

DOI: 10.32347/2076-815x.2022.80.48-58

УДК 628.5:613.6(045)

к. пед. н., доцент **Бурдейна Н.Б.**,

burdeina.nb@knuba.edu.ua, ORCID:0000-0002-2812-1387, H-index - 4,

Київський національний університет будівництва і архітектури

## ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОІОННОГО РЕЖИМУ ПОВІТРЯ НАВЧАЛЬНИХ ПРИМІЩЕНЬ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗАСОБІВ ЙОГО НОРМАЛІЗАЦІЇ

*Проведено дослідження динаміки концентрацій  $n^+$  і  $n^-$  аероіонів у навчальних приміщеннях упродовж навчального дня. Отримані результати дозволяють дійти висновку, що присутність та кількість людей у приміщенні суттєво не впливає на концентрації аероіонів. Значне зниження концентрацій відбувається при зміні кількості людей, присутніх в аудиторії, тобто можна зробити висновок, що деіонізація повітря відбувається через осідання аероіонів на дрібнодисперсний пил, що утворюється в результаті пересування людей. Упродовж наступного часу концентрації підвищуються. Зміни концентрацій аероіонів значно нижче у приміщеннях з витяжною вентиляцією. Це обумовлено більшою інфільтрацією зовнішнього повітря. З підвищенням концентрацій аероіонів у зовнішньому повітрі відмінності від концентрацій аероіонів у невентильованих приміщеннях збільшуються. Проведено дослідження концентрацій аероіонів в офісних приміщеннях, які підтвердили мінімальний вплив людей на цей показник. Встановлено, що застосування серійного зволожувача підвищує концентрації аероіонів. Це робить доцільним застосування зволожувачів принаймні у спеціалізованих навчальних приміщеннях та лабораторіях.*

*Ключові слова: аероіони; навчальні приміщення; деіонізація; витяжна вентиляція; зволожувач повітря.*

**Постановка проблеми.** Концентрації аероіонів є важливим показником якості повітря приміщень будь-якого призначення. Тому вони регламентуються міжнародним стандартом [1]. В Україні цей параметр визначається гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. У першому випадку вимагається мінімальна кількість аероіонів обох знаків  $500 \text{ см}^{-3}$ , у другому – негативних не менше  $600 \text{ см}^{-3}$ , позитивних не менше –  $400 \text{ см}^{-3}$ , що з огляду на реальні концентрації аероіонів в атмосферному повітрі не становить принципової різниці. Більшість досліджень щодо іонізації повітря стосуються виробничих умов промислових підприємств та житлових приміщень. При цьому залишаються поза увагою навчальні приміщення закладів освіти. В

той же час такі приміщення мають певну специфіку використання. По-перше, у них перебуває велика кількість людей, яка постійно змінюється. По-друге, у таких приміщеннях перебувають молоді люди, часто неповнолітні, що потребує особливого піклування про стан їхнього здоров'я та працездатності. На сьогоднішній день відсутні надійні дані, щодо динаміки аероіонного складу повітря у навчальних приміщеннях закладів освіти, зокрема зміни концентрації аероіонів обох полярностей у залежності від кількості студентів, мікрокліматичних показників тощо. Це потребує проведення ретельних натурних вимірювань, що дозволить розробити адекватні заходи щодо підтримання концентрації аероіонів на нормативному рівні.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** прикладних розробок щодо впливу комплексу мікрокліматичних показників та інших фізичних факторів на аероіонний режим приміщень свідчить про їх прямий та опосередкований зв'язок [2, 13, 14, 15, 19]. При цьому, як правило, спостерігається іонізація повітря. Головними чинниками деіонізації повітря в офісних приміщеннях є системи охолодження та нагріву повітря, системні блоки персональних комп'ютерів, електризація полімерних поверхонь [3, 11, 16, 17, 18]. Але ці чинники не притаманні більшості навчальних аудиторій. У той же час присутність великої кількості людей змінює мікрокліматичні показники середовища, які певним чином впливають на концентрації аероіонів [4, 5]. Через деіонізацію повітря значна увага приділяється його штучній іонізації. У роботах [6, 7] обґрунтовано застосування, а у публікації [8, 12, 20] – надано засади практичної реалізації ультразвукової іонізації повітря з регулюванням кількості аероіонів обох полярностей. При цьому залишається нез'ясованим вплив присутності людей на показник концентрацій аероіонів. Результати наведені у [9, 10] дозволяють дійти висновку про неоднозначний, а можливо і мінімальний, вплив присутності людей (принаймні у приміщеннях великих об'ємів) на концентрації аероіонів.

**Формулювання цілей.** Потребує дослідження динаміка зміни концентрацій аероіонів у навчальних приміщеннях упродовж дня при проведенні навчальних занять. Це дозволить зробити висновки щодо переліку та вмісту організаційно-технічних заходів нормалізації та підтримання концентрації аероіонів на прийнятному рівні.

**Актуальність і новизна дослідження.** Дія аероіонів на організм залежить від їх кількості й електричної природи. Аероіони подразнюють сприймаючі нервові апарати легень, а також надходять у кров, де віддають свої електричні заряди її елементам. Дослідження концентрації аероіонів, їх змін у просторі і часі, а також розроблення організаційно-технічних заходів їх нормалізації у

навчальних аудиторіях є актуальною науково-практичною проблемою цивільної безпеки, яка потребує свого вирішення.

**Мета дослідження.** Вивчення динаміки зміни концентрацій аероіонів у навчальних приміщеннях загального призначення та розроблення заходів щодо їх нормалізації та підтримання на рівні, визначеному нормами.

**Методи і методики дослідження.** Вимірювання концентрацій аероіонів обох полярностей  $n^+$  і  $n^-$  здійснювалося з використанням переносного малогабаритного лічильника аероіонів МАС-01 відповідно до інструкції з експлуатації. Враховуючи велику похибку таких приладів (до 40 %) у кожній серії здійснювалося 20 вимірювань, а середні значення вносилися до протоколу. Температура і відносна вологість повітря контролювалися каліброваним приладом СХ-601D. Радіаційний фон вимірювався професійним радіометром СРП-88П. Спрямований рух повітря анемометром Anemometer.

Дослідження виконувалося у стандартних навчальних аудиторіях з природною вентиляцією об'ємами 160-200 м<sup>3</sup>. Під час вимірювань були присутні 15-20 студентів. Температура у приміщеннях перебувала у межах 21-23°C. Відносна вологість повітря становила 44-47%. Радіаційний фон складав 0,11-0,12 мкЗв/год. Швидкість спрямованого руху повітря не перевищувала 0,1 м/с.

**Результати дослідження та їх обґрунтування.** Вимірювання здійснювалися у кожній навчальній аудиторії впродовж навчального дня. Кожне заняття традиційно позначалася як 1, 2, 3 пара. Результати вимірювань концентрації аероіонів у приміщеннях з витяжною вентиляцією наведено у таблиці 1. Вимірювання здійснювалося в 9:00 до 14:00 за київським часом в навчальній аудиторії розташованій на 4-му поверсі.

Таблиця 1

Зміна концентрації аероіонів впродовж навчального дня у приміщеннях з витяжною вентиляцією.

Час вимірювання		Показники концентрації		
		$n^+$ , см <sup>-3</sup>	$n^-$ , см <sup>-3</sup>	$\Pi$
I пара	початок	520	470	+0,05
	закінчення	500	460	+0,04
II пара	початок	420	410	+0,01
	закінчення	480	470	+0,01
III пара	початок	460	420	+0,04
	закінчення	470	390	+0,09

$\Pi$  – коефіцієнт полярності:

$$\Pi = \frac{n^+ - n^-}{n^+ + n^-}$$

Аналогічні вимірювання було проведено у приміщенні. Де витяжна вентиляція відсутня (Таблиця 2).

Таблиця 2

Зміна концентрації аероіонів впродовж навчального дня у приміщеннях без витяжної вентиляції.

Час вимірювання		Показники концентрації		
		$n^+$ , $\text{см}^{-3}$	$n^-$ , $\text{см}^{-3}$	$\Pi$
I пара	початок	490	410	+0,1
	закінчення	480	400	+0,1
II пара	початок	350	320	+0,04
	закінчення	420	390	+0,03
III пара	початок	330	310	+0,03
	закінчення	340	290	+0,08

Аналіз даних, наведених у таблиці 2 свідчить, що упродовж першої навчальної пари в обох приміщеннях зниження концентрації аероіонів незначне. Але спостерігається стійка закономірність різкого зниження концентрації у проміжок часу між закінченням однієї пари і початком наступної. З цих фактів можна зробити наступні висновки. Наявність людей в навчальних аудиторіях великих об'ємів не впливає на концентрацію аероіонів. Це спростовує думку, що аерозолі, які утворюються в процесі дихання людей є головним фактором деіонізації повітря у приміщеннях. У той же час, коли одні студенти залишають аудиторію, а інші заходять до неї, відбувається різке зниження іонізації. Це можна пояснити тільки збільшенням концентрації дрібнодисперсного пилу в повітрі, на який інтенсивно осідають аероіони. У подальшому через надходження зовнішнього повітря і осідання пилу аероіонізація повітря частково відновлюється. При цьому цей процес у приміщеннях з витяжною вентиляцією відбувається більш інтенсивно. Загальне зниження аероіонів впродовж дня, особливо у приміщеннях без витяжної вентиляції, можна пояснити електризацією полімерних поверхонь в аудиторіях. Процес деіонізації повітря у приміщеннях без вентиляції можуть ще більше відрізнитися за високої якості повітря за межами приміщення. У процесі досліджень показники повітря складали  $n^+ - 580-600 \text{ см}^{-3}$ ,  $n^- - 480-490 \text{ см}^{-3}$ , тому за рахунок невеликої інфільтрації, за підвищення концентрації аероіонів у атмосферному повітрі, у вентилярованому приміщенні аероіонний режим буде більш сприятливий.

Для перевірки можливого впливу перебування людей та стану атмосферного повітря отримані результати були порівняні із результатами раніше отриманих вимірювань концентрації аероіонів у житлових та офісних приміщеннях (таблиця 3).

Таблиця 3

## Концентрація аероіонів у житлових та офісних приміщеннях.

Дата, час і місце і умови вимірювання	Показники мікроклімату			Показники аероіонізації			Площа приміщення, м <sup>2</sup>	Об'єм приміщення, м <sup>3</sup>	Кількість працюючих осіб, N
	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с	n <sup>+</sup> , см <sup>-3</sup>	n <sup>-</sup> , см <sup>-3</sup>	П			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20.07.2021 18:30 – 18:50 Житлове приміщення (перед дощем)	30,0	55	0,01-0,04	120	410	-0,52	21	59,9	-
				150	380	-0,43			
				180	320	-0,32			
20.07.2021 22:00 – 22:30 Житлове приміщення (після сильного дощу з грозою)	29,0	62	0,03-0,14	790	830	-0,02			
				830	600	+0,15			
				800	670	+0,09			
21.07.2021 06:00 – 6:30 Житлове приміщення (легкий дощ)	28,6	61	0,02-0,11	580	460	+0,12	-	-	-
				640	510	+0,10			
				750	470	+0,19			
21.07.2021 9:00 – 9:30 На відкритому повітрі (вул. Еспланадна) (дуже легкий дощ)	22,3	70,1	0,5 – 1.8	780	670	+0,08			
				740	650	+0,05			
				750	610	+0,09			
21.07.2021 10:00 – 10:20 НТЦ «Гулівер», 29 поверх, каб. 17, «Нафтогаз ІТ»	23,7	62,3	0,04-0,07	810	810	0,0	37,3	123,1	8
				780	770	+ 0,02			
				770	750	+0,01			
21.07.2021 10:30 – 10:50 НТЦ «Гулівер», 29 поверх, каб. 5, «Нафтогаз ІТ»	24,0	61,3	0,02-0,06	720	770	-0,03	60	198,0	20
				680	500	+0,09			
				530	530	+0,01			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21.07.2021 11:00 – 11:20 НТЦ «Гулівер», 29 поверх, каб.7, «Нафтогаз ІТ» (працює УЗ- зволожувач повітря Valore)	23,9	70,1 (біля Valore- 73,6%)	0,03-0,09	780	980	-0,12	6,21	17,4	2
				840	890	-0,03			
				860	880	-0,02			
21.07.2021 12:00 – 12:30 На відкритому повітрі (вул. Еспланадна) (сухо, сонячно)	23,2	62,9	0,5 – 1,5	540	580	-0,03	-		
				600	510	+0,08			
				630	520	+0,09			

Як видно з наведених даних присутність персоналу в офісних приміщеннях у відношенні до їх об'ємів суттєво не впливає на іонізацію повітря. Що підтверджує результати, отримані для навчальних приміщень. Слід відмітити позитивний вплив звичайного зволоження повітря на концентрацію аероіонів у повітрі. Враховуючи малу вартість зволожувача порівняно із вартістю серійних іонізаторами повітря. Такі пристрої доцільно застосовувати у навчальних приміщеннях, принаймні спеціалізованих – комп'ютерних класах, фізичних, електротехнічних лабораторіях та лабораторіях з дослідження будівельних матеріалів із великим вмістом пилу у повітрі.

#### **Висновки та рекомендації щодо подальших досліджень.**

1. Вимірювання змін концентрацій аероіонів упродовж навчального дня у навчальних приміщеннях свідчать, що найвагомим фактором деіонізації є дрібнодисперсний пил, який присутній у повітрі через пересування студентів під час перерви, які покидають або заходять в аудиторії.

2. Порівняння даних отриманих для навчальних приміщень з витяжною вентиляцією та без неї, свідчать, що аероіонний режим у вентиляваному приміщенні більш стабільний. Ця різниця зростає із підвищенням якості зовнішнього повітря через більш інтенсивну інфільтрацію.

3. Дослідження аналогічних показників для офісних приміщень показали, що постійна присутність персоналу також не впливає на аероіонний режим приміщень, тобто ці результати також можуть бути застосованими для адміністративних приміщень. Серійний зволожувач повітря підвищує концентрацію аероіонів обох полярностей обох іонів обох полярностей, тому їх доцільно застосовувати принаймні у спеціалізованих навчальних аудиторіях.

### Список використаних джерел

1. Standard of Building Biology Testing Methods: SBM–2015 [acting from July 2008]. Germany: Institut für Baubiologie +Ökologie IBN. 2015. 2 p. URL: <https://buildingbiology.com/site/wp-content/uploads/standard-2015-englisch.pdf>
2. Фізіолого-гігієнічна оцінка мікроклімату сучасних офісних приміщень та адаптаційні реакції організму офісних працівників / Назаренко В.І., Терещенко П.С., Палійчук С.П. та ін. // *Український журнал з проблем медицини праці*. 2014. № 2. С. 41–47.
3. B. Bolibrukh, V. Glyva, N. Kasatkina, L. Levchenko, O. Tykhenko, O. Panova, O. Bogatov, T. Petrunok, I. Aznaurian, & S. Zozulya. Monitoring and management ion concentrations in the air of industrial and public premises. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022/2/25. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, – 1(10(115)). P. 24-30. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253110>
4. Marchenko V.G. Research of the Temperature and Humidity Processes in the Air Conditioning Apparatus Varying Air Ion Concentration. *PROBLEMELE ENERGETICII REGIONALE*, 2015, 3(29): P. 86-91.
5. Глива В.А. Вплив мікрокліматичних параметрів на аероіонізацію повітря виробничого середовища / Л.О. Левченко, О.В. Панова, О.М. Тихенко // Науково технічний збірник «Містобудування та територіальне планування», – 2018. Вип. № 68, С.108-116.
6. Ченчевой В.В., Сукач С.В., Ченчева О.О., Федорова Н.С., Григор'єва Д.С. Дослідження параметрів гідроаероіонного складу повітря робочого приміщення з ультразвуковою іонізацією. *Вісті Донецького гірничого інституту*. 2020. Вип. № 2(47). С. 168–174. <https://doi.org/10.31474/1999-981x-2020-2-168-175>.
7. Ченчевой В., Данова К., Ченчева О., Перекрест А., Григор'єва Д. (2020). Наукове обґрунтування оптимізації складу гідроаероіону в громадських приміщеннях для осіб з особливими потребами. *Проблеми охорони праці в Україні*, 36 (4), 8-15. <https://doi.org/10.36804/nndipbor.36-4.2020.8-15>
8. Біполярний іонізатор повітря. Патент 149755, Україна МПК 2021.01. F24F 1/00; Винахідники: Азнаурян І.О., Богатов О.І., Левченко Л.О., Матвєєва О.Л., Панова О.В., Ченчева О.О. Володілець: Азнаурян І.О., Богатов О.І., Левченко Л.О., Матвєєва О.Л., Панова О.В., Ченчева О.О. № u 2021 03956; заявл. 07.07.2021; опубл. 01.12.2021, Бюл. № 48.
9. Exposure to Air Ions in Indoor Environments: Experimental Study with Healthy Adults / Wallner P., Kundi M., Panny M., Tappler P., Hutter H.-P. // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2015. Vol. 12, Issue 11. P. 14301–14311. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph121114301>.
10. Визначення параметрів оптимальної комфортності у робочій зоні приміщення за показниками повітряного середовища / Запорожець О.І., Сукач С.В., Галаган О.Г., Козловська Т.Ф. // *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2017. Вип. 1 (102). С. 17-21.
11. Панова О.В., Левченко Л.О., Теслицький І.А.. Дослідження аероіонізації повітря у приміщеннях з експлуатації комп'ютерної техніки. Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст». Серія: Технічні науки та архітектура. 2021. Том 4 № 164. С. 215-219.
12. Касаткіна Н.В., Панова О.В., Ніколаєв К.Д. Інноваційні підходи до нормалізації якості повітря виробничого середовища. Збірник наукових праць «Системи управління навігації та зв'язку». Полтава. 2021. Вип. №4 (66) С. 87-89.
13. Панова О.В. Актуальні проблеми нормування фізичних факторів при експлуатації засобів обчислювальної техніки. Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст». Серія: Технічні науки та архітектура. – 2021. Вип. 6 (166). С. 169-174. DOI 10.33042/2522-1809-2021-6-166-169-174.
14. Подольцев А.Д., Кучерявая И.Н. Многомасштабное моделирование в электротехнике. К.: Институт электродинамики НАН Украины, 2011. 255 с.

15. Глива В.А. Вплив мікрокліматичних параметрів на аероіонізацію повітря виробничого середовища / Л.О. Левченко, О.В. Панова, О.М. Тихенко // Науково-технічний збірник «Містобудування та територіальне планування», – 2018. Вип. № 68, С.108-116.

16. Глива В.А., Левченко Л.О., Тихенко О.М. Методи визначення концентрацій аероіонів у приміщеннях та моделювання їх змін. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2018. Вип. 4 (50). С. 157-160.

17. Сукач С.В., Сидоров О.В. Методологічні засади підвищення якості контролю аероіонного складу повітря виробничого середовища // Проблеми охорони праці в Україні. 2016. № 32. С. 127-133.

18. Сидоров О.В., Глива В.А. Вплив електростатичних полів на концентрації легких аероіонів на робочому місці оператора ПЕОМ. *Строительство, материаловедение, машиностроение. Серия: Безопасность жизнедеятельности*. 2013. Вып. 71. Т. 2. С. 176-183.

19. Noakes C.J. Modelling the air cleaning performance of negative air ionisers in ventilated rooms / C.J. Noakes, P.A. Sleigh, C.B. Beggs // Proceeding of the 10 th Int. Conference on Air Distribution in Rooms (Roomvent 2007), 13 – 15 June 2007. - Helsinki, 2007. – 11 p.

20. Sukach S., Kozlovs'ka T., Serhiienko I., Khodakovskyy O., Liashok I, Kipko O. Studying and substantiation of the method for normalization of air-ionic regime at industrial premises at the ultrasonic ionization of air. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 4/10 (94). P. 36–45 <https://doi.org/10.15587/36-45> 1729-4061.2018.141060.

Ph.D., associate professor **Nataliia Burdeina**,  
Kyiv national university of constructijn and architecture

## **RESEARCH OF AEROIONAL AIR REGIME OF TRAINING FACILITIES AND DETERMINATION OF MEANS OF ITS NORMALIZATION**

Concentrations of air ions are an important indicator of indoor air quality, regardless of the purpose of the premises. Therefore, the concentrations of air ions are regulated by international standards. In Ukraine, the concentrations of air ions are determined by the hygienic labour classification according to the indicators of harmfulness and danger of production environmental factors, the severity and intensity of the labour process. The research of the concentration of air ions, their changes in space and time, as well as the development of organizational and technical measures for their normalization in training facilities is an urgent scientific and practical problem of civil security, which needs to be solved. The aim of the research was to study the dynamics of air ions concentrations changes in general-purpose training facilities and to develop measures for normalization and maintaining them at the level determined by the norms. For this purpose, the research of the dynamics of concentrations of  $n^+$  and  $n^-$  air ions in training facilities during the school day was undertaken. The obtained measurement results allow us to make the following conclusions and provide recommendations. Measurements of changes in air ion concentrations during the school day in training facilities show that the most significant factor in deionization is finely dispersed dust, which is present in the air due to the movement of students during breaks, who leave and enter the classroom. A comparison of the data obtained



for training facilities with and without exhaust ventilation shows that the air ion regime in the ventilated room is more stable. This difference increases with increasing ambient air quality due to more intense infiltration. The researches of similar indicators for office facilities have shown that the constant presence of staff also does not affect the air ion regime of the premises, i.e. these results can also be applied to the administrative facilities of higher education institutions. The serial humidifier increases the concentration of air ions of both polarities, so it is advisable to use them at least in specialized classrooms.

Key words: air ions; training facilities; deionization; exhaust ventilation; humidifier.

### REFERENCES

1. Standard of Building Biology Testing Methods: SBM–2015 [acting from July 2008]. Germany: Institut für Baubiologie +Ökologie IBN. 2015. 2 p. URL: <https://buildingbiology.com/site/wp-content/uploads/standard-2015-englisch.pdf>. {in English}.

2. Fizioloho-hihienichna otsinka mikroklimatu suchasnykh ofisnykh prymishchen ta adaptatsiini reaktsii orhanizmu ofisnykh pratsivnykiv / Nazarenko V.I., Tereshchenko P.S., Paliichuk S.P. ta in. // Ukrainskyi zhurnal z problem medytsyny pratsi. 2014. № 2. S. 41-47. {in Ukrainian}.

3. B. Bolibrukh, V. Glyva, N. Kasatkina, L. Levchenko, O. Tykhenko, O. Panova, O. Bogatov, T. Petrunok, I. Aznaurian, & S. Zozulya. Monitoring and management ion concentrations in the air of industrial and public premises. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022/2/25. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, – 1(10(115)). P. 24-30. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253110>. {in English}.

4. Marchenko V.G. Research of the Temperature and Humidity Processes in the Air Conditioning Apparatus Varying Air Ion Concentration. *PROBLEMELE ENERGETICII REGIONALE*, 2015, 3(29): P. 86-91. {in English}.

5. Hlyva V.A. Vplyv mikroklimatychnykh parametriv na aeroionizatsiiu povitria vyrobnychoho seredovyscha / L.O. Levchenko, O.V. Panova, O.M. Tykhenko // *Naukovo tekhnichniy zbirnyk «Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia»*, – 2018. Vyp. № 68, S.108-116. {in Ukrainian}.

6. Chenchevoi V.V., Sukach S.V., Chencheva O.O., Fedorova N.S., Hryhorieva D.S. Doslidzhennia parametriv hidroaeroionnoho skladu povitria robochoho prymishchennia z ultrazvukovoiu ionizatsiiu. *Visti Donetskoho hirnychoho instytutu*. 2020. Vyp. № 2(47). S. 168–174. <https://doi.org/10.31474/1999-981x-2020-2-168-175>. {in Ukrainian}.

7. Chenchevoi V., Danova K., Chencheva O., Perekrest A., Hryhorieva D. (2020). Naukove obhruntuvannia optymizatsii skladu hidroaeroinu v hromadskykh prymishchenniakh dlia osib z osobymy potrebamy. Problemy okhorony pratsi v Ukraini, 36 (4), 8-15. <https://doi.org/10.36804/nndipbop.36-4.2020.8-15>. {in Ukrainian}.
8. Bipoliarnyi ionizator povitria. Patent 149755, Ukraina MPK 2021.01. F24F 1/00; Vynakhidnyky: Aznaurian I.O., Bohatov O.I., Levchenko L.O., Matvieieva O.L., Panova O.V., Chencheva O.O. Volodilets: Aznaurian I.O., Bohatov O.I., Levchenko L.O., Matvieieva O.L., Panova O.V., Chencheva O.O. № u 2021 03956; zaiavl. 07.07.2021; opubl. 01.12.2021, Biul. № 48. {in Ukrainian}.
9. Exposure to Air Ions in Indoor Environments: Experimental Study with Healthy Adults / Wallner P., Kundi M., Panny M., Tappler P., Hutter H.-P. // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2015. Vol. 12, Issue 11. P. 14301–14311. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph121114301>. {in English}.
10. Vyznachennia parametriv optimalnoi komfortnosti u robochoi zoni prymishchennia za pokaznykamy povitrianoho seredovyscha / Zaporozhets O.I., Sukach S.V., Halahan O.H., Kozlovska T.F. // Visnyk Kremenchutskoho natsionalnoho universytetu imeni Mykhaila Ostrohradskoho. 2017. Vyp. 1 (102). S. 17–21. {in Ukrainian}.
11. Panova O.V., Levchenko L.O., Teslytskyi I.A.. Doslidzhennia aeroionizatsii povitria u prymishchenniakh z ekspluatatsii kompiuternoï tekhniky. Naukovo-tekhnichnyy zbirnyk «Komunalne hospodarstvo mist». Serii: Tekhnichni nauky ta arkhitektura. 2021. Tom 4 № 164. S. 215-219. {in Ukrainian}.
12. Kasatkina N.V., Panova O.V., Nikolaiev K.D. Innovatsiini pidkhody do normalizatsii yakosti povitria vyrobnychoho seredovyscha. Zbirnyk naukovykh prats «Systemy upravlinnia navihatsii ta zviazku». Poltava. 2021. Vyp. №4 (66) S. 87-89. {in Ukrainian}.
13. Panova O.V. Aktualni problemy normuvannia fizychnykh faktoriv pry ekspluatatsii zasobiv obchysluvalno itekhniky. Naukovo-tekhnichnyi zbirnyk «Komunalne hospodarstvo mist». Serii: Tekhnichni nauky ta arkhitektura. - 2021. Vyp. 6 (166). S. 169-174. DOI 10.33042/2522-1809-2021-6-166-169-174. {in Ukrainian}.
14. Podoltsev A.D., Kucheriavaia Y.N. Mnohomasshtabnoe modelyrovanye v elektrotekhnike. K.: Instytut elektrodynamiky NAN Ukrainy, 2011. 255 s. {in Ukrainian}.
15. Hlyva V.A. Vplyv mikroklimatychnykh parametriv na aeroionizatsiiu povitria v vyrobnychoho seredovyscha / L.O. Levchenko, O.V. Panova, O.M. Tykhenko // Naukovotekhnichniy zbirnyk «Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia», – 2018. Vyp. № 68, S. 108-116. {in Ukrainian}/

16. Hlyva V.A., Levchenko L.O., Tykhenko O.M. Metody vyznachenni akontsentratsii aeroioniv u prymishchenniakh ta modeliuvanniaikh zmin. Systemy upravlinnia, navihatsii tazviazku. 2018. Vyp. 4 (50). S. 157-160. {in Ukrainian}.
17. Sukach S.V., Sydorov O.V. Metodolohichni zasady pidvyshchennia iakosti kontroliu aeroionnoho skladu povitria vyrobnychoho seredovyscha // Problemy okhorony pratsi v Ukraini. 2016. № 32. S. 127-133. {in Ukrainian}.
18. Sydorov O.V., Hlyva V.A. Vplyv elektrostatychnykh poliv na kontsentratsii lehkyykh aeroioniv na robochomumistsi operatora PEOM. Stroytelstvo, materyalovedenye, mashynostroenye. Seryia: Bezopasnost zhyznedeiatelynosti. 2013. Выр. 71. Т. 2. S. 176-183. {in Ukrainian}.
19. Noakes C.J. Modelling the air cleaning performance of negative air ionisers in ventilated rooms / C.J. Noakes, P.A. Sleigh, C.B. Beggs // Proceeding of the 10 th Int. Conference on Air Distribution in Rooms (Roomvent 2007), 13– 15 June 2007. - Helsinki, 2007. – 11 p. {in English}.
20. Sukach S., Kozlovska T., Serhiienko I., Khodakovskyy O., Liashok I, Kipko O. Studying and substantiation of the method for normalization of air-ionic regime at industrial premises at the ultrasonic ionization of air. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 4/10 (94). P. 36-45 <https://doi.org/10.15587/36-451729-4061.2018.141060>. {in English}.