x_3^{(i)}, z_1, z_2, z_3) \quad (1)$$

$$i = 1, 2, \dots, m,$$

де  $x_1^{(i)}, x_2^{(i)}, x_3^{(i)}$  – координати  $i$ -ої точки;

$z_1, z_2, z_3$  – координати точки, що належить приміщенню;

$u_i$  – сукупність фізичних параметрів, які визначають ефективність роботи іонізатора.

До сукупності фізичних параметрів відносяться параметри самого іонізатора від'ємних аероіонів (кут загострення випромінювальної голки, кількість та крок випромінювальних голок, вхідна напруга живлення) і параметри навколишнього середовища (вологість, рух повітря, тиск) тощо. При розрахунках приймається, що фізичні параметри відомі і належать до деякої множини  $\{U\}$ .

Враховуючи закон розподілення концентрації аероіонів на горизонтальній площині від розсіювального джерела аероіонів [6] і кут нахилу розрахункової площини відносно горизонтальної, запишемо рівняння визначення величини концентрації аероіонів в розрахунковій точці, інцидентній заданій ізолінії концентрації аероіонів:

$$n = \frac{1}{a(x^2 + y^2) + b} \cdot 2^{-xtg\alpha} \quad (2)$$

де  $a$  – коефіцієнт, який залежить від величини напруги, що прикладається до іонізатора [6];

$b$  – коефіцієнт, що залежить від випромінювальної здатності іонізатора [6];

$x, y$  – координати центру іонізатора;

$\alpha$  – кут нахилу розрахункової площини, °.

Якщо в приміщенні ввімкнено більше одного іонізатора, тоді сумарна концентрації від'ємних аероіонів від цих іонізаторів у точці на площині дорівнює сумі концентрацій аероіонів від кожного з  $k$  джерел джерела у цій точці [4, 6]:

$$n(k, x_1^{(i)}, x_2^{(i)}, x_3^{(i)}, z_1, z_2, z_3) = \sum_{i=1}^k n_k(k, x_1^{(i)}, x_2^{(i)}, x_3^{(i)}, z_1, z_2, z_3). \quad (3)$$

Концентрація аероіонів у точці з координатами  $(z_1, z_2)$  від двох іонізаторів згідно формулі (3) дорівнює:

$$n_i(x_1, x_2, z_1, z_2) = \left( \frac{1}{a_1[(z_1 - x_1)^2 + (z_2 - x_2)^2] + b_1} + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{a_2[(z_2 + x_2)^2 + (z_1 + x_2)^2] + b_2} \right) \cdot 2^{-2xtg\alpha}. \quad (4)$$

Алгоритм визначення ізолінії від'ємних аероіонів від іонізатора включає завдання постійних коефіцієнтів  $a$  і  $b$  та змінних параметрів:  $A$  – довжина приміщення або розрахункової області,  $B$  – ширина приміщення або розрахункової області, кут нахилу розрахункової площини, інтервал зміни кута нахилу розрахункової площини, крок зміни кута нахилу розрахункової площини, координати джерела і точки на площині.

Нижче приведений уривок програми визначення рівня концентрації від'ємних від одного іонізатора в обмеженій зоні або приміщенні в залежності від вхідних параметрів, розробленої в середовищі проектування Delphi. Особливістю програми є використання розширення `.dfm`.

```

unit uMain;
interface
uses
  Math, Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes,
  Graphics, Controls, Forms, Dialogs, StdCtrls, AdvEdit, Grids,
  AdvObj, BaseGrid, AdvGrid, Mask, AdvSpin, AdvGlowButton,
  AdvPanel, ExtCtrls, AdvGroupBox, AdvOfficeButtons;
type
  TfMain = class(TForm)
  Label1: TLabel;
  Label2: TLabel;
  :
  :
private
  A: Real; {Довжина A і Ширина B кімнати в м}
  B: Real;
  {Координати джерела X и точки Y по осі абсцис на
  більшій границі кімнати}
  { Private declarations }
  Function F1(Z:Real; Angle: Real):Real;
  {Функція для розрахунку аероіонів в куб. сантиметрі на
  границі приміщення у випадку одного джерела
  аероіонів 0<=Z<=A}
  public
  { Public declarations }
  end;
Const {Фізичні константи}
  U = 0.000023;
  V = 0.000044;
var
  fMain: TfMain;
implementation
{$R *.dfm}
{ TfMain }
function TfMain.F1(Z: Real; Angle: Real): Real;
begin
  if ((0 <= Z)and(Z <= A)) then
    Re-
    sult:=1/(U*((Sqr(Z)+Sqr(b
    ))) + V)*power(2,
    Z*tan(Angle))
  else
    Result := -1;
  end;
procedure TfMain.bButtonClick(Sender: TObject);
var X,Y,Dx,Dy,Conz: Real;
    i, j, n, Angle: integer;
    tmp: string;
begin
  n := eN.Value;
  A := StrToFloat(eWidth.Text);
  B := StrToFloat(eHeight.Text);

```

```

Dx := StrToFloat(eWidth.Text)/n;
Dy := Dx;
Angle := eAngle.Value;
if (eRG.ItemIndex = 0) then
begin
X := 0;
Y := 0;
eGrid.RowCount := n+2;
eGrid.ColCount := 2;
for i := 0 to n do
begin
{ Set Names of Row's }
eGrid.Cells[0, i+1] :=
FloatToStrF(Y, ffGeneral, 3, 2);
{ Find Value }
Conz:=F 1(Y, DegToRad(Angle));
.
.
end;
end;
end;
procedure TfMain.eAngleChange(Sender: TObject);
begin
bButtonClick(self);
end;
procedure TfMain.eRGClick(Sender: TObject);
begin
bButtonClick(self);
end;

```

end.

Отриманий програмний продукт дає змогу виконати розрахунок рівня концентрації від'ємних аероіонів у заданій зоні від одного і більше іонізаторів повітря.

Результати роботи розробленого програмного забезпечення виводяться на екран у вигляді спеціальної форми (рис. 1), в якій визначається рівень концентрації від'ємних аероіонів в заданій точці розрахункової зони в залежності від вхідних параметрів.

Розроблена виконавча програма для визначення картини розподілення від'ємних аероіонів від іонізаторів в приміщеннях, які володіють похилою площиною, може бути використана для розрахунку кількості і місця розташування іонізаторів повітря у практиці повсякденного проектування систем іонізації, а також для прогнозування розподілення концентрації від'ємних аероіонів при зміні кута нахилу розрахункової площини (рис. 2).

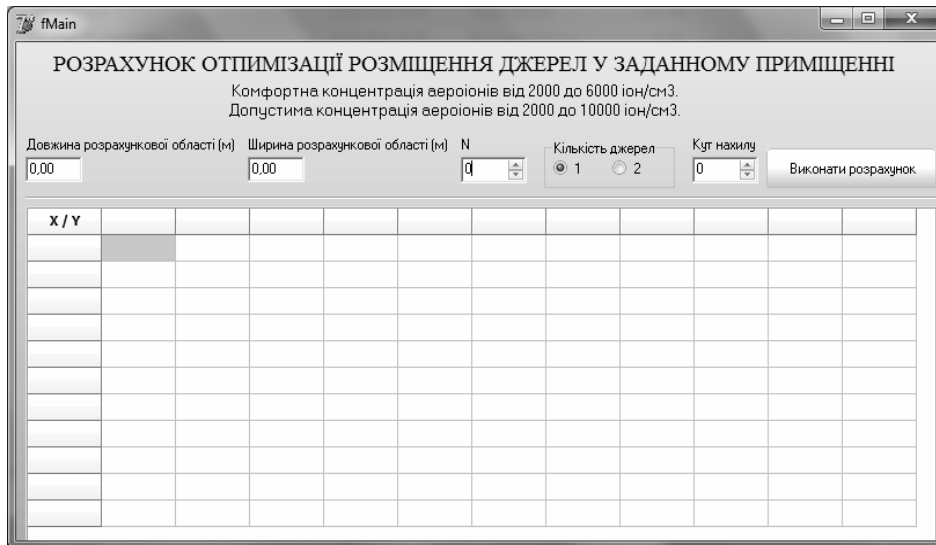


Рис. 1. Головна форма розробленої виконавчої програми



Рис. 2. Результати роботи виконавчої програми для двох джерел

На основі запропонованого алгоритму є можливість розрахувати проектування розміщення одного, двох і більше іонізаторів повітря.

Надалі запропонований алгоритм визначення рівня концентрації від'ємних аероіонів від одного і більше іонізаторів повітря можна використовувати при розрахунку картини іонізаційного режиму у приміщеннях з комбінованим типом розрахункової площини.

## Висновки

Запропоноване у статті програмне забезпечення дозволяє визначити картину розподілення від'ємних аероіонів у закритих приміщеннях, які володіють похилою розрахунковою площиною Особливістю розглянутої розрахункової площини є наявність кута між розрахунковою і горизонтальною площинами. Дане програмне забезпечення може застосовуватися при розрахунку іонізаційного режиму у лекційних аудиторіях, глядацьких залах кінотеатрів тощо. Програмне рішення, виконане в середовищі проектування Delphi, має результатом форму, в якій користувач, безпосередньо задаючи вхідні параметри, отримує значення рівня концентрації від'ємних аероіонів у заданій точці розрахункової зони. Отримані у статті результати рекомендується використовувати при оптимізації процесу проектування місця розташування аероіонізаторів з метою забезпечення нормованих показників іонізаційного режиму у заданих приміщеннях.

## Список літератури

1. Архангельский А.Я. Программирование в Delphi 5 / А.Я. Архангельский. – М.: Бином, 2000. – 1072 с.

2. Калинин А.Г. Универсальные языки программирования: Семантический подход. / А.Г. Калинин, И.В. Мацкевич. – М.: Радио и связь, 1991. – 398 с.

3. Санитарно-гигиенические нормы допустимых уровней ионизации воздуха. «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений»: СанПиН 22.2.4.1294-03. – [Введен в действие от 2003. 15.06]. – М.: Минюст РФ, 2003. – 10 с.

4. Строкань О.В. Спосіб побудови ізоліній аероіонів / О.В. Строкань // Прикладна геометрія та інженерна графіка: Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2008. – Вип. 4. – Т. 39. – С. 149-154.

5. Строкань О.В. Оптимізація розміщення джерел аероіонного випромінювання / О.В. Строкань // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. «Прикладна геометрія та інженерна графіка». – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – Вип. 4. – Т.50. – С. 142-145.

6. Строкань О.В. Геометричне моделювання процесу розподілення негативних аероіонів у закритому просторі: дисс.... канд. техн.наук: 05.01.01 / Строкань Оксана Вікторівна. – Мелітополь, 2010. – 172 с.

7. Спосіб визначення однакового рівня концентрації аероіонів від джерел направлено випромінювання : Пат. 54458 Україна, МПК(2009) А62L/9/22, А61N 1/44 / Строкань О.В., Чураков А.Я., Івженко О.В. - и№2010 05440; Заявлено 05.05.2010; Опубл. 10.11.2010, Бюл. №21.

8. Чижевский Л.О. Аэроионификация в народном хозяйстве / Л.О. Чижевский. - М.: Госпланиздат, 1960. – 758 с.

9. Чураков А.Я. Визначення ізоліній концентрації аероіонів на похилій площині / А.Я. Чураков, О.В. Строкань, О.І. Морозова // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Мелітополь, 2011. – Т.50. – С.85-89.

Надійшла до редколегії 21.02.2014

Рецензент: канд. техн. наук, доц. Д.В. Спірінцев, Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького, Мелітополь.

## ПРОГРАМНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЭРОИОННЫХ ЗОН В ЗАКРЫТЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

О.В. Строкань

В статье рассмотрен способ повышения эффективности и качества определения картины распределения отрицательных аэроионов от ионизаторов на расчетной плоскости при изменении ее угла наклона. В качестве угла наклона расчетной плоскости принимается угол, образованный между горизонтальной плоскостью и расчетной. Таким типом плоскости владеют помещения: лекционные аудитории, зрительный зал кинотеатров и т.д. В статье предлагается программное обеспечение для определения уровня концентрации отрицательных аэроионов от одного и больше ионизаторов в заданной точке на плоскости, разработанное в среде программирования Delphi. Результаты работы рекомендуются использовать при проектировании размещения систем аэроионизации в производственных и социальных помещениях.

**Ключевые слова:** отрицательные аэроионы, ионизатор, угол наклона, наклонная плоскость, программное обеспечение, исполнительная программа, среда программирования Delphi.

## THE PROGRAM SECURITY FOR DEFINITION OF AEROION AREAS INDOORS

O.V. Strokan

The method for definition of spreading of negative aero ions on inclined plane is described in this article. Inclined angle formed between horizontal plane and inclined plane. Inclined plane placed in lecture-room, theatre etc. The program security for definition of aeroion concentration areas from one and more ionizator in point on plane is presented in article. The program security compiled with the help of Delphi. The results of work recommend for project of aeroion system in industrial and social premises.

**Keyword:** negative aeroions, ionizator, inclined angle, inclined plane, program security, executive program.