

УДК 537. 56

doi:10.20998/2413-4295.2016.12.12

## НОВА ТЕХНОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ ФІЗИЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ПОВІТРЯ НА ОБ'ЄКТАХ ЗІ ШТУЧНИМ СЕРЕДОВИЩЕМ ІСНУВАННЯ

Ю. О. ЛИТВИН\*, О. В. СТРОКАНЬ, М. Ю. МИРОШНИЧЕНКО

Кафедра комп'ютерних наук, Таврійський державний агротехнологічний університет, Мелітополь, УКРАЇНА  
\*email: litwin.yu@yandex.ru

**АНОТАЦІЯ** Робота присвячена розробці алгоритму визначення аероіонного розподілення джерел аероіонного випромінювання на комбінованій площині, що дозволяє виконувати розрахунки геометричних та графічних показників місць розташування джерел аероіонного випромінювання з метою оптимізації аероіонного режиму на об'єктах зі штучним середовищем існування. Зокрема, запропонований алгоритм реалізований на мобільних засобах з операційною системою Android, що дозволяє виконувати розрахунки аероіонного режиму безпосередньо на об'єктах. Пропонується алгоритм по визначенню та забезпеченню оптимального аероіонного розподілення від штучних джерел аероіонізації у просторі від одного і більше аероіонізаторів. Забезпечення оптимального аероіонного розподілення ґрунтується на геометричній моделі розподілення від'ємних аероіонів і здійснюється шляхом оптимального розміщення джерел аероіонного випромінювання в заданій робочій зоні. Особливістю запропонованого алгоритму є розрахунок аероіонного розподілення для комбінованої зони дихання, коли горизонтальна зона дихання переходить у нахилну. Результати алгоритму є основою для програмного забезпечення системи автоматизованого розрахунку оптимального аероіонного режиму робочого середовища.

**Ключові слова:** модуль; мова програмування; аероіонне розподілення; androidstudio; нахилена площина.

## NEW TECHNOLOGY OF MANAGEMENT OF AIR PHYSICAL CONDITIONS IN FACILITIES WITH ARTIFICIAL ENVIRONMENT

Y. LYTUVYN\* O. STROKAN, M. MIROSHNICHENKO

Department of information technology, Tavria state agrotechnological University, Melitipol, UKRAINE

**ABSTRACT** The paper deals with the development of determination of distribution of air and ion radiation sources in the combined area that allows to calculate geometrical and graphical parameters of location places of air and ion radiation sources with the aim to optimize air and ion modes in the objects with artificial environments. In particular, the proposed algorithm is implemented on mobile devices with the Android operating system that enables to calculate air and ion modes directly in facilities. An algorithm to determine and optimize the distribution of air and ion radiation artificial sources in the space of one or more of air and ion radiation. Ensuring ion radiation distribution model based on the geometric distribution of ions and ion radiation support through optimal placement of radiation sources ion radiation in a given work area. The feature by applying the calculation algorithm is ion radiation distribution for the combined zones breath when breathing zone of horizontal passes in inclined. The results of the algorithm is the basis for the software-automated system for calculation of optimal treatment of air and ion radiation working environment. The aim of this work - is to develop an algorithm to determine the distribution of air and ion radiation sources in the combined area for software based on Android Studio.

**Keywords:** module; programming language; air and ion distribution; Android Studio; inclined area.

### Вступ

Більшість часу свого життя людина знаходиться на робочому місці, що являє собою об'єкт зі штучним середовищем існування. А від так на його організм діють найрізноманітніші фактори навколишнього середовища: температура, тиск, забрудненність повітря і т.д. Одним із негативних факторів, який шкідливо діє на організм людини є пил [1]. Він здатний негативно впливати на внутрішні органи і центральну нервову систему, сприяти виникненню та інтенсивному протіканню професійних захворювань. Тому боротьба із пилом нині набуває величезного значення.

Для створення комфортних умов на об'єктах зі штучним середовищем існування використовуються

спеціальні засоби і методи, серед яких найбільш широке використання набули аероіонізаційні системи, головним елементом яких є джерела аероіонного випромінювання [1].

Створення комфортних умов у робочому середовищі можливе за рахунок раціонального розташування джерел аероіонного випромінювання у даному середовищі. Розташування аероіонізаторів у робочому приміщенні відбувається на основі використання карт аероіонного розподілу у вигляді ізольованої концентрації від'ємних аероіонів, які отримуються шляхом відомих способів [1]. Дані способи отримання картини аероіонного розподілення від аероіонізаторів можуть застосовуватися при розрахунку аероіонного розподілення тільки на горизонтальних поверхнях або тільки на нахилених.

Але існують приміщення, в яких нахилена площина переходить у горизонтальну. До таких приміщень відносяться лекційні аудиторії, зали кінотеатрів, театрів тощо, де люди можуть розташовуватися на обох поверхнях одночасно. Тому постає необхідність у моделюванні аероіонного розподілення від штучного джерела аероіонів на комбінованій площині з метою забезпечення оптимального аероіонного режиму у робочому середовищі.

Ще одним недоліком використання існуючих систем проектування місць розташування джерел аероіонного випромінювання є їх використання тільки на стаціонарних компютерах [6].

Тому постає необхідність у розробці програмного продукту, який би дозволяв використовувати запропонований алгоритм на мобільних засобах.

У роботі представлено математичний метод процесу іонізації приміщення та їх застосування для програмування в AndroidStudio. Для моделювання використовується середовище програмування Android Studio, який дає можливість програмування математичних формул, використання віджетів та побудови графічних результатів роботи.

#### Мета роботи

Запропонувати математичну модель розподілення концентрації від'ємних аероіонів на нахиленій та горизонтальній площинах, на основі якої розроблений алгоритм для програмного модуля проектування розміщення джерел аероіонного випромінювання, який дозволяє управляти параметри аероіонного режиму на об'єктах зі штучними середовищем існування.

#### Виклад основного матеріалу

Джерела від'ємних аероіонів є випромінювач, що створює сферичні аероіонні хвилі, а аероіонні промені можна представити у вигляді прямих ліній [8].

Найбільш повне уявлення про аероіонізаційний режим у приміщенні проектувальник одержує по картах, що являють собою план приміщення з нанесеними на нього лініями однакової концентрації аероіонів. При цьому часто його цікавить тільки одна або кілька ізоліній, що відповідають нормативним еквівалентам концентрації аероіонів (рис. 1). На основі отриманих ізоліній можна зробити висновок про розташування зон аероіонного комфорту і дискомфорту.

Забезпечення необхідного аероіонного розподілення у робочому середовищі можливе за рахунок оптимального розміщення джерел аероіонного випромінювання в робочому середовищі. Тому виникають задачі оптимізації розміщення технічних систем іонізації повітря в робочому середовищі. Поставлену задачу пропонується

вирішити шляхом розробки відповідного програмного модуля.

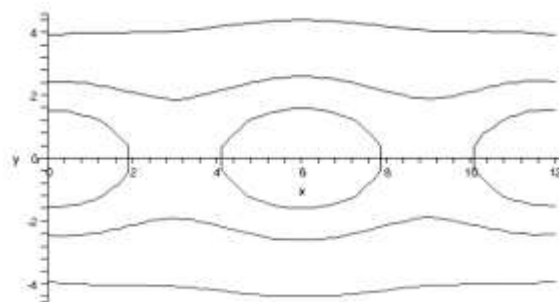


Рис. 1 – Ізолінії концентрації аероіонів на площині

Робота програмного модулю базується на використанні законів розповсюдження концентрації від'ємних аероіонів у просторі, отриманих в наукових роботах Чіжевського А.Л. [3], Чуракова А.Я. [4]. Розсіювальний аероіонізатор N (рис. 2) підвішується безпосередньо над зоною, яка підлягає аероіонізації, на відстані від розрахункової площини  $\sum_1 H \geq 1,5$  м [5]

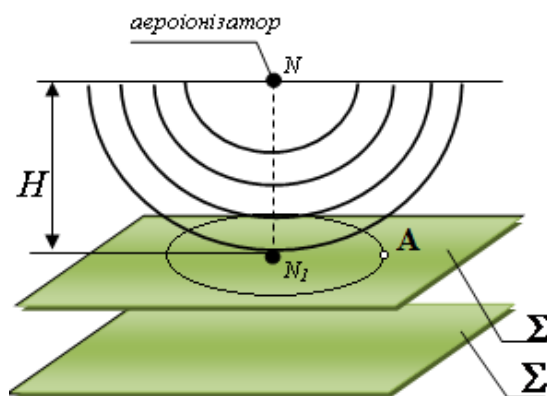


Рис. 2 – Розподіл аероіонного поля

При перетині аероіонного поля розрахунковою площиною  $\sum_1$  ми отримуємо площину модель розподілення концентрації аероіонів на певній відстані від джерела аероіонного випромінювання у вигляді ізоліній (рис. 1.).

Розподілення концентрації від'ємних аероіонів на горизонтальній площині від одного розсіювального аероіонізатора змінюється зворотно-пропорційно квадрату відстані від проекції аероіонізатора на цій площині [10].

Сумарна концентрація від'ємних аероіонів у розрахунковій точці від декількох джерел визначається як сума концентрацій від'ємних аероіонів, які створюють у цій точці кожне з джерел (2):

$$n_A = n_{1A} + n_{2A} + \dots + n_{iA}, \quad (1)$$

де  $n_A$  - концентрація аероіонів у розрахунковій точці  $A$ , іон/см<sup>3</sup>;

$n_{1A}, n_{2A}, n_{iA}$  - відповідно, концентрація від'ємних аероіонів у точці  $A$  від першого другого та і-го джерела аероіонного випромінювання, відповідно, іон/см<sup>3</sup>.

Складемо рівняння для моделювання розподілення концентрації від'ємних аероіонів на нахиленій площині. Положення проєкції джерела аероіонного випромінювання на нахиленій площині задається тільки координатою  $x$ , так як координата  $y$  не змінюється ( $y=const$ ). Положення розрахункової точки на нахиленій площині  $A_i'$  задається двома координатами –  $x$  та  $y$ , в результаті маємо вираз:

$$n' = \frac{1}{a(r')^2 + b} 2^{-xg\alpha} \quad (2)$$

де  $n'$  - концентрація аероіонів в розрахунковій точці на нахиленій площині, іон/см<sup>3</sup>;

$r'$  - відстань джерела аероіонного випромінювання до розрахункової точки на нахиленій площині, м;

$\alpha$  - кут нахилу  $\alpha$  розрахункової площини відносно горизонтальної, °;

$x$  - координата проєкції центру джерела аероіонного випромінювання на нахиленій площині, м.

Картина розповсюдження концентрації від'ємних аероіонів на нахиленій площині (рівняння 1) буде мати вигляд витягнутого еліпсу (рис. 3).

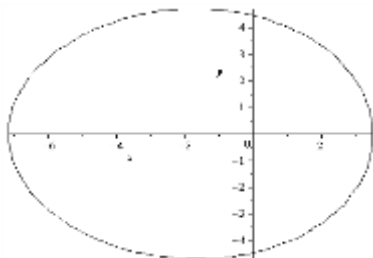


Рис. 3 – Ізолінії концентрації від'ємних аероіонів на нахиленій площині

Для отримання картини розподілення концентрації від'ємних аероіонів при комбінованому типі розрахункової площини необхідно поєднати два аероіонних розподіли: на горизонтальній площині [7, 8] і на нахиленій площині (2).

Пропонується вирішити це рівняння за допомогою розроблення відповідного програмного забезпечення, яке б функціонувало на мобільних пристроях з операційною системою Android. Таке вирішення питання дозволить виконувати проектування місць розташування джерел аероіонного випромінювання безпосередньо на заданих об'єктах зі штучним середовищем існування, а результати

розрахунку з метою їх документального оформлення відправляти за допомогою інтернет-зв'язку на електронну пошту організації-виконавця.

### Обговорення результатів

Розроблений універсальний алгоритм визначення місця розташування джерела аероіонного випромінювання при наявності комбінованої розрахункової площини дозволив використати його при моделюванні мобільної системи для розрахунків зон аероіонного комфорту і дискомфорту.

Програмний модуль для моделювання аероіонного розподілення на об'єктах зі штучним середовищем існування, які володіють комбінованим типом розрахункової площини, розроблений в комп'ютерному середовищі Android Studio для операційної системи андроїд (для версії 4.2 – 5.0). Програмний модуль може встановлюватися на мобільні пристрої з операційною системою вказаної версії.

Інтерфейс розробленої системи наведений на рис. 4.



Рис. 4 – Інтерфейс розробленої системи

Інтерфейс програмного модуля візуально можна розділи на декілька областей: область вводу даних, область розташування іонізаторів та область роботи з іонізаторами.

Ми створили бокову панель для вводу даних приміщення (ширина, довжина), також в цій боковій панелі виводяться координати  $x$  та  $y$  – розміщення джерела іонізатора в приміщенні та вказівка про їх кількість, які були задані користувачем (рис. 5). У боковій панелі виводиться інформація щодо пояснення

зон концентрації, які графічно виводяться при їх розрахунку.



Рис. 5 – Бокова панель розробленої системи

Як приватний випадок на рис. 6 показаний результат роботи розробленого модулю. Після вводу даних приміщення користувачу надається можливість додати до приміщення іонізатор з потрібними параметрами. На верхній панелі знаходяться кнопки «Видалити всі іонізатори», «Рекомендації» та «Відправити звіт поштою».

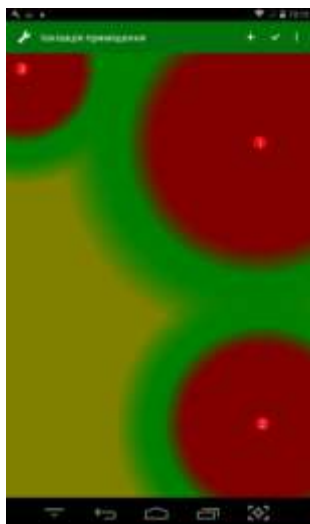


Рис. 6 – Результат роботи програмного модуля

Розроблений програмний модуль є мобільною системою, яка дозволяє моделювати і управляти параметрами аероіонізаційного режиму на об'єктах зі штучним середовищем існування. Система дозволяє ефективно автоматизувати процес розміщення аероіонізаційних приладів, внаслідок чого

відбувається розміщення робочих місць в найбільш сприятливе місце для роботи.

## Висновки

Розроблений алгоритм визначення місця розташування джерела аероіонного випромінювання на комбінованій площині дозволяє скорегувати місце розміщення джерела аероіонного випромінювання з метою отримання зон концентрації із заданими параметрами іонізації повітря. Також отримані результати на мобільному пристрої дають можливість автоматизувати процес обчислення зон концентрації при застосуванні штучних пристроїв безпосередньо на самих об'єктах.

## Список літератури

1. **Глоба, Л. С.** Розробка інформаційних ресурсів та систем: Навчальний посібник / **Л. С. Глоба, Т. М. Кот.** – К.: НН ІТС НТУУ «КПІ». – 2012. – 322 с.
2. **Дубініна, О. В.** Автоматизація процесу проектування розташування штучних джерел у приміщеннях з горизонтальною площиною / **О. В. Дубініна, О. В. Строкань** // *Збірник наукових праць магістрантів та студентів «Інформаційні технології проектування».* – Мелітополь: ТДАТУ. – 2014. – С. 43-49.
3. **Мещеряков, А. Ю.** Проблемы оценивания аэроионного состояния среды обитания / **А. Ю. Мещеряков, Ю. А. Федотов** // *Приборы и системы управления.* – М. – 1998. – № 11. – С.75-79.
4. **Hagen, D. E.** Mobility of intermediate sized aqueous ions in neutral gas / **D. E. Hagen, P. C. Yue, J. L. Kassner** // *J. of Colloid and Interface Science.* – 1975. – Vol. 52. – P. 526-537. – doi: 10.1016/0021-9797(75)90277-5.
5. **Bricard, J.** Formation and properties of neutral ultrafine particles and small ions conditioned by gaseous impurity of their / **J. Bricard** // *J. of Colloid and Interface Science.* – 1972. – Vol. 39. – P. 42-58. – doi: 10.1016/0021-9797(72)90141-5.
6. **Liu, L.** The effect of wire heating and configuration on ozone emission in a negative ion generator / **L. Liu, J. Guo, L. Sheng** // *J. of Electrostatics.* – 2000. – No 48. – P. 81-91. – doi: 10.1016/S0304-3886(99)00049-2.
7. **Horrak, U.** Statistical characterization of air ion mobility spectra at Thkuse Observatory: Classification of air ions / **U. Horrak, J. Salm, H. Tammet** // *J. of Geophysical Research. Atmospheres.* – 2000. – Vol. 105. – P. 9291-9302.
8. **Nagato, K.** An analysis of the evolution of negative ions produced by a corona ionizer in air / **K. Nagato, Y. Matsui, T. Miyata, T. Yamauchi** // *Intern. J. of Mass Spectrometry.* – 2006. – Vol. 248. – P. 142-147. – doi: 10.1016/j.ijms.2005.12.001.
9. **Todd, J. F.** Recommendations for Nomenclature and Symbolism for Mass Spectrometry (including an appendix of terms used in vacuum technology) / **J. F. Todd** // *Pure & Appl. Chem.* – 1995. – No 63 (10). – P. 1541-1566. – doi: 10.1016/0168-1176(95)93811-F.
10. **Larochelle, S.** Coulomb effect in multiphoton ionization of rare-gas atoms / **S. Larochelle, A. Talebpour** // *Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics.* – 1997. – No 31 (6). – 1215 p. – doi: 10.1088/0953-4075/31/6/009.

**Bibliography (transliterated)**

1. **Globa, L.** Development of information resources and systems: Handbook. *TN Cat. Kyiv: HH ITS NTU "KPI", 2012, 322 p.*
2. **Dubinina, O., Strokan, O.** Automation of design arrangement artificial sources in areas with horizontal plane. *Proceedings of masters and students "Information Technologies". Melitopol: Tavricheskiy State Agrotechnology University, 2014, 43-49.*
3. **Meshcheryakov, A., Fedotov, Yu.** Problems otsenyvaniya aэroyonnoho STATUS environment habitat. *Devices and control system. Moscow, 1998, 11, 75-79.*
4. **Hagen, D. E., Yue, P. C., Kassner, J. L.** Mobility of intermediate sized aqueous ions in neutral gas. *J. of Colloid and Interface Science. 1975, 52, 526-537, doi: 10.1016/0021-9797(75)90277-5.*
5. **Bricard, J.** Formation and properties of neutral ultrafine particles and small ions conditioned by gaseous impurity of the air. *J. of Colloid and Interface Science. 1972, 39, 42-58, doi: 10.1016/0021-9797(72)90141-5.*
6. **Liu, L., Guo, J., Sheng, L.** The effect of wire heating and configuration on ozone emission in a negative ion generator. *J. of Electrostatics. 2000, 48, 81 - 91, doi: 10.1016/S0304-3886(99)00049-2.*
7. **Horraк, U., Salm, J., Tammet, H.** Statistical characterization of air ion mobility spectra at Thkuse Observatory: Classification of air ions. *J. of Geophysical Research. Atmospheres. 2000, 105, 9291-9302.*
8. **Nagato, K., Matsui, Y., Miyata, T., Yamauchi, T.** An analysis of the evolution of negative ions produced by a corona ionizer in air. *Intern. J. of Mass Spectrometry. 2006, 248, 142-147, doi: 10.1016/j.ijms.2005.12.001.*
9. **Todd, J. F.** Recommendations for Nomenclature and Symbolism for Mass Spectroscopy (including an appendix of terms used in vacuum technology). *Pure & Appl. Chem. 1995, 63 (10), 1541-1566, doi: 10.1016/0168-1176(95)93811-F.*
10. **Larochelle, S., Talebpour, A.** Coulomb effect in multiphoton ionization of rare-gas atoms. *Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics. 1997, 31(6), 1215 p., doi: 10.1088/0953-4075/31/6/009.*

**Відомості про авторів (About authors)**

**Литвин Юлія Олександрівна** – магістрант, Таврійський державний агротехнологічний університет, кафедра комп'ютерних наук, м. Мелітополь, Україна, email: litwin.yu@yandex.ru.

**Yulia Lytvyn** – marge, Tavria state agrotechnological university, c. Melitopol, Ukraine, email: litwin.yu@yandex.ru.

**Строкань Оксана Вікторівна** – к.т.н., доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет, кафедра комп'ютерних наук, м. Мелітополь, Україна, email: strokan.oksana@yandex.ru.

**Strokan Oksana** – Ph.D., Associate Professor, Taurian State Agrotechnical University, Department of Computer Science, c. Melitopol, Ukraine, email: strokan.oksana@yandex.ru.

**Мирошниченко Микола Юрійович** – к.т.н., Таврійський державний агротехнологічний університет, кафедра комп'ютерних наук, м. Мелітополь, Україна, email: artcom87@mail.ru.

**Nikolay Miroshnichenko Yu.** – Ph.D., Taurian State Agrotechnical University, Department of Computer Science, c. Melitopol, Ukraine, email: artcom87@mail.ru.

*Будь ласка посилайтесь на цю статтю наступним чином:*

**Литвин, Ю. О.** Нова технологія управління фізичними характеристиками повітря на об'єктах зі штучним середовищем існування / **Ю. О. Литвин, О. В. Строкань, М. Ю. Мирошниченко** // *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях.* – Харків: НТУ «ХПІ». – 2016. – № 42 (1214). – С. 76-80. – doi:10.20998/2413-4295.2016.42.12.

*Please cite this article as:*

**Lytvyn, Yu., Strokan, O. Miroshnichenko, N.** New technology of management of air physical conditions in facilities with artificial environment. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2016, 42 (1214), 76-80, doi:10.20998/2413-4295.2016.42.12.

*Пожалуйста ссылайтесь на эту статью следующим образом:*

**Литвин, Ю. А.** Новая технология управления физическими характеристиками воздуха на объектах с искусственной средой обитания / **Ю. А. Литвин, А. В. Строкань, Н. Ю. Мирошниченко** // *Вестник НТУ «ХПИ», Серія: Новые решения в современных технологиях.* – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2016. – № 42 (1214). – С. 76-80. – doi:10.20998/2413-4295.2016.22.12.

**АННОТАЦІЯ** *Работа посвящена разработке алгоритма определения аэроионного распределения источников аэроионного излучения на комбинированной плоскости, позволяет выполнять расчеты геометрических и графических показателей мест расположения источников аэроионного излучения с целью оптимизации аэроионного режима на объектах с искусственной средой обитания. В частности, предложенный алгоритм реализован на мобильных средствах с операционной системой Android, позволяет выполнять расчеты аэроионного режима непосредственно на объектах. Предлагается алгоритм по определению и обеспечению оптимального аэроионного распределения от искусственных источников аэроионизации в пространстве от одного и более аэроионизаторов. Обеспечение оптимального аэроионного распределения основывается на геометрической модели распределения отрицательных аэроионов и осуществляется путем оптимального размещения источников аэроионного излучения в заданной рабочей зоне. Особенностью предложенного алгоритма является расчет аэроионного распределения для комбинированной зоны дыхания, когда горизонтальная зона дыхания переходит в наклонный. Результаты алгоритма является основой для программного обеспечения системы автоматизированного расчета оптимального аэроионного режима рабочей среды.*

**Ключевые слова:** *модуль; язык программирования; аэроионный распределения; Android Studio; наклонная плоскость.*

*Надійшла (received) 14.12.2016*