

## МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

**Ігор Голод**

Харківський національний університет радіоелектроніки,

Україна, 61166, Харків, пр. Науки 14

E-mail: [ihor.holod@nure.ua](mailto:ihor.holod@nure.ua)

**Анотація:** Стаття присвячена аналізу параметрів мікроклімату приміщень для виробництва технічних засобів автоматизації. Зазначено необхідність кількісної оцінки п'яти нормованих показників мікроклімату: температури, відносної вологості, швидкості повітря, інтенсивності теплового випромінювання та температури поверхонь. Встановлено, що вимірювання цих параметрів слід проводити відповідно до стандартів, з урахуванням різних факторів, що впливають на мікроклімат робочих місць. Обговорено можливості використання автоматизованих систем вимірювання параметрів мікроклімату для забезпечення комфорту та безпеки працівників, а також для оптимізації технологічних процесів виготовлення різних деталей технічних засобів автоматизації.

**Ключові слова:** Мікроклімат, вимірювання, технічні засоби автоматизації датчик.

## METHODS OF MEASURING MICROCLIMATE INDICATORS IN PREMISES FOR THE PRODUCTION OF TECHNICAL MEANS OF AUTOMATION

**Ihor Holod**

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky av., 14

E-mail: [ihor.holod@nure.ua](mailto:ihor.holod@nure.ua)

**Annotation:** The article discusses the important aspects of controlling the microclimate parameters in premises for the production of automation technical means. It describes the necessity of quantitatively assessing five standardized indicators of microclimate: temperature, relative humidity, air velocity, thermal radiation intensity, and surface temperature. The measurements of these parameters should be conducted according to standards, taking into account various factors influencing the microclimate of workplaces. The possibilities of using automated systems for measuring microclimate parameters are discussed to ensure the comfort and safety of workers, as well as to optimize the technological processes of manufacturing various components of automation technical means..

**Key words:** Microclimate, measurement, automation technical means, sensor.

Мікроклімат – стан внутрішнього середовища приміщення, який визначається температурою, вологістю, інтенсивністю руху повітря і тепловим випромінюванням, тобто сукупністю факторів, які визначають тепловий стан людини.

Для визначення та контролю параметрів мікроклімату приміщень для виробництва технічних засобів автоматизації необхідно кількісно оцінити кожний нормований показник:

- температури  $t$ , °C;
- відносної вологості  $\varphi$ , %;
- швидкості повітря, м/с;
- Інтенсивність теплового випромінювання, Вт/м<sup>2</sup>;
- Температура поверхні  $t$ , °C [1-6];

Вимірювання показників мікроклімату з метою контролю їх відповідності гігієнічним вимогам мають проводитись в холодний період року - у дні з температурою зовнішнього повітря, що відрізняється від середньої температури найбільш холодного місяця зими не більше ніж на -5 °C, а в теплий період року - у дні з температурою зовнішнього повітря, що відрізняється від середньої температури спекотного місяця не більше ніж на 5 °C. Частота

вимірювань в обидва періоди року визначається стабільністю виробничого процесу, функціонуванням технологічного та санітарно-технічного обладнання /

При виборі ділянок та часу вимірювання слід враховувати всі фактори, що впливають на мікроклімат робочих місць (фази технологічного процесу, функціонування систем вентиляції та опалення). Вимірювання показників мікроклімату слід проводити не менше трьох разів на зміну (на початку, у середині та наприкінці). При коливаннях показників мікроклімату, пов'язаних із технологічними та іншими причинами, необхідно проводити додаткові виміри при найбільших та найменших величинах термічних навантажень на працюючих. Вимірювання слід проводити безпосередньо на робочих місцях. Якщо робочим місцем є кілька ділянок виробничого приміщення, виміри проводяться кожному з них [7].

При роботах, що виконуються сидячи, температуру та швидкість руху повітря слід вимірювати на висоті 0,1 і 1,0 м, відносну вологість повітря - на висоті 1,0 м від підлоги або робочого майданчика. При роботах, що виконуються стоячи, температуру та швидкість руху слід вимірювати на висоті 0,1 і 1,5 м, а відносну вологість повітря

– на висоті 1,5 м. За наявності джерел променистого тепла Мінімальна кількість ділянок вимірювання температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, теплове опромінення на робочому місці необхідно вимірювати від кожного джерела, маючи приймач приладу перпендикулярно падаючого потоку. Вимірювання слід проводити на висоті 0,5; 1,0 та 1,5 м від підлоги або робочого майданчика[8].

Температуру поверхонь слід вимірювати у випадках, коли робочі місця віддалені від них на відстань не більше 2 м. Температура кожної поверхні вимірюється аналогічно до вимірювання температури повітря. Відношення площі приміщення до кількості ділянок вимірювання наведено у таблиці 1.1

Таблиця 1.1 Відношення площі приміщення до ділянок вимірювання

Площа приміщення, м <sup>2</sup>	Кількість ділянок вимірювання
До 100	4
Від 100 до 400	8
Вище 400	Кількість ділянок визначається відстанню між ними

При оцінці температури та відносної вологості повітря на робочому місці за умови наявності джерел теплового випромінювання та повітряних потоків, рекомендується використовувати аспіраційні психрометри з обов'язковим використанням вентиляторів для забезпечення рівномірної швидкості потоку повітря через прилад. Це підвищує точність вимірювань. У випадку відсутності проміння тепла та повітряних потоків на робочому місці, можна використовувати психрометри без захисту від теплового випромінювання та потоку повітря. Також можуть використовуватися інші пристрої для окремого вимірювання температури та вологості повітря. На рисунку 1.1 зображено Аспіраційний психрометр.



Рис. 1.1 Психрометр аспіраційний MB-4M [9]

Швидкість руху повітря можна вимірювати різними типами анемометрів, такими як крильчаті, чашкові та інші. Крильчаті анемометри здатні вимірювати швидкість повітря в діапазоні від 0,3 до 5,0 м/с, тоді як чашкові - від 1 до 20 м/с. Для вимірювання невеликих значень швидкості повітря, особливо в умовах різноспрямованих потоків з меншею 0,5 м/с, можна використовувати термоанемометри та інші пристрої, такі як циліндричні та сферичні кататермометри, забезпечені захистом від теплового випромінювання.



Рис. 1.2 Крильчатий анемометр обертальної дії [10]

В основу роботи термоанемометра покладено принцип охолодження приймального тіла - датчика, що знаходиться в повітряному потоці і нагрівається електричним струмом. Принцип роботи кататермометра, що є спиртовим термометром з резервуаром до 20 мл, заснований на вимірюванні швидкості падіння температури при охолодженні від 38 до 35 °С, що дозволяє судити про рухливість навколишнього повітря.

Діапазон вимірювань та припустима похибка вимірювальних приладів повинні відповідати вимогам табл. 1.2.

Таблиця 1.2 Вимоги до вимірювальних приладів

Показник	Діапазон вимірювання	Граничне відхилення
Температура повітря за сухим термометром, °С	Від -30 до 50	±0,2
Температура повітря за змоченим термометром, °С	Від 0 до 50	±0,2
Температура поверхні, °С	Від 0 до 50	±0,5
Відносна вологість повітря, %	Від 0 до 90	±5,0
Швидкість руху повітря, м/с	Від 0 до 0,5	±0,05
Інтенсивність теплового випромінювання, Вт/м <sup>2</sup>	Від 10 до 350	±5,0

Температуру поверхонь можна вимірювати за допомогою контактних приладів, наприклад, електротермометрів, або дистанційно - за допомогою пірометрів та подібних пристроїв. Щодо інтенсивності теплового опромінення, рекомендується вимірювати її за допомогою приладів, які забезпечують широкий кут видимості датчика, близький до напівсфери (не менше 160 °С), та чутливі у інфрачервоній та видимій областях спектру, таких як актинометри, радіометри та інші. Робота цих пристроїв ґрунтується на поглинанні променевої енергії та її перетворенні в теплову, кількість якої ресструється різними методами.

**ВИСНОВКИ.** У статті розглянуто важливі аспекти контролю мікроклімату приміщень для виробництва технічних засобів автоматизації. Зокрема, описано необхідність кількісної оцінки п'яти нормованих показників: температури, відносної вологості, швидкості повітря, інтенсивності теплового випромінювання та температури поверхонь. Зазначені виміри можуть бути забезпечені за допомогою автоматизованих систем вимірювання параметрів мікроклімату[2], які дозволяють ефективно та точно збирати інформацію про умови праці. Ця інформація не лише важлива для забезпечення комфорту та безпеки працівників, але й є ключовою для оптимізації технологічних процесів виготовлення різних деталей технічних засобів автоматизації.

#### Список використаних джерел:

1. Ігнатенко Д. В., Боцман І. В. Розробка автоматизованої системи вимірювання параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях // Матеріали VII Міжнародної науково-технічної Internet-конференції «Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами», 26 листопада 2020. – К.: НУХТ, 2020. – С. 93-94.
2. Filipenko, O., Chala, O., Bortnikova, V., Sychova, O., & Botsman, I. (2019, September). Impact of Technological Operations Parameters on Moems Components Formation. In 2019 IEEE 8th International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers (CAOL) (pp. 371-374). IEEE.
3. V. Bortnikova, I. Nevliudov, I. Botsman and O. Chala, "Search Query Classification Using Machine Learning for Information Retrieval Systems in Intelligent Manufacturing," in CEUR Workshop Proceedings of the 15th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications: Integration, Harmonization, and Knowledge Transfer (ICTERI'2019), June 12-15, 2019, Kherson, Ukraine.

4. Невлюдов І. Ш. Технологічне забезпечення якості гнучких комутаційних структур: Монографія І. Ш. Невлюдов, І. В. Боцман, В. В. Невлюдова, Є. А. Разумов-Фризиук. – Кривий ріг : КК НАУ, 2018. – 256 с.

5. Igor Nevliudov, Olena Chala, Iryna Botsman, Oleksandr Klymenko, Maksym Vzhesnievskiy. Automation of Mathematical Modeling of Physical and Technological Processes in the Electronic Devices Manufacture // Proceedings of the XII International Scientific Conference «Functional Basis of Nanoelectronics» – Odessa, September 20-24, 2021. – PP. 74-77;

6. S. N. Kostarev, T. G. Sereda 2018 Microclimate Control System Development. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 450 (2018) 062013 doi:10.1088/1757-899X/450/6/062013

7. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень . – 1999 від 1999 – 12 – 01. – Київ: Міністерство Здорov'я України, 1999.

8. ДБН В. 2.5 – 67: 2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – Чинні від 2013 – 09 – 01. – Київ: Міненергобуд України, 2013.

9. Психрометр аспіраційний МВ-4М[Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу <https://analit-pribor.com.ua/uk/developments/psychrometr-prystrij-prynczup-roboty-typu-osnovni-vidminnosti-vid-gigrometra/>

10. Крильчастий анемометр [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу [https://brain.com.ua/ukr/Anemometr\\_Wintact\\_krilchatiy\\_0\\_3-30m\\_s\\_-10-45C\\_WT87A-p736890.html](https://brain.com.ua/ukr/Anemometr_Wintact_krilchatiy_0_3-30m_s_-10-45C_WT87A-p736890.html)

11. Attar, H., & et al.. (2022). Control System Development and Implementation of a CNC Laser Engraver for Environmental Use with Remote Imaging. Computational Intelligence and Neuroscience, 2022, Article ID 9140156, <https://doi.org/10.1155/2022/9140156>.

12. Lyashenko, V., Abu-Jassar, A.T., Yevsieiev, V., Maksymova, S. Automated Monitoring and Visualization System in Production, Int. Res. J. Multidiscip. Technovation, 5(6) 2023 09-18. <https://doi.org/10.54392/irjmt2362>

13. Nevliudov, I., & et al.. (2020). Method of Algorithms for Cyber-Physical Production Systems Functioning Synthesis. International Journal of Emerging Trends in Engineering Research, 8(10), 7465-7473.

14. Nevliudov, I., & et al.. (2021). GUI Elements and Windows Form Formalization Parameters and Events Method to Automate the Process of Additive CyberDesign CPPS Development. Advances in Dynamical Systems and Applications, 16(2), 441-455.

15. Nevliudov, I., & et al.. (2021). Development of a cyber design modeling declarative Language for cyber physical production systems, J. Math. Comput. Sci., 11(1), 520-542.

16. Khalid, M. S., Yevsieiev, V., Nevliudov, I. S., Lyashenko, V., & Wahid, R. (2022). HMI Development Automation with GUI Elements for Object-Oriented Programming Languages Implementation. International Journal of Engineering Trends and Technology, 70.1, 139-145