



УДК 537.56

Сучасні рішення управління розподілом аероіонних полів

Оксана Строкань¹, Юлія Литвин²

Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь, Україна

¹ кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук,
orcid.org/0000-0002-6937-3548, oksana.strokan@tsatu.edu.ua

² асистент кафедри комп'ютерних наук,
orcid.org/0000-0001-5797-3151, litwin.yu1994@gmail.com

Анотація. Робота присвячена опису алгоритму аероіонного розповсюдження від штучних джерел аероіонізації у приміщеннях з комбінованою розрахунковою площиною та можливістю його реалізації на мобільних пристроях. Запропонований алгоритм дозволяє моделювання розподілу аероіонного поля у графічному вигляді для зазначених приміщень, визначати зони аероіонного комфорту і дискомфорту і на основі цього виконувати управляючі впливи на картину аероіонного розподілення у заданому середовищі. Управління аероіонним розподіленням ґрунтується на використанні геометричної моделі розподілення від'ємних аероіонів і здійснюється шляхом оптимального розміщення джерел аероіонного випромінювання в заданій робочій зоні. Дана система реалізована на мобільних засобах з операційною системою Android.

Ключові слова: модуль; мова програмування; аероіонне розподілення; Android Studio; нахилена площина.

Modern solutions of aerial ion field distributions

Oksana Strokan¹, Yulia Lytvyn²

Tavria State Agrotechnological University, t. Melitopol, Ukraine,

¹ Candidate of Engineering Sciences, Associate professor of the Department of Computer Science,
orcid.org/0000-0002-6937-3548, oksana.strokan@tsatu.edu.ua

² Assistant of the Department of Computer Science,
orcid.org/0000-0001-5797-3151, litwin.yu1994@gmail.com

Resume. The paper considers the simulation of distribution of dispersed aerial ions in space from artificial sources of aerial ionization using the Android Studio software environment. The algorithm for determining and providing optimal aerial ion distribution from artificial aerial ionization sources in space from one or more aerial ionizers is proposed. Ensuring of optimal aerial ion distribution is based on the geometric model of distribution of dispersed aerial ions and is supported by optimal placement of aerial ion radiation sources in a given working area. The peculiarity of the proposed algorithm is the calculation of aerial ion distribution for the combined breathing zone, when a horizontal zone of breathing becomes an inclined one. The

proposed algorithm is the basis for software of the automated system for calculating the optimal aerial ion mode of the working environment. The proposed software system is a closed system and performs information, control and auxiliary functions. The software system comprises two modules: a module of input parameters and a modeling module, which allows to simulate the aerial ion distribution in space from artificial sources of aerial ionization. The module of input parameters serves to initialize the input parameters, such as the length and width of the calculated zone, the type, capacity and number of ionizers. The simulator module calculates the aerial ion distribution of one and more sources of aerial ion distribution in a given plane at two modes: at given (fixed) coordinates of the source and in an interactive mode when a user is able to freely adjust (move the screen) the location of the sources. The output block of the results serves to output the calculation results: graphically and numerically, on the screen of the device. The data transfer unit allows to get simulation results of isolines on a plane to be generated as a report and corrected by mail online. The purpose of this work is to develop an algorithm for determining aerial ion distribution on a combined calculated plane for software on the Android Studio basis. The paper presents the algorithm for determining the aerial ion distribution in the working zones with a combined breathing zone, which is implemented using the Java programming language in the Android Studio (AS) development environment. The software module is developed in Android Studio for the Android (version 4.2 - 5.0) operating system. The developed system is mobile and allows a user to use it at any time from any mobile device with the installed Android version. This advantage of the mobile system is a scientific novelty in this problem area. The system guarantees the automation of the process of aerial ion devices placement effectively, resulting in placement of working places in the most favorable locations for work.

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

ВСТУП

Постановка проблеми. Підходи до створення комфортних аероіонізаційних мікрокліматичних умов на робочих місцях у наш час не обмежуються лише встановленням спеціалізованого аероіонного обладнання. Не меншу увагу дослідники приділяють проблемам прогнозування розподілення аероіонних полів від штучних джерел аероіонізації. У наш час існує декілька способів моделювання аероіонного розподілу у заданому просторі ([Дубініна, & Строкань, 2014](#); [Мещеряков, & Федотов, 1998](#); [Bricard, 1972](#); [Liu, 2000](#)). Використовувані у сучасній практиці аероіонного моделювання способи дають змогу отримати математичну та геометричну модель аероіонного поля у вигляді карт аероіонного розподілу на основі ізоліній концентрації від'ємних аероіонів ([Мещеряков, & Федотов, 1998](#); [Hagen, 1975](#)). Такі способи отримання картини аероіонного розподілення від аероіонізаторів можуть застосовуватися для проектування місць розташування штучних джерел аероіонізації з метою забезпечення зон аероіонного комфорту відповідно до Санітарних норм. Якісна зміна процесів моделювання розподілення аероіонного поля у повсякденній практиці проектування мікроклімату на робочих місцях повсюдний перехід від традиційних засобів обробки геометро-графічної інформації до безпаперових технологій відкриває нові можливості з використання систем автоматизованого проектування, породжує нові технології, пов'язані з використанням електронної моделі об'єкта проектування ([Todd, 1991](#)).

Тому постає необхідність у розробці програмного продукту, який би дозволяв використовувати відомі алгоритми моделювання аероіонного розподілу на

горизонтальних і нахилених площинах та поєднувати їх в комбіновану модель, яка могла би використовуватися для моделювання аероіонного поля від штучних джерел аероіонізації у приміщеннях, в яких горизонтальна площина переходить у нахилену (лекційні аудиторії, зали театрів, зали кінотеатрів тощо). Пропонується поставлену задачу реалізувати на мобільних пристроях.

У роботі описаний алгоритм процесу аероіонного розповсюдження та його реалізація за допомогою середовища AndroidStudio, яке дає можливість програмування математичних формул, використання віджетів та побудови графічних результатів роботи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Головною проблемою є не стільки сам процес моделювання, скільки способи модифікації та оптимізації створених геометричних моделей, що дуже істотно при ітераційному режимі роботи. Саме тому на сьогоднішній день актуальними є проблеми вдосконалення методів геометричного моделювання аероіонного розподілення від штучних джерел аероіонізації за рахунок використання комп'ютерних технологій. Проблемам геометричного моделювання аероіонних полів присвячено значну кількість досліджень ([Bricard, 1972](#); [Liu, 2000](#); [Horrak, 2000](#); [Nagato, 2006](#)). На основі цих досліджень отримані математичні закономірності аероіонного розповсюдження, які лягли в основу програмних модулів, розроблених у роботах Дубініної О. В. ([Дубініна, & Строкань, 2014](#)) та Стрелкової М. А. ([Строкань, & Стрелкова, 2015](#)). Розроблені програмні модулі дають змогу розрахувати зони концентрації у робочому приміщенні з певними геометричними параметрами та побачити графічний результат розрахунку. Недоліком застосування даних модулів є їх використання на стаціонарних персональних комп'ютерах, що не дає змогу використовувати їх у польових умовах безпосередньо на об'єкті проектування. Розглянувши існуючі програмні засоби по забезпеченню оптимального аероіонізаційного мікроклімату робочої зони, можна зробити висновок, що дані програмні засоби використовуються у приміщеннях, в яких розрахункова знаходиться або у горизонтальному положенні або нахилена. Тому у роботі пропонується розробити систему, яка б давала змогу розрахувати, прогнозувати та оптимізувати аероіонне розподілення у приміщеннях, які володіють комбінованою розрахунковою площиною.

Метою даної роботи є підвищення ефективності та якості управління аероіонізаційним режимом у приміщеннях з комбінованою розрахунковою площиною шляхом розробки відповідного програмного забезпечення для мобільних засобів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для отримання картини розподілення концентрації від'ємних аероіонів при комбінованому типі розрахункової площини необхідно поєднати два аероіонних розподіли: на горизонтальній площині ([Строкань, & Стрелкова, 2015](#)) і на нахиленій площині ([Строкань, & Литвин, 2016](#)):

$$n = n_{гор} + n_{нах}, \quad (1)$$

де $n_{гор}$ - аероіонний розподіл на горизонтальній площині;

$n_{нах}$ - аероіонний розподіл на нахилений площині.

Пропонується вирішити отримане рівняння за допомогою розроблення відповідного програмного забезпечення, яке б функціонувало на мобільних пристроях з операційною системою Android ([Глоба, & Кот, 2012](#)). Таке вирішення питання дозволить виконувати проектування місць розташування джерел аероіонного випромінювання безпосередньо на заданих об'єктах зі штучним середовищем існування і тим самим управляти аероіонізаційним режимом у заданому приміщенні. Пропонується розроблювану систему оснастити можливістю документального оформлення результатів моделювання та відправляти звіт про виконані дослідження за допомогою інтернет-зв'язку на електронну пошту організації-виконавцю.

Універсальний алгоритм визначення місця розташування джерела аероіонного випромінювання при наявності комбінованої розрахункової площини дозволяє використати його при моделюванні мобільної системи для розрахунків зон аероіонного комфорту і дискомфорту у заданому приміщенні.

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) ([Глоба, & Кот, 2012](#)). Інтерфейс користувача розробленого програмного модуля наведений на [рис. 1](#).

Інтерфейс користувача програмного модуля візуально можна розділи на декілька областей: область вводу даних, область розташування іонізаторів та область роботи з іонізаторами. Для вводу вхідних даних створено бокову панель, де встановлюють параметри заданого приміщення, координати розміщення джерела іонізатора в приміщенні та їх кількість ([рис. 2](#)). У боковій панелі виводиться інформація щодо пояснення зон концентрації, які графічно виводяться при їх розрахунку.

Як окремий випадок на [рис. 3](#) 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».

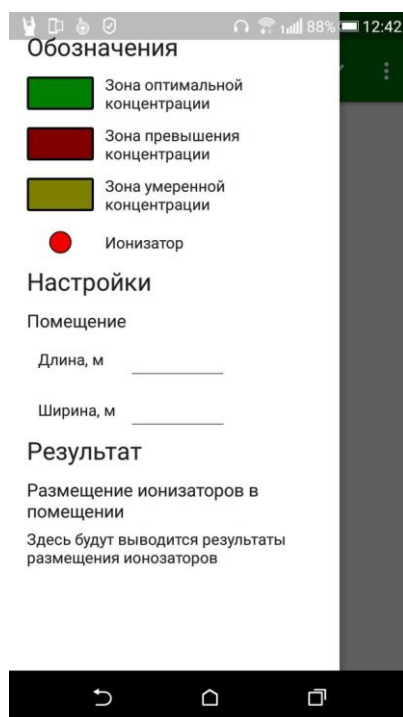


Рис. 1. Интерфейс розробленої системи

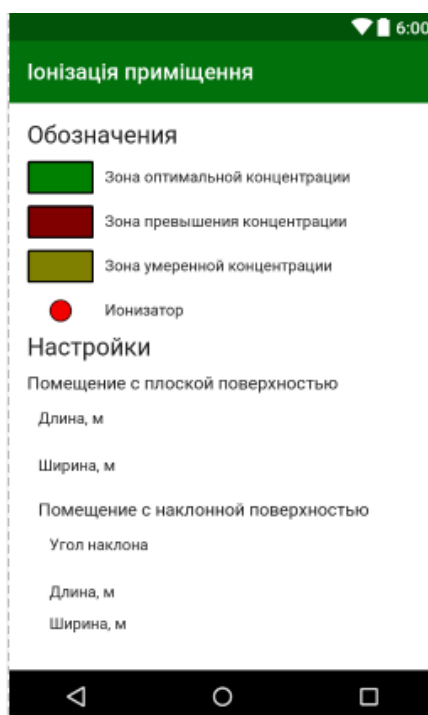


Рис. 2. Боковая панель розробленої системи

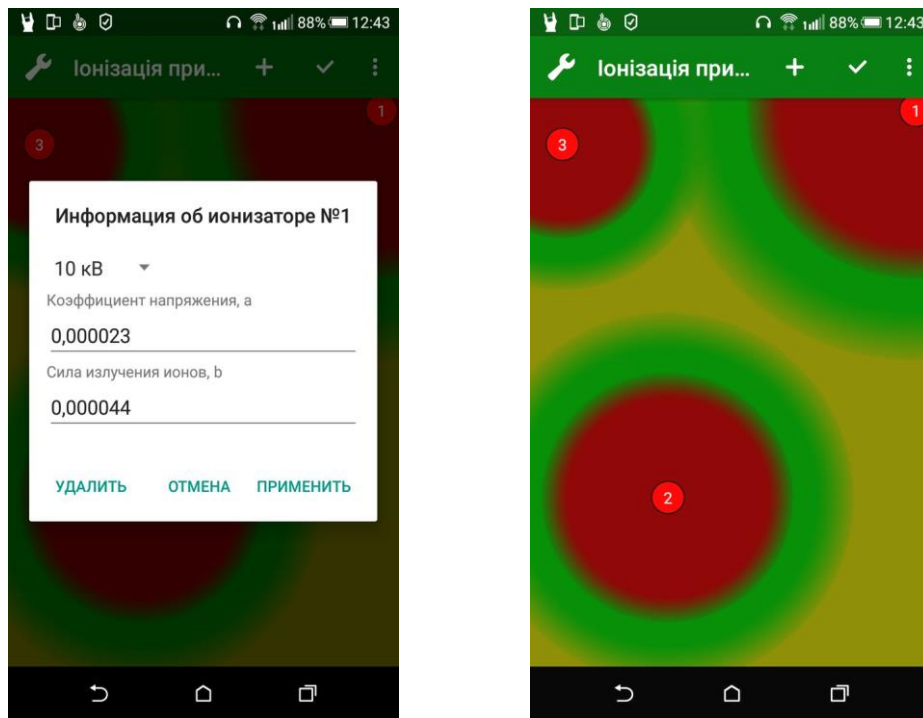


Рис. 3. Результат роботи програмного модуля

Лістинг фрагменту коду програми, який виконує обробку вхідних даних параметрів кімнати (її ширини та довжини)

```

@Override
protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.activity_main);

    Toolbar toolbar = (Toolbar) findViewById(R.id.toolbar);
    setSupportActionBar(toolbar);

    final DrawerLayout drawer = (DrawerLayout) findViewById(R.id.drawer_layout);
    ActionBarDrawerToggle toggle = new ActionBarDrawerToggle(
        this, drawer, toolbar, R.string.navigation_drawer_open,
        R.string.navigation_drawer_close);
    drawer.setDrawerListener(toggle);
    toggle.syncState();
    toggle.setDrawerIndicatorEnabled(false);
    toolbar.setNavigationIcon(R.drawable.ic_wrench);
    toolbar.setNavigationOnClickListener(new View.OnClickListener() {
        @Override
        public void onClick(View v) {

```

```
drawer.openDrawer(Gravity.LEFT);
    });

myDragEventListener = new MyDragEventListener();
contentMainLayout = (FrameLayout) findViewById(R.id.contentMainLayout);
contentMainLayout.setOnDragListener(myDragEventListener);

vibrator = (Vibrator) getSystemService(Context.VIBRATOR_SERVICE);
ionizerViews = new ArrayList<>();
etRoomLength = (EditText) findViewById(R.id.etRoomLength);
etRoomWidth = (EditText) findViewById(R.id.etRoomWidth); }
```

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 ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У даній роботі наведена модель розподілення концентрації від'ємних аероіонів на нахиленій площині, яка базується на використанні двох математичних моделей розподілення від'ємних аероіонів: для горизонтальної площини і для нахиленої. Також був розроблений програмний модуль проектування розміщення аероіонізаційного джерела у закритому приміщенні. Перевагами такої комбінованої моделі є забезпечення заданої концентрації аероіонів в приміщенні з економією коштів за рахунок зменшення витрат на кількість іонізаційного обладнання. Також такий спосіб використання джерел аероіонів забезпечує потрапляння необхідної кількості аероіонів у місця, що є важкодоступними для охоплення аероіонізацією великих площ. Програмний модуль розроблений в Android Studio для операційної системи андроїд (для версії 4.2 – 5.0). Розроблена система є мобільною та дозволяє її використання у будь-який час з будь-якого мобільного пристрою з встановленою ОС Android вказаних версій ([Глоба, & Кот, 2012](#)). Дана перевага мобільної системи є науковою новизною у даній проблемній області. Система дозволяє ефективно автоматизувати процес розміщення аероіонізаційних приладів, внаслідок чого відбувається розміщення робочих місць в найбільш сприятливе місце для роботи.

Розроблений програмний продукт може бути застосований в учбових приміщеннях та лабораторіях ВНЗ, у виробничих приміщеннях великих та малих підприємствах, а також у медичних закладах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Глоба, Л. С., & Кот, Т. М. (2012). *Розробка інформаційних ресурсів та систем*. Київ: НТУ «КПІ».
- Дубініна, О. В., & Строкань, О. В. (2014). Автоматизація процесу проектування розташування штучних джерел у приміщеннях з горизонтальною площиною. *Збірник наукових праць магістрантів та студентів «Інформаційні технології проектування»*, 43-49. Мелітополь: ТДАТУ.
- Мещеряков, А. Ю., & Федотов, Ю. А. (1998). Проблемы оценивания аэроионного состояния среды обитания. *Приборы и системы управления*, (11), 75-79.
- Строкань, О. В., & Литвин, Ю. О. (2016). Програмний модуль проектування розміщення аероіонізаційних систем. *Тематичний збірник наукових праць «Системи обробки інформації» Харківського університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*, 5(121), 97-100.
- Строкань, О. В., & Стрелкова, М. А. (2015). Програмна реалізація задачі забезпечення проектування процесу іонізації. *Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»*. Серія «Нові рішення в сучасних технологіях», 62(1171), 94-98.
- Строкань, О. В., & Стрелкова, М. А. (2015). Розробка програмного забезпечення для оптимізації процесу іонізації. *Збірник наукових праць магістрантів та студентів «Інформаційні технології проектування»*, 130-133. Мелітополь: ТДАТУ.
- Bricard, J. (1972). Formation and properties of neutral ultrafineparticles and small ions conditioned by gaseous impurity of theair. *J. of Colloid and Interface Science*, (39), 42-58.
- Hagen, D. E., Yue, P. C., & Kassner, J. L. (1975). Mobility of intermediate sized aqueous ions in neutral gas. *J. of Colloidand Interface Science*, (52), 526-537.
- Horrak, U., Salm, J., & Tammet, H. (2000). Statistical characterization of air ion mobility spectra at Thkuse Observatory: Classification of air ions. *J. of Geophysical Research. Atmospheres*, (105), 9291-9302.
- Larochell, S., & Talebpour, A. (1998). Coulomb effect in multiphoton ionization of rare-gas atoms. *Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics*, 31(6), 1215.
- Liu, L., Guo, J., & Sheng, L. (2000). The effect of wire heating and configuration on ozone emission in a negative ion generator. *J. of Electrostatics*, (48), 81-91.
- Nagato, K., Matsui, Y., Miyata, T., & Yamauchi, T. (2006). An analysis of the evolution of negative ions produced by a corona ionizer in air. *Intern. J. of Mass Spectrometry*, (248), 142-147.
- Todd, J. F. (1991). Recommendations for Nomenclature and Symbolism for Mass Spectroscopy (including an appendix of terms used in vacuum technology). *Pure & Appl. Chem.*, 63(10), 1541-1566.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- Globa, L., & Cot, T. (2012). *Development of information resources and systems*. Kyiv: NTU «KPI». (in Ukrainian)
- Dubinina, O., & Strokan, O. (2014). Automation of the design process for placement of artificial sources in buildings with horizontal planes. *Proceedings of masters and students «Information Technologies»*, 43-49. Melitopol: TSAU. (in Ukrainian)
- Meshcheryakov, A., & Fedotov, Yu. (1998). Evaluation problems of aerial ion conditions of the life environment. *Devices and control system*, (11), 75-79. (in Russian)
- Strokan, O. V., & Lytvyn, Yu. O. (2016). Software module design the placement aereonatica systems. *Thematic collection of scientific papers «Information Processing» of Kharkiv University of Air Forces named after Ivan Kozhedub*, 5(121), 97-100. (in Ukrainian)
- Strokan, O. V., & Strelkova, M. A. (2015). Software implementation the task of ensuring the design of the ionization process. *Bulletin of National technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»*, series «New solutions in modern technologies», 62(1171), 94-98. (in Ukrainian)
- Strokan, O. V., & Strelkova, M. A. (2015). Development of software for optimization of the ionization process. *Collection of scientific works of undergraduates and students «Information technologies of design»*, 130-133. Melitopol: TSAU. (in Ukrainian)

- Bricard, J. (1972). Formation and properties of neutral ultrafineparticles and small ions conditioned by gaseous impurity of the air. *J. of Colloid and Interface Science*, (39), 42-58. (in English)
- Hagen, D. E., Yue, P. C., & Kassner, J. L. (1975). Mobility of intermediate sized aqueous ions in neutral gas. *J. of Colloid and Interface Science*, (52), 526-537. (in English)
- Horrak, U., Salm, J., & Tammet, H. (2000). Statistical characterization of air ion mobility spectra at Thkuse Observatory: Classification of air ions. *J. of Geophysical Research. Atmospheres*, (105), 9291-9302. (in English)
- Larochell, S., & Talebpour, A. (1998). Coulomb effect in multiphoton ionization of rare-gas atoms. *Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics*, 31(6), 1215. (in English)
- Liu, L., Guo, J., & Sheng, L. (2000). The effect of wire heating and configuration on ozone emission in a negative ion generator. *J. of Electrostatics*, (48), 81-91. (in English)
- Nagato, K., Matsui, Y., Miyata, T., & Yamauchi, T. (2006). An analysis of the evolution of negative ions produced by a corona ionizer in air. *Intern. J. of Mass Spectrometry*, (248), 142-147. (in English)
- Todd, J. F. (1991). Recommendations for Nomenclature and Symbolism for Mass Spectroscopy (including an appendix of terms used in vacuum technology). *Pure & Appl. Chem.*, 63(10), 1541-1566. (in English)

Матеріал надійшов до редакції 13 липня 2017