

ISSN 2307-5732  
DOI 10.31891/2307-5732

**Науковий журнал**

---



# **ВІСНИК**

**Хмельницького національного  
університету**

---

***Технічні науки***

---

ISSN 2307-5732

DOI 10.31891/2307-5732

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

5.2024

---

# ВІСНИК

**Хмельницького**

**національного**

**університету**

**Технічні науки**

---

**Technical sciences**

SCIENTIFIC JOURNAL

HERALD OF KHMELNYTSKYI NATIONAL UNIVERSITY

2024, Issue 5, Volume 341

Хмельницький

# Редакційний штат

## Головний редактор

### Микола СКИБА

д. т. н., професор, голова Вченої ради Хмельницького національного університету, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, заслужений працівник народної освіти України, член-кореспондент Національної академії педагогічних наук України, Україна

Профіль Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57204934613>

## Заступник головного редактора

### Олег СИНЮК

д. т. н., професор, проректор з наукової роботи Хмельницького національного університету, професор кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем, м. Хмельницький, Україна.

Профіль Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57196153541>

## Відповідальний секретар

### Сергій ГОРЯЩЕНКО

#### Горященко С. Л.

к.т.н., доцент, доцент кафедри машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем, заслужений винахідник України, керівник Лабораторії енергозберігаючих технологій Хмельницького національного університету, м. Хмельницький, Україна.

Профіль Scopus: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55855469200>

## **ВИКОРИСТАННЯ ІОНІЗАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ**

СЕРГІЙ БУРЛАКА, ТЕТЯНА БОРЕЦЬКА, ВІТАЛІЙ СИВАК (Автор)

221-226



PDF

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ АДСОРБЦІЇ ТЕКСТИЛЬНИХ БАРВНИКІВ НА ПОВЕРХНІ ПРИРОДНОГО СОРБЕНТУ ЦЕОЛІТУ**

МИРОСЛАВА КОВАЛЬ, ВЛАДИСЛАВ КУЗЬМЕНКО, НАТАЛІЯ РОМАНЕНКО, НАТАЛІЯ ФЕЩЕНКО (Автор)

227-239



PDF

## **РОЛЬ МИТНИХ ОРГАНІВ І ПРОЦЕДУР МИТНОГО ОФОРМЛЕННЯ У ФОРМУВАННІ БЕЗПЕКИ НА РИНКУ ПАРФУМЕРНО-КОСМЕТИЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ**

ЛЕСЯ ПЕЛИК, ДМИТРО САПОЖНИК (Автор)

240-247



PDF

## **ВПЛИВ ЗБОЮ CROWDSTRIKE НА МЕГА-ВИТІК ПАРОЛІВ: ЧИ Є ЗВ'ЯЗОК? Ч. 2**

ВАЛЕРІЯ СЛАТВІНСЬКА, В'ЯЧЕСЛАВ БЕВЗА (Автор)

248-259



PDF

## **УПРАВЛІННЯ РУХОМ ТРІЩИНИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ НЕВИБУХОВИХ РУЙНУЮЧИХ СУМІШЕЙ**

ІГОР ЩІПАНОВ, ВІКТОР ВОРОБІЙОВ (Автор)

260-263



PDF

## **ВИМІРЮВАННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕЮ ХВИЛЬОВОГО ФРОНТУ НА ОСНОВІ ФОРМИ СВІТЛОВОГО ВІДБИТКУ**

МАКСИМ ЯРОШЕНКО, ПЕТРО ЯГАНОВ (Автор)

264-269



PDF

## **ТЕХНОЛОГІЇ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ У СУЧАСНИХ ТЕПЛИЧНИХ ГОСПОДАРСТВАХ**

ІГОР БАБИН, ПАВЛО ЛУЦ, СЕРГІЙ РІПА (Автор)

270-274



PDF

## **КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ПРОМИВАННЯ ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК ІЗ ПОВІТРЯНИМИ І ГІДРО- ІНЖЕКТОРАМИ**

ГРИГОРІЙ КАЛЕТНИК, ВІТАЛІЙ ЯРОПУД, ІГОР БАБИН (Автор)

275-281



PDF

## **МУЛЬТИФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ СИГНАЛІВ ЄМНІСНИХ СЕНСОРІВ**

ГРИГОРІЙ БАРИЛО, РОМАН ГОЛЯКА, ОЛЕГ АДАМ'ЯК, АНДРІЙ САВИЦЬКИЙ, ВІТАЛІЙ ШКРІБИНЕЦЬ (Автор)

282-288

БУРЛАКА СЕРГІЙ

Вінницький національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0002-4079-4867>e-mail: [ipserhiy@gmail.com](mailto:ipserhiy@gmail.com)

БОРЕЦЬКА ТЕТЯНА

Вінницький національний аграрний університет

<https://orcid.org/0000-0002-7966-228X>e-mail: [boretska2002@ukr.net](mailto:boretska2002@ukr.net)

СИВАК ВІТАЛІЙ

Вінницький національний аграрний університет

e-mail: [vitalinho99@gmail.com](mailto:vitalinho99@gmail.com)

## ВИКОРИСТАННЯ ІОНІЗАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ

У статті досліджується використання іонізації в різних технологічних процесах та її вплив на підвищення ефективності, якості та екологічної безпеки. Іонізація, як фізичний процес, стає дедалі популярнішою технологією завдяки своїй здатності покращувати продуктивність та знижувати витрати в різних галузях промисловості, сільського господарства, водоочистки та обробки матеріалів.

Дослідження показують, що іонізація значно підвищує ефективність очищення повітря та води, знижуючи концентрацію шкідливих речовин і патогенів до безпечних рівнів. В аграрному секторі іонізація сприяє збільшенню врожайності, поліпшенню здоров'я рослин і тварин, а також підвищує стійкість продукції до мікробіологічного псування. У промислових процесах, таких як нанесення покриттів, іонізація дозволяє досягти більшої адгезії та довговічності покриттів, що сприяє збільшенню терміну служби виробів.

У статті також розглядаються сучасні досягнення в галузі іонізації та їхнє впровадження у практику, що дозволяє знизити енергетичні витрати та мінімізувати екологічний вплив технологічних процесів. Результати досліджень демонструють, що іонізація є перспективною технологією для широкого спектру застосувань, від промислових виробництв до екологічних та медичних програм.

Попри численні переваги, стаття підкреслює необхідність подальших наукових досліджень у цій сфері для розширення можливостей використання іонізації, особливо в галузях нанотехнологій, біомедицини та альтернативної енергетики. Автори роблять висновок, що іонізація може стати ключовою технологією майбутнього, здатною значно вплинути на розвиток індустрії та забезпечити сталий розвиток у різних галузях. Таким чином, іонізація є не лише потужним інструментом для поліпшення існуючих технологічних процесів, але й перспективним напрямом для створення нових, більш ефективних та екологічно безпечних рішень у виробництві, аграрному секторі та інших сферах діяльності.

Ключові слова: іонізація, процес, лінія, виробництво, технології

BURLAKA SERHIY, BORETSKA TETYANA, SYVAK VITALII

Vinnitsia National Agrarian University

## USE OF IONIZATION IN TECHNOLOGICAL PROCESSES

The article examines the use of ionization in various technological processes and its impact on increasing efficiency, quality and environmental safety. Ionization, as a physical process, is becoming an increasingly popular technology due to its ability to improve productivity and reduce costs in a variety of industrial, agricultural, water treatment, and material processing industries.

Studies show that ionization significantly increases the efficiency of air and water purification, reducing the concentration of harmful substances and pathogens to safe levels. In the agricultural sector, ionization helps to increase yield, improve the health of plants and animals, and also increases the resistance of products to microbiological deterioration. In industrial processes, such as coating, ionization allows to achieve greater adhesion and durability of coatings, which helps to increase the life of products.

The article also discusses modern achievements in the field of ionization and their implementation in practice, which allows to reduce energy costs and minimize the environmental impact of technological processes. Research results demonstrate that ionization is a promising technology for a wide range of applications, from industrial production to environmental and medical applications.

Despite the many advantages, the article emphasizes the need for further scientific research in this area to expand the possibilities of using ionization, especially in the fields of nanotechnology, biomedicine and alternative energy. The authors conclude that ionization can become a key technology of the future, able to significantly influence the development of the industry and ensure sustainable development in various industries. Thus, ionization is not only a powerful tool for improving existing technological processes, but also a promising direction for creating new, more efficient and environmentally safe solutions in production, the agricultural sector, and other spheres of activity.

Key words: ionization, process, line, production, technologies

### Постановка проблеми

Іонізація – це фізичний процес, в результаті якого відбувається відділення електрона від молекул або атомів газу. Цей процес призводить до утворення двох нових частинок з різним електричним зарядом: негативна частинка, яка здобула додатковий електрон, і позитивна частинка, яка його втратила. Сучасні побутові прилади включають в свою конструкцію фільтри, які не лише утримують частинки пилу та бруду, але й повністю нейтралізують шкідливі елементи. Мікрочастинки, що можуть стати потенційними загрозами, не проникають у внутрішнє приміщення. Головна мета фільтраційної системи в цьому випадку полягає в захисті внутрішнього механізму від великих частинок, що можуть вплинути на продуктивність та функціональність техніки. Таким чином, ця можливість має подвійне корисне значення для користувача.

Іонізація часто використовується у сучасній техніці відомих брендів для насичення повітря іонами срібла, які покращують здоров'я повітря за допомогою фільтрів. Найбільш основні аспекти для кліматотехніки з іонізацією є якість очищення повітря та продуктивність конструкції. Основні вимоги до інноваційної моделі полягають у ефективному контролі клімату та забезпеченні потрібної температури, а також виконанні інших важливих функцій.

Після грози повітря насичується негативно зарядженими аероіонами. Крім того, деякі рослини, гори і рух води сприяють іонізації повітря. Тому цей процес особливо виразно відчувається в гірських районах, на узбережжі моря і океану (особливо під час шторму), поблизу водоспадів та у густих хвойних лісах.

Звернемося до конкретних цифр, що демонструють інтенсивність утворення негативно заряджених аероіонів під впливом різних природних явищ:

- Хвойні дерева та морський/океанський прибіє сприяють утворенню 1000-5000 нових іонів в одному кубічному сантиметрі повітря.
- Могутні гірські масиви – 5000-10000 аероіонів/см<sup>3</sup> (чим вище, тим більше, але до висоти 1500-2000 м, де може виникати кисневе голодування).
- Падаючі потоки води у водоспаді – від 10 тисяч до 50 тисяч аероіонів/см<sup>3</sup>.
- Гроза, особливо короткий час після її завершення – від 50 тисяч до 1 мільйона іонів/см<sup>3</sup>.

Як показують дані, найсильніша іонізація повітря спостерігається безпосередньо після одного з найнебезпечніших атмосферних явищ, яке супроводжується блискавками, громом, сильним вітром і опадами. Іонізатори повітря: функції, дія, правила використання.

В останні десятиліття термін «іонізація повітря» став звичним у лексиконі виробників і продавців кліматичної та побутової техніки. Проте, не всі можуть пояснити, навіщо потрібні іонізатори повітря, що таке іонізація і як вона впливає на здоров'я людини.

Іонізація – це фізичний процес, під час якого електрон відривається від молекул або атомів газу, внаслідок чого з однієї нейтральної молекули утворюються дві з різними зарядами: негативним (до якої приєднується електрон) і позитивним (яка втратила електрон). У природних умовах іонізація повітря відбувається природним шляхом через вплив блискавок, космічного випромінювання, фотосинтезу рослин та інших факторів. Найкраще цей процес відчувається на морському узбережжі, у хвойних лісах або в горах. Водночас у квартирах і офісах, розташованих у містах, концентрація заряджених іонів (аероіонів) знижується приблизно в 10-15 разів через забруднення повітря вихлопними газами, викидами виробничих підприємств та іншими речовинами, а також через вплив електромагнітного випромінювання від комп'ютерів, телевізорів та іншої техніки.

Робота іонізатора повітря підвищує концентрацію негативно заряджених аероіонів до природного рівня, що активізує роботу еритроцитів у крові та збільшує повітрообмін у легенях приблизно на 10%. Це призводить до таких позитивних ефектів:

- Поліпшення якості сну: Сон стає міцнішим і глибшим, забезпечуючи повноцінний відпочинок організму.
- Підвищення працездатності та здатності до концентрації уваги.
- Зниження стомлюваності та підвищення загального тону: Краще насичення киснем і повноцінний відпочинок покращують імунітет.
- Мінімізація ризику появи неврозів і депресивних станів: Нормалізація психологічного стану завдяки якісному сну та відпочинку.
- Прискорення метаболізму: Це сприяє легшому та швидшому перебігу захворювань.
- Нормалізація апетиту.
- Зменшення впливу шкідливих випромінювань: Нейтралізація випромінювань, що виникають під час роботи побутових приладів.
- Очищення повітря від дрібних частинок пилу або алергенів: Негативно заряджені аероіони притягують ці частинки.

Однак, властивості аероіонів можуть мати негативний вплив на людей із певними проблемами зі здоров'ям у приміщеннях з іонізованим повітрям. До таких шкідливих властивостей відносяться:

- Підвищений ризик зараження: Якщо в приміщенні загального користування перебуває людина з вірусним або іншим захворюванням, що передається повітряно-краплинним шляхом, ризик зараження інших людей суттєво зростає через швидше поширення інфекції.
- Перенасичення озоном: Існує небезпека перенасичення повітря озоном, який є природним окисником.
- Прискорення метаболізму: Це протипоказано людям з високою температурою, оскільки може призвести до ще більшого її зростання, а також пацієнтам з онкологічними захворюваннями.
- Додаткове навантаження на дихальну систему: Присутність аероіонів у повітрі створює додаткове навантаження на дихальну систему, що протипоказано людям, які страждають на астму.

Також не рекомендується встановлювати іонізатори в кімнатах з дітьми до одного року та людьми з індивідуальною непереносимістю озону. Таким чином, для здорових дорослих людей використання іонізаторів сприяє зміцненню імунітету та покращенню загального стану, але при наявності проблем з органами дихання або інших захворювань перед застосуванням пристрою необхідно проконсультуватися з лікарем.

Для використання в житлових, офісних або виробничих приміщеннях застосовуються короннорозрядні прилади, що створюють потужний електричний розряд, схожий на мініатюрну блискавку. Під впливом такого розряду вивільнюються електрони, які приєднуються до молекул кисню в навколишньому просторі. Уніполярні пристрої можуть створювати лише негативно заряджені іони, тоді як біполярні – і негативні, і позитивні, що дозволяє досягти ефекту, відомого як "гірське повітря".

Щоб зрозуміти, як працює іонізатор повітря, необхідно уважно розглянути його конструкцію та принцип дії. Незалежно від типу іонізаторів, у їхній конструкції обов'язково присутні такі елементи:

- Дротові або голчасті електроди на єдиній рейці, між якими утворюється електричний розряд.
- Перетворювач електричної енергії (випрямляч), призначений для отримання постійного струму.
- Система управління, що регулює необхідну для роботи величину струму та напруги.
- Пристрій автоматичного захисту від різких стрибків напруги в мережі.

Більшість сучасних моделей також оснащені вентилятором, який забезпечує більш інтенсивну циркуляцію повітря і рівномірне поширення аероіонів по всьому приміщенню. Крім того, вони мають систему механічної фільтрації, що може включати вугільні, фотокаталітичні та НЕРА-фільтри. Пристрої також можуть бути обладнані антибактеріальними ультрафіолетовими лампами та іншими додатковими елементами.

Принцип роботи та характеристики пристроїв, які використовуються на промислових підприємствах, мають кілька відмінностей. Такі прилади здатні генерувати вищу концентрацію негативно заряджених іонів, і для вивільнення електронів можуть використовувати різні методи: розподіл водяної пари на гідроперекис і аероіони за допомогою електричного розряду (гідроіонізатори), нагрівання дроту (термоіонізатори) або спалювання спирту (плазмові іонізатори).

При виборі іонізатора варто дотримуватися кількох важливих правил і звернути увагу на такі аспекти:

- Потужність та продуктивність: Продуктивність пристрою визначає його здатність створювати максимальну концентрацію негативно заряджених аероіонів. У побутових моделях цей показник коливається від 600 до 50 000 іонів на см<sup>3</sup>. Висока продуктивність потрібна переважно в медичних установах та у деяких промислових процесах. Потужність слід обирати відповідно до площі приміщення.

- Рівень шуму: Іонізатори зазвичай працюють досить тихо. Однак для офісів це не є критично важливим, а в спальні навіть незначний шум може заважати спокійному сну.

- Додаткові функції: Багато іонізаторів обладнані фільтрами для очищення повітря від домішок і запахів, ультрафіолетовими лампами для знезараження та зволожувачами, що перетворює їх на багатофункціональні пристрої для контролю всіх параметрів якості повітря.

- Зручність управління та експлуатації: Зверніть увагу на наявність дистанційного пульта, підсвічування, РК-дисплея для відображення параметрів роботи та програматора для налаштування режиму включення.

- Габарити та вага: Невеликі пристрої зручно брати із собою на дачу або у відпустку.

**Метою роботи** є аналіз та оцінка ефективності застосування іонізації в різних технологічних процесах, а також у визначенні перспектив її подальшого розвитку. Дослідження фокусується на вивченні сучасних досягнень у використанні іонізації для покращення якості продукції, підвищення ефективності технологічних процесів, зменшення екологічного навантаження та забезпечення безпеки в промисловості, сільському господарстві, водоочищенні та інших сферах.

#### Виклад основного матеріалу

Одним з найпоширеніших застосувань іонізації є очищення повітря та газів. В дослідженнях цього напрямку вивчаються методи використання іонізаторів для видалення дрібних частинок, мікроорганізмів і хімічних забруднювачів. Експериментальні дослідження показали, що іонізація значно підвищує ефективність систем очищення повітря, знижуючи вміст шкідливих речовин до безпечного рівня.

Ще один важливий напрямок – це використання іонізації в технологіях нанесення покриттів на різні поверхні. Іонізація тут застосовується для активації поверхонь, що покращує адгезію покриття. Дослідження підтверджують, що іонізація підвищує міцність і стійкість покриттів до механічних і хімічних впливів, що є особливо важливим в промислових умовах.

В сільському господарстві іонізація застосовується для обробки насіння, стимулювання росту рослин і знезараження продуктів. Наукові дослідження показали, що іонізація сприяє підвищенню врожайності та покращенню стійкості рослин до хвороб. Обробка іонізованим повітрям або водою також ефективно знезаражує харчові продукти без використання хімічних речовин, що важливо для забезпечення безпеки споживачів.

Іонізація також широко використовується в технологіях очищення води. Зокрема, цей метод застосовується для видалення розчинених металів, органічних сполук і мікроорганізмів. Дослідження підтвердили, що іонізація є ефективним способом знезараження і покращення якості питної води, особливо в умовах нестачі ресурсів або високого рівня забруднення.

Повітря, яке нас оточує, складається з нейтральних атомів, молекул та іонів газів. Аероіони, або іони повітря, утворюються, коли нейтральні атоми та молекули газів або приймають електрони, набуваючи негативний заряд, або віддають електрони, набуваючи позитивний заряд.

Виявлено, що негативні аероіони впливають на тварин, стимулюючи біологічні процеси, які сприяють підвищенню продуктивності та збереженню поголів'я. Природна іонізація повітря відбувається завдяки дії радіоактивних речовин у ґрунті та атмосфері, а також під впливом космічних променів.

Знижений вміст негативних аероіонів у повітрі на тваринницьких фермах виникає через дії огороджувальних екранів та обладнання, підвищену вологість і запиленість повітря. Це сприяє об'єднанню газових іонів з дрібними рідкими або твердими частинками, утворюючи важкі іони. Видихуване тваринами повітря також містить важкі іони, серед яких переважають позитивно заряджені. Усе це негативно впливає на фізіологічний стан тварин. Тому в приміщеннях необхідно постійно підтримувати певну концентрацію негативних аероіонів, штучно іонізуючи нейтральні частинки повітря.

Обладнання для аероіонізації приміщень для тваринництва та птахівництва повинно забезпечувати повітряне середовище зони перебування тварин і птахів тільки легкими негативними іонами у необхідній кількості, без негативного впливу на них або обслуговуючий персонал. Цим вимогам найкраще відповідають електричні аероіонізатори, що використовують коронний розряд. Іонізатор ІЄ-1 призначений для іонізації повітря в тваринницьких приміщеннях з подачею іонів у вентиляційну систему.

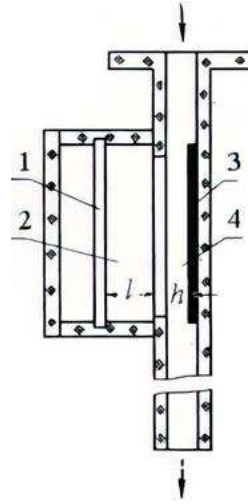


Рис. 1. Будава іонізаційної приставки:  
1 – джерело  $\alpha$ -частинок; 2 – іонна камера; 3 – сепаруючий електрод; 4 – повітропровід

Установки складаються з вентилятора, системи повітропроводів, іонізаційних приставок та пульта керування. Одну з таких приставок показано на рис. 1. Приставка виготовлена з органічного скла і включає джерело випромінювання, іонну та повітряну камери, а також електрод. На принциповій схемі видно, що напруга подається на установку через автоматичний вимикач.

Установка має два режими роботи: ручний і автоматичний, які задаються за допомогою перемикача SA; в положенні «А» – автоматичний режим, в положенні «Р» – ручний режим.

В автоматичному режимі перемикач встановлюється в положення «А», при цьому напруга подається на реле часу КТ, яке має свій контакт із затримкою на замикання та розмикання в колі котушки магнітного пускача КМ. Магнітний пускач своїми силовими контактами подає напругу на електродвигун припливного вентилятора, а додатковими контактами – на сигнальну лампу НЛ та високовольтний трансформатор TV. Трансформатор TV підвищує напругу з 220 В до 5000 В, а діодний міст перетворює її на постійний струм для подачі до іонізаційної приставки ГИ, розташованої біля повітропроводу.

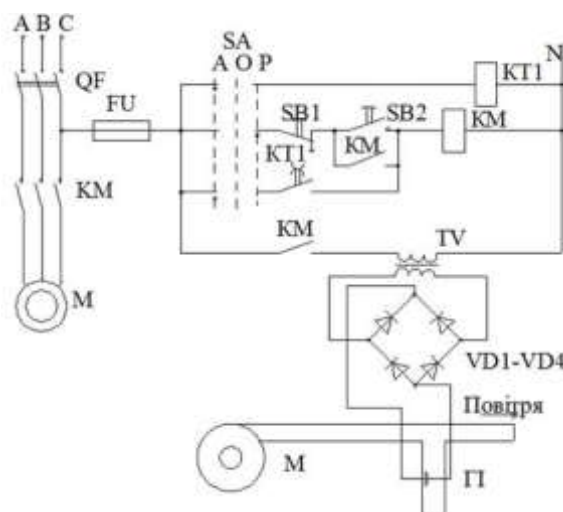


Рис. 2. Принципова електрична схема іонізаційної установки

В автоматичному режимі установка вимикається за допомогою контакту реле часу КТ після завершення заданої програми іонізації повітря.



У ручному режимі перемикач встановлюється в положення «Р». Натисканням кнопки SB2 «Пуск» подається напруга на котушку магнітного пускача КМ, який вмикає електродвигун вентилятора та іонізаційну приставку. Вимкнення установки в ручному режимі здійснюється кнопкою SB1 «Стоп».

Захист кола керування забезпечується запобіжником FU.

Таблиця 1

## Ефективність роботи іонізатора ІС-1

Час	Кількість вироблених іонів ( $\times 10^6$ іонів/м <sup>3</sup> )	Примітка
00:00 - 01:00	50	Нічний час, знижена активність
01:00 - 02:00	48	Нічний час, знижена активність
02:00 - 03:00	45	Нічний час, знижена активність
03:00 - 04:00	47	Нічний час, знижена активність
04:00 - 05:00	50	Підготовка до ранкового циклу
05:00 - 06:00	55	Початок активної роботи
06:00 - 07:00	60	Ранковий цикл, підвищена активність
07:00 - 08:00	65	Пік ранкової активності
08:00 - 09:00	70	Пік активності
09:00 - 10:00	75	Пік активності
10:00 - 11:00	73	Висока активність
11:00 - 12:00	72	Висока активність
12:00 - 13:00	70	Зниження активності
13:00 - 14:00	68	Перехід до післяобіднього періоду
14:00 - 15:00	65	Післяобідній спад активності
15:00 - 16:00	63	Післяобідній спад активності
16:00 - 17:00	60	Зниження активності
17:00 - 18:00	58	Початок вечірнього циклу
18:00 - 19:00	55	Вечірній цикл
19:00 - 20:00	53	Вечірній цикл
20:00 - 21:00	50	Зниження активності
21:00 - 22:00	48	Пізній вечір
22:00 - 23:00	46	Нічний час, знижена активність
23:00 - 00:00	45	Нічний час, знижена активність

Таблиця демонструє погодинну ефективність роботи іонізатора ІС-1 протягом доби, відображаючи кількість вироблених іонів у мільйонах на кубічний метр ( $\times 10^6$  іонів/м<sup>3</sup>) за кожен годину. Зазначено, що іонізатор працює найефективніше в активні періоди дня, коли потреба у вентиляції та очищенні повітря є найбільшою, і менш ефективно в нічний час, коли активність у приміщенні знижується. Іонізатор ІС-1 досягає максимальної продуктивності в ранкові години, особливо з 08:00 до 11:00, що пов'язано з підвищенням активності в тваринницькому приміщенні та роботою вентиляційної системи на повну потужність для забезпечення оптимальних умов.

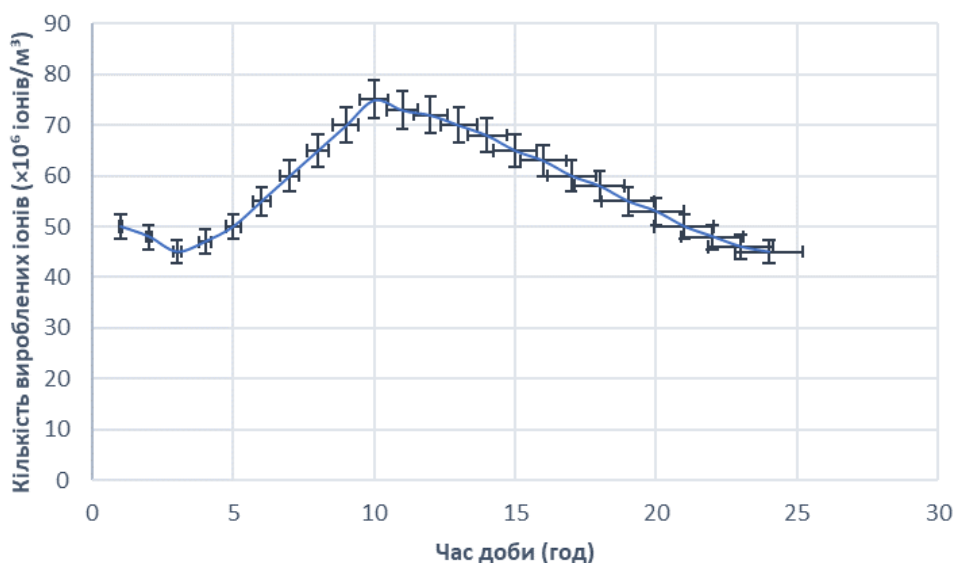


Рис. 3. Виділення іонів за добу

Найвища кількість вироблених іонів спостерігається з 09:00 до 11:00, що вказує на максимальну ефективність роботи в цей період. У нічний час, з 00:00 до 05:00, іонізатор працює на нижчій потужності, що

відповідає зменшенню потреби в очищенні повітря через знижену активність у приміщенні. За цей час виробляється приблизно 45-50 мільйонів іонів на кубічний метр. Іонізатор ІЄ-1 показує здатність адаптуватися до зміни умов і потреб у тваринницьких приміщеннях, забезпечуючи високу ефективність під час пікової активності і знижуючи продуктивність у періоди меншої потреби. Такий режим роботи сприяє оптимізації енергоспоживання та подовженню терміну служби обладнання.

### Висновки

Використання іонізації в технологічних процесах відкриває широкі можливості для підвищення ефективності, якості та екологічної безпеки в різних галузях промисловості та сільського господарства. Аналіз сучасних досліджень показує, що іонізація є перспективною технологією, яка дозволяє значно покращити роботу систем очищення повітря, водоочистки, нанесення покриттів та обробки продукції. У промислових умовах іонізація сприяє зниженню енергетичних витрат, підвищенню стійкості матеріалів до зношування та покращенню якості кінцевих продуктів.

Застосування іонізаторів у тваринництві та сільському господарстві довело свою ефективність у підвищенні врожайності, поліпшенні здоров'я тварин і збільшенні терміну зберігання продуктів харчування. Іонізація також відіграє ключову роль у водоочисних технологіях, забезпечуючи високий рівень очищення води від забруднювачів та патогенних організмів.

Отже, іонізація є не лише ефективним інструментом для поліпшення існуючих технологічних процесів, але й потужним засобом для створення нових, більш екологічно чистих і економічно вигідних рішень у виробництві та обслуговуванні.

### Література

1. Калетник Г.М., Козяр Н.О. Стратегічні підходи до інвестування аграрного сектору України в сучасних умовах розвитку АПК. *Економіка АПК : міжнародний науково-виробничий журнал*. 2020. № 12 (314). С. 81–89.
2. Burlaka S., Boretska T., Kupchuk I. Directions and methods of modernization of the energy sector through the use of biofuels. *Agricultural Engineering*. 2023. Vol. 55. P. 44–51.
3. Berkowitz J. and Chupka W.A. Equilibrium Composition of Selenium Vapor; the Thermodynamics of the Vaporization of HgSe, CdSe, and SrSe. *J. Chem. Phys.* 1966. V.45. P. 4289-4302.
4. Коваленко О.В., Акіменко В.Я. Гігієнічні критерії оптимізації іонізованості повітря приміщень багатофункціональних житлових комплексів. *Гігієна населених місць*. 2007. Вип. 49. С. 198–211.
5. Сукач С.В. Дослідження впливу систем вентиляції на аеріонний склад повітря в нестандартних приміщеннях. *Проблеми охорони праці в Україні*. Вип. 30. К.: ННДІПБОП, 2015. С. 58–66.
6. Бурлака С.А., Борецька Т.Ю. Економічні аспекти та напрямки розвитку енергетичного сектору України. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія Економічні науки*. 2022. № 3. С. 7–14.

### References

1. Kaletnik H.M., Koziar N.O. Stratehichni pidkhody do investuvannia ahrarnoho sektoru Ukrainy v suchasnykh umovakh rozvytku APK. *Ekonomika APK : mizhnarodnyi naukovo-vyrobnychiy zhurnal*. 2020. № 12 (314). S. 81–89.
2. Burlaka S., Boretska T., Kupchuk I. Directions and methods of modernization of the energy sector through the use of biofuels. *Agricultural Engineering*. 2023. Vol. 55. P. 44–51.
3. Berkowitz J. and Chupka W.A. Equilibrium Composition of Selenium Vapor; the Thermodynamics of the Vaporization of HgSe, CdSe, and SrSe. *J. Chem. Phys.* 1966. V.45. P. 4289-4302.
4. Kovalenko O.V., Akimenko V.Ia. Hihiiienichni kryterii optymizatsii ionizovanosti povitria prymishchen bahatofunktsionalnykh zhytlovykh kompleksiv. *Hihiiena naselenykh mists*. 2007. Vyp. 49. S. 198–211.
5. Sukach S.V. Doslidzhennia vplyvu system ventyliatsii na aereoionnyi sklad povitria v nestandartnykh prymishchenniakh. *Problemy okhorony pratsi v Ukraini*. Vyp. 30. K.: NNDIPBOP, 2015. S. 58–66.
6. Burlaka S.A., Boretska T.Iu. Ekonomichni aspekty ta napriamky rozvytku enerhetychnoho sektoru Ukrainy. *Herald of Khmelnytskyi National University*. 2022. № 3. S. 7–14.