

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Факультет агротехнологій та екології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. каф. "Геоєкології та землеустрою"

дод. _____ **Сергій МОВЧАН**

" _____ " _____ 20__ р.

Пояснювальна записка
до дипломної роботи здобувача СВО Магістр
(ступінь вищої освіти)

на тему: **«ДИНАМІКА ЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ PRUNUS**
CERASUS ЗА УМОВИ ЗМІНИ ІНТЕНСИВНОСТІ ЙОГО ЗАПИЛЕННЯ
ТА ВИДУ ОПУДРЮВАЧА»

13ГЕД.003.000000ПЗ

Виконав: здобувач ВО 2 курсу, групи 21 МБ ЕК
спеціальності 101 Екологія
за ОПІ Екологія
(назва і назва спеціальності та ОПІ)

_____ **Андрій ВОЛОБУЄВ**
(підпис) (ПІБ)

Керівник _____
(підпис) (ПІБ)

Консультант _____
(підпис) (ПІБ)

Нормконтроль _____
(підпис) (ПІБ)

Рецензент _____
(підпис) (ПІБ)

Рецензент _____
(підпис) (ПІБ)

Мелітополь, 2021

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ПУБЛІКАЦІЙ ПРИСВЯЧЕНИХ ПИТАННЯМ ДОСЛІДЖЕННЯ СТУПЕНЯ ЗАПИЛЕНОСТІ ЛИСТА ТА МЕТОДИКИ ЙОГО ВСТАНОВЛЕННЯ.....	7
РОЗДІЛ 2 КЛАСИФІКАЦІЯ ВИМІРЮВАНЬ, МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАНЬ, ОСОБЛИВОСТІ ФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	9
2.1. Класифікація вимірювань, методів і засобів вимірювань.....	9
2.2. Характеристики засобів вимірювань.....	14
2.3. Фізичні методи дослідження та їх характеристика.....	19
2.4. Характеристика фізичних показників, що підлягали обліку в ході проведеного дослідження.....	21
РОЗДІЛ 3 ПИЛУВАТІ АГЕНТИ ЯК ЧИННИК УРБАНІЗОВАНОГО ТА ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА. СУЧАСНІ ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ПИЛОВЛОВЛЕННЯ ТА ПИЛООЧИЩЕННЯ.....	23
3.1. Запиленість повітря як шкідливий екологічний чинник урбанізованого середовища.....	23
3.2. Запиленість повітря робочої зони як шкідливий виробничий фактор.....	25
3.3. Сучасні технічні засоби пиловловлення та пилоочищення...	30
РОЗДІЛ 4 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	43
РОЗДІЛ 5 ДИНАМІКА ЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛИСТЯ <i>PRUNUS CERASUS</i> ЗА УМОВИ ЗМІНИ ІНТЕНСИВНОСТІ ЙОГО ЗАПИЛЕННЯ ТА ВИДУ ОПУДРЮВАЧА.....	46
5.1. Узагальнення фактичних промірів електричних параметрів листа <i>Prunus cerasus</i> за умови зміни інтенсивності його запилення та виду опудрювача.....	46
5.2. Аналіз кількісних значень коефіцієнтів подібності	

електричних параметрів з використанням прийомів графічного наведення у вигляді графів.....	55
5.3. Кластерний аналіз даних фактичних промірів електричних параметрів листа <i>Prunus cerasus</i> за умови зміни інтенсивності його запилення та виду опудрювала.....	62
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	70
6.1. Правові засади охорони праці	70
6.2. Загальні правила з техніки безпеки при роботі у лабораторії	71
6.3. Перша допомога при нещасних випадках у лабораторіях.....	75
6.4. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.....	77
6.5. Пожежна безпека.....	78
6.6. Правила особистої гігієни.....	79
ВИСНОВКИ.....	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	82
ДОДАТКИ.....	90

ВСТУП

В умовах зростання антропогенного тиску суттєво посилюються деградаційні зміни, які набувають широких масштабів як в умовах природних так і штучних екосистем. Саме тому особливої актуальності набувають контрольовані модельні дослідження, які спрямовані на визначення фіксованих діапазонів значень певних параметрів в умовах заздалегідь спланованих вихідних параметрів дослідження. Результати відповідних спостережень можуть бути використанні для побудови більш дієвих методів обліку параметру впливу, а також надати інформацію, щодо динаміки змін облікових показників при дії відповідних антропогенних чинників на певний біологічний об'єкт.

Сучасний спектр впливів на стан оточуючого середовища загалом та окремі його біотичні складові є дуже широким проте питання вирішення проблем, що стосуються запиленості атмосферного повітря механічними частками антропогенного походження не втрачають своєї актуальності. Вибір виду *Prunus cerasus* для проведення дослідження обумовлюється його широким розповсюдженням, а також тим фактом, що він широко використовується для озеленення територій. Відповідно наведене тематичне спрямування дипломної роботи не викликає сумнівів та заслуговує детального вивчення.

Зв'язок роботи з науковою темою або програмою кафедри.

➤ «Управління популяціями диких тварин в умовах інтенсивної трансформації природного середовища» – № 0107U008966 (2007-2011 рр.);

«Збереження біорізноманіття в умовах інтенсивного антропогенного впливу на довкілля» – № 0111U002541 (2011-2015 рр.).

Об'єкт дослідження – електричні параметри листа *Prunus cerasus* L

Предмет дослідження – динаміка електричних параметрів листа *Prunus cerasus* за умови зміни інтенсивності його запилення та виду опудрювача

Метою дослідження є визначення динаміки електричних параметрів листа *Prunus cerasus* за умови зміни інтенсивності його запилення та виду опудрювача та встановлення тенденцій їх змін.

З метою досягнення мети були встановлені такі **завдання** як:

1. Визначення фактичних значень діапазонів динаміки електричних параметрів листа *Prunus cerasus* за умови зміни інтенсивності його запилення та виду опудрювача.
2. Проаналізувати кількісні значення коефіцієнтів подібності електричних параметрів з використанням прийомів графічного наведення у вигляді графів.
3. Розібрати результати кількісного кластерного аналізу даних фактичних промірів електричних параметрів листа *Prunus cerasus* за умови зміни інтенсивності його запилення та виду опудрювача при проведенні фіксації результатів із різною частотою сигналу.
4. Розглянути результати кількісного кластерного аналізу даних фактичних промірів електричних параметрів листа *Prunus cerasus* за умови зміни інтенсивності його запилення та виду опудрювача при умові вибору показників певних груп (серед яких: опір повного та постійного струму і ємність).
5. Опрацювати результати кількісного та якісного кластерного аналізу даних фактичних промірів електричних параметрів листа *Prunus cerasus* за умови зміни інтенсивності його запилення та виду опудрювача при умові одночасного врахування всіх облікових значень досліджу.
6. Проаналізувати можливість використання промірів електричних параметрів листа при ідентифікації інтенсивності його запилення та/або виду опудрювача.

Методи дослідження. У роботі використані загальнонаукові та конкретно-наукові методи досліджень, а саме: аналіз та синтез, системне узагальнення та порівняння, математичні методи, тощо. лабораторні методи дослідження.

Наукова новизна. У роботі зроблені спроби встановити нові підходи до обліку запилення листа з метою визначення інтенсивності пилового нальоту на поверхні та виду опудрювача.

Практичне значення – результати отримані в ході дослідження можуть бути використані для доведення або спростовування ефективності використання промірів електричних параметрів листа для подальшого обліку інтенсивності його запилення та виду опудрювача у польових умовах з використанням вихідних прийомів фіксації даних.

Апробація результатів. Результати роботи опубліковані у збірнику матеріалів VIII Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів ТДАТУ. Факультету агротехнологій та екології: Мелітополь: ТДАТУ, 2020.

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ПУБЛІКАЦІЙ ПРИСВЯЧЕНИХ ПИТАННЯМ ДОСЛІДЖЕННЯ СТУПЕНЯ ЗАПИЛЕНОСТІ ЛИСТА ТА МЕТОДИКИ ЙОГО ВСТАНОВЛЕННЯ

Питання визначення запиленості листа є досить актуальними різні автори використовують відповідні показники при оцінці якості стану оточуючого середовища. Матеріали деяких робіт будуть розглянуті нижче з метою визначення методичних прийомів оцінки показників запиленості листків рослин та встановлення предметної області використання відповідного параметру.

Так М.В. Немченко у роботі «Пилозатримуюча здатність листків дерев *Catalpa bignonioides* Walt. I *Catalpa speciosa* Ward. в урбатехногенних умовах зростання» визначив, що при порівнянні пилозатримуючої здатності листків *Catalpa bignonioides* і *Catalpa speciosa* мають більші за цим показником значення, ніж аборигенні види (*Acer platanoides* та *Tilia cordata*). За його даними листки *Catalpa speciosa* характеризуються більшою пилозатримуючою здатністю, ніж листки *Catalpa bignonioides*. Для визначення добової запиленості ним проводилились змиви твердих часток з листків модельної гілки водою та протирали фільтрувальним папером. Через три доби визначали вагу осівших часток. Розрахунок запиленості проводили щомісяця з травня по жовтень з наступним розрахунком середніх величин. Паралельно автором було досліджено осадження пилових часток на відкритій поверхні, розташованій на 1,5 м вище рівня землі на відстані 5 м від деревних насаджень. [1]

А.О. Залізник у роботі Санітарно-гігієнічна фітомеліорація пришкольної території розглядала якісні та кількісні показники запиленості листа Верби козячої, Бузку, Американського клену, Тополі. Для проведення дослідження автором з зелених насаджень різних ділянок школьної території були взяті листя декількох видів рослин. Визначення ступеню запиленості листя рослин проводили методом відбитку, прикладаючи до верхнього боку рослин клейку стрічку, потім знімали її з листа разом з пилом, приклеювали на білий папір. [2]

М.В. Петорв у роботі Пилозатримуюча здатність деревних насаджень Як об'єкти дослідження використовували деревні культури. Для визначення добової запиленості проводили змив твердих часток з листків модельної гілки водою та протирали фільтрувальним папером. Через три доби визначали вагу осівших часток. Розрахунок запиленості проводили щомісяця з травня по жовтень з наступним розрахунком середніх величин. Паралельно досліджували осадження пилових часток на відкритій поверхні, розташованій на 1,5 м вище рівня землі на відстані 5 м від деревних насаджень. Топографію розподілу часток досліджували зі застосуванням клейких стрічок під мікроскопом. Визначення листкової маси проводили методом Цельнікера з наступним розрахунком на площу. Згідно отриманих даних листкова поверхня найбільшу кількість пилу на 1 м² листкової поверхні за добу осаджує на ділянці трубопрокатного заводу. Більше накопичення пилу на листках рослин, що зростали на території трубопрокатного заводу порівняно з трубним автор пояснив тим, що поруч розташований завод чорної металургії з повним виробничим циклом. [3]

О. В. Тертична, О. П. Бригас, Л. І. Свалявчук, Н. В. Мірошник у роботі Дослідження забруднення пилом повітря у виробництві продукції птахівництва. З використанням фітоіндикатора *Betula pendula* Roth визначали концентрацію пилу на поверхні листової пластинки *Betula pendula* Rot та за результатами дослідження встановили, що пилове забруднення спостерігається і за межами пташників, на відстані 2м від джерела викидів перевищує значення в контрольному варіанті майже в 250 разів при утриманні батьківського поголів'я. Зі збільшенням відстані концентрація зменшується [4].

Таким чином питаннями обліку запиленості листових пластинок є досить актуальними та використовуються як біоіндикаційні показники оцінки якості оточуючого середовища як в умовах фонові оцінки так і в умовах моніторингу віддаленості впливу техногенного фактору. Тому обраний нами методологічний контур проведення дослідження має певний запит у сфері екологічних та ботанічних досліджень та потребує подальшого пошуку ідентифікації та аналізу зазначеного показника.

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ І ЗАСОБИ ВИМІРЮВАНЬ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ. ОСОБЛИВОСТІ ФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Класифікація вимірювань, методів і засобів вимірювань

Вивчення фізичних явищ та їх закономірностей, а також використання цих закономірностей в практичній діяльності людини, тісно пов'язане з вимірюванням фізичних величин.

Фізична величина – це властивість, в якісному відношенні загальна для багатьох фізичних об'єктів (фізичних систем, їхніх станів і процесів, що в них відбуваються), але в кількісному відношенні індивідуальна для кожного об'єкта. Якісна сторона визначає "вид" величини (наприклад, електричний опір), а кількісна – її "розмір" (наприклад, опір конкретного резистора). Фізичними величинами є також довжина, температура, сила струму, напруженість електричного поля, період коливань і т.д. [5]

Конкретні реалізації однієї й тієї ж самої величини називають *однорідними* величинами. Наприклад, відстань між дзеркалом гальванометра та шкалою і висота телевежі - це конкретні реалізації однієї фізичної величини – довжини, і через це вони є однорідними фізичними величинами. Однорідні фізичні величини відрізняються одна від одної розміром.

Розмір фізичної величини – це кількісний вміст у даному об'єкті властивості, яка відповідає поняттю "фізична величина". Розміри однорідних фізичних величин різних об'єктів порівнюють між собою, якщо відомі значення цих величин.

Значенням фізичної величини називається оцінка фізичної величини за допомогою певного числа прийнятих для неї одиниць.

Одиниця фізичної величини – це фізична величина, якій за означенням надано числове значення, що дорівнює 1. [6]

Абстрактне число, яке виражає відношення значення величини до відповідної одиниці цієї фізичної величини, називається *числовим значенням*

величини. Потрібно розрізняти істинне та дійсне значення фізичної величини.

Істинне значення фізичної величини – це таке значення величини, яке ідеальним чином відобразило б в якісному та кількісному відношеннях відповідну властивість об'єкта

Дійсне значення фізичної величини – це таке значення величини, яке знайдене експериментально і настільки наближається до істинного значення, що для даної мети може бути використане замість нього. *Знаходження значень фізичної величини дослідним шляхом за допомогою спеціальних технічних засобів називають вимірюванням.*

Вимірювання – це фізичний експеримент порівняння даної фізичної величини з деяким її значенням, прийнятим за одиницю порівняння. [7]

Розмір одиниці величини може бути довільним. Проте, вимірювання повинні виконуватись у загальноприйнятих одиницях і, насамперед, у міжнародній системі одиниць СІ, до якої як основна одиниця входить ампер (А) – одиниця сили струму.

Одиниця фізичної величини повинна бути матеріалізована, тобто відтворена, причому таким чином, щоб її розмір був постійним у часі і не залежав від зовнішніх дій. Наявність точно відтворюваних одиниць фізичних величин дозволяє забезпечити єдність вимірювань, виконаних у різних місцях, у різний час і різними засобами. [8]

Вимірювання, як експериментальні процедури визначення фізичних величин, досить різноманітні, що пояснюється великою кількістю вимірюваних величин, різним характером їх зміни з часом, різними вимогами до точності вимірювання тощо.

Вимірювання в залежності від способу обробки експериментальних даних для знаходження результату поділяють на *прямі, посередні, сукупні та сумісні*.

Пряме вимірювання – вимірювання, при якому шукане значення фізичної величини знаходять безпосередньо з дослідних даних. Приклад прямого вимірювання – вимірювання вольтметром спаду напруги на

резисторі.

Посереднє вимірювання – вимірювання, при якому шукане значення фізичної величини знаходять на основі відомої залежності між цією величиною і величинами, які піддаються прямим вимірюванням. При посередньому вимірюванні значення вимірюваної величини одержують шляхом розв’язання рівняння:

$$X = F(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n),$$

де $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ – значення величин, одержаних за допомогою прямих вимірювань. [9]

Сукупні вимірювання – одночасні вимірювання кількох однойменних величин, за якими шукані значення величин знаходять розв’язуванням системи рівнянь, здобутих при прямим вимірюваннях різних сполучень цих величин або при зміні умов вимірювань. Приклад сукупного вимірювання: вимірювання опорів резисторів, з’єднаних трикутником, шляхом вимірювань опорів між різними вершинами трикутника; за результатами трьох вимірювань визначають опори резисторів.

Сумісні вимірювання – одночасне вимірювання двох або кількох неоднойменних величин для знаходження залежності між ними (наприклад, температурний коефіцієнт опору резистора визначають за даними прямих вимірювань його опору при різних температурах). [10]

Усі вимірювання фізичних величин здійснюють за допомогою засобів вимірювання. *Засіб вимірювання* – це технічний пристрій, який використовується при вимірюваннях і має нормовані метрологічні властивості. Розрізняють такі види засобів електричних вимірювань:

- міри та еталони;
- вимірювальні перетворювачі;
- вимірювальні прилади;
- вимірювальні установки;
- вимірювальні системи.

Еталоном одиниці фізичної величини називають засіб вимірювання (або

комплекс засобів вимірювання), який забезпечує відтворення і (або) зберігання одиниці з метою передавання її розміру нижчим за перевіркою схемою засобам вимірювання.

Взірцевими засобами вимірювання називаються міра, вимірювальний прилад або вимірювальний перетворювач, які призначені для перевірки за ними інших засобів і утверджені як взірцеві. Взірцеві засоби вимірювання можуть бути також безпосередньо використані для точних вимірювань.

Мірою називається засіб вимірювання, призначений для відтворення фізичної величини заданого розміру. Розрізняють однозначну міру, багатозначну міру і набір мір. Однозначна міра відтворює фізичну величину одного розміру. Багатозначна міра відтворює ряд значень однойменних фізичних величин різного розміру. *Набір мір* – це підібраний комплект мір для відтворення ряду значень однойменних величин різного розміру, причому міри можуть використовуватись як окремо, так і в різних комбінаціях. Прикладом набору мір є шальки терезів, магазин опорів, ємностей тощо. *Магазин мір* – це набір мір, конструктивно об'єднаних в одне ціле.

Електровимірювальним приладом називається засіб вимірювання, який служить для вироблення сигналу вимірюваної інформації у формі, доступній для безпосереднього сприймання спостерігачем. Електровимірювальні прилади класифікуються за різними ознаками. Прилади, покази яких є неперервними функціями змін вимірюваних величин, називаються *аналоговими* приладами. Електровимірювальні прилади, які автоматично виробляють дискретні сигнали вимірювальної інформації і покази яких подані в цифровій формі, називаються *цифровими* приладами. [11]

Електровимірювальні прилади поділяються на *показуючі*, які допускають тільки зчитування показів оператором, та *реєструючі*, в яких передбачена реєстрація і зберігання інформації. Реєструючі прилади поділяються на *самописні* – з записом показів у формі діаграми, на якій може бути відтворена неперервна функція вимірюваної величини, і *незчитуючі*, в яких передбачено друк показів у цифровій формі. У приладах з вмонтованими

міні-ЕОМ можлива реєстрація і зберігання інформації в оперативній пам'яті міні-ЕОМ, або, наприклад, на магнітних носіях інформації. [12]

Для одержання результату вимірювань фізичної величини в прийнятих одиницях у процесі вимірювань обов'язково повинна брати участь міра. Електровимірювальний *прилад прямої дії* може бути попередньо проградуирований в одиницях вимірюваної величини, тобто міра попередньо використовується в процесі виготовлення приладу. Існують прилади, які призначені для безпосереднього порівняння вимірюваної величини з величиною, значення якої відоме. Такі електровимірювальні прилади називаються *приладами порівняння*.

За характером використання прилади поділяються на стаціонарні (щитові), корпуси яких пристосовані для жорсткого кріплення на місці встановлення, та переносні. В залежності від ступеня захищеності прилади бувають звичайними, пиловодозахисними, герметичними тощо. [13]

Вимірювальними перетворювачами називають засоби електричних вимірювань, призначені для вироблення сигналів вимірюваної інформації у формі, зручній для передачі, подальшого перетворення, обробки і (або) зберігання, але які не піддаються безпосередньому сприйняттю спостерігачем. Залежність між вимірюваною величиною і вихідним сигналом вимірювального перетворювача називається *функцією перетворення*. В залежності від призначення вимірювальні перетворювачі поділяються на масштабні, які змінюють вхідну величину у задане число разів, і перетворювачі роду величини. До масштабних відносяться шунти, подільники напруги, вимірювальні трансформатори, електронні підсилювачі.

Слід відмітити різноманітну групу аналогово-цифрових перетворювачів (АЦП), які перетворюють вимірювані електричні величини у код і які широко використовуються у цифрових вимірювальних приладах.

Перетворювачі роду величин, наприклад, неелектричних в електричні, складають різноманітну групу пристроїв, які використовують у різних галузях вимірювальної техніки, наприклад, при вимірюваннях температури, тиску і

т.д. Деякі види вимірювальних перетворювачів інколи називають датчиками, під якими розуміють конструктивну сукупність одного або кількох вимірювальних перетворювачів і супутніх їм конструктивних елементів, розташованих безпосередньо на об'єкті вимірювання і віддалених від місця відображення, реєстрації або опрацювання вимірюваної інформації. [14]

Прикладом перетворювачів електричної величини у неелектричну можуть бути вимірювальні механізми електромеханічних приладів.

Електровимірювальною установкою називають сукупність функціонально об'єднаних засобів вимірювання (мір, вимірювальних приладів і перетворювачів) та допоміжних пристроїв, призначених для вироблення сигналів вимірюваної інформації у формі, зручній для безпосереднього сприймання спостерігачем або її автоматичної реєстрації.

Інформаційно-вимірювальна система – це сукупність функціонально об'єднаних вимірювальних, обчислювальних та інших допоміжних технічних засобів, об'єднаних каналами зв'язку і призначених для отримання вимірюваної інформації, її перетворення, опрацювання з метою подання споживачу (в тому числі в автоматизованій системі управління (АСУ)) у необхідному вигляді або автоматичного здійснення логічних функцій контролю, діагностування, ідентифікації. [15]

2.2 Характеристики засобів вимірювань

Основними загальними характеристиками засобів вимірювань є діапазон вимірювань, їх похибки, варіації показів, чутливість до вхідної величини, споживана потужність, швидкодія, час встановлення показів і надійність. Усі вказані характеристики, крім надійності, чинять вплив на результати вимірювань.

Діапазон вимірювання – проміжок значень між верхньою і нижньою межами вимірювання. Верхньою і нижньою границями вимірювань приладу називається відповідно найбільше та найменше значення величин, які можуть бути виміряні з нормованою похибкою. Від діапазону вимірювань слід відрізнити діапазон

показів – проміжок значень вхідної величини, обмеженої кінцевим і початковим значенням шкали приладу. [16]

Процедура вимірювань складається з таких основних етапів: прийняття моделі об'єкта вимірювання, вибору методу вимірювань, вибору засобів вимірювань, проведення експерименту з метою отримання числового значення результату вимірювання. Різного роду недоліки, властиві цим етапам, приводять до того, що результат вимірювання відрізняється від істинного значення вимірюваної величини. Похибка є однією з основних характеристик вимірювань. Під *похибкою вимірювання розуміють відхилення результату вимірювання від істинного значення вхідної величини*. Причини виникнення похибки можуть бути різними. Вимірювальні перетворення здійснюються з використанням різних фізичних явищ, на основі яких можна встановити співвідношення між вимірюваною величиною об'єкта дослідження і вихідним сигналом засобу вимірювань, з допомогою якого оцінюється результат вимірювання. Точно встановити це співвідношення ніколи не вдасться внаслідок недостатньої вивченості об'єкта дослідження і неадекватності його прийнятої моделі, неможливості точного врахування впливу зовнішніх факторів, недостатньої розробленості теорії фізичних явищ, які покладено в основу вимірювання, використання простих і наближених аналітичних залежностей замість більш точних, але складних і т.д. В результаті вибрана залежність між вимірюваною величиною і вхідним сигналом засобу вимірювання завжди відрізняється від реальної, що приводить до похибки, яку називають *методичною похибкою вимірювання*.

У похибку вимірювання входить похибка засобів вимірювань, які використовуються в експерименті. Допустимі значення основної похибки засобів вимірювання вказують в нормативно-технічній документації на ці засоби і можуть бути також вказані на самих засобах. В процесі експерименту у використовуваних засобах вимірювань можуть виникнути додаткові похибки внаслідок впливу зовнішніх факторів (наприклад, температури оточуючого середовища, зовнішнього магнітного поля, неправильного встановлення приладу – вертикального або

похилого розташування приладу, який повинен бути встановлений горизонтально тощо). [17]

У процесі вимірювання часто бере участь експериментатор. Він може внести суб'єктивну похибку, яка є наслідком індивідуальних властивостей людини і зумовлена фізіологічними особливостями її організму, швидкістю реакції або закоренілими неправильними навичками. Наприклад, якщо кільком експериментаторам доручити встановити одне й те ж значення струму в колі за допомогою аналогового амперметра, то попри всю старанність одержані значення струму будуть відрізнятися одне від одного. [18]

При проведенні експерименту може виникнути необхідність в опрацюванні проміжних результатів вимірювань. З цією метою зручно використати засоби обчислювальної техніки (мікрокалькулятори, ПЕОМ). Вони можуть внести свій складник похибки, зумовлений неточністю виконання обчислювальних операцій.

Таким чином, похибка вимірювання утворюється з методичної похибки, інструментальної похибки, похибки обчислень і похибки, яку привносить оператор. В основу наведеної класифікації похибок покладено причини виникнення похибок. [19]

В залежності від режиму (*статичного* або *динамічного*) роботи засобу вимірювань, який використовується, розрізняють похибки в статичному режимі (статичні похибки) і похибки в динамічному режимі. У статичному режимі вимірювана величина і вихідний сигнал (наприклад, відхилення покажчика), за допомогою якого оцінюють результат вимірювання, не змінюється в часі. У динамічному режимі вихідний сигнал змінюється з часом. Особливістю динамічного режиму є те, що, крім перерахованих вище похибок, характерних для статичного режиму, тут виникає похибка, зумовлена інерційними властивостями засобів вимірювань. Інерція (теплова, механічна, електрична) засобів вимірювань призводить до того, що вихідний сигнал не зможе встигати правильно реагувати на швидкі зміни вхідної вимірюваної величини, спотворюючи таким чином уявлення про характер цих змін. *Похибка, зумовлена інерційними властивостями, називається динамічною похибкою і її визначають як різницю між похибкою в*

динамічному режимі і статичною похибкою, яка відповідає значенню вимірюваної величини в даний момент часу. [20]

За характером зміни похибки вимірювань поділяють на *систематичні*, *випадкові* та *промахи*.

1. *Систематичні похибки* зумовлені дією незмінних за величиною і напрямком факторів. Вони сталі за розміром або змінюються за певними законами і зумовлені:

а) похибками засобів вимірювання, які визначаються їхньою конструкцією та якістю виготовлення (наприклад, неточно проградуєвана шкала, неправильно встановлено нульовий відлік вимірювального приладу тощо), значною складністю вимірювань; б) похибкою вибраного методу вимірювання, в якому не враховано деякі фактори, що впливають на результат вимірювання. [21]

Систематичні похибки виявляють шляхом використання для вимірювання фізичної величини кількох взаємно незалежних методів, які ґрунтуються на різних фізичних явищах, а також шляхом перевірки приладу за зразковим приладом більш високої точності і т.д. Систематичні похибки можна зменшити удосконаленням методів вимірювання, уточненням теорії відповідного фізичного явища, удосконаленням вимірювальних приладів, якщо своєчасно перевіряти їх і вносити відповідні поправки або при відомих закономірностях їхньої зміни усувати з результатів вимірювання систематичні похибки на основі методів автоматичної корекції. [22]

Правильність вимірювання – це якість вимірювань, яка відображає близькість до нуля систематичної похибки в їхніх результатах. Малі значення систематичної похибки є свідченням правильності вимірювань.

2. *Випадкові похибки* – похибки, які змінюються випадково (без будь-якої очевидної закономірності) при повторних вимірюваннях тієї самої величини. Вони проявляються нерегулярно і з нерегулярною інтенсивністю. Випадкові похибки виникають внаслідок одночасної дії багатьох невідомих, залежних та незалежних причин. Зокрема вони

можуть бути зумовлені як об'єктивними, так і суб'єктивними причинами:

- а) дією навколишнього середовища (наприклад, освітленням приладів, зміною температури в процесі вимірювання, змінами напруги в електричній мережі, повітряними течіями та ін.);
- б) недосконалістю наших органів чуття, головним чином недостатніми гостротою та якістю зору і слуху (йдеться про фізіологічні характеристики органів чуття), реакцією на спостереження, психологічним настроєм при вимірюванні тощо.

Випадкові похибки не є сталими за абсолютним значенням та за знаком і через це їх не можна усунути введенням спеціальних сталих поправок. Випадкові похибки вимірювання підлягають статистичним закономірностям і тому їхнє значення можна оцінити. [23]

Збіг вимірювань – це якість, що відображає близькість один до одного результатів вимірювань, які виконуються в однакових умовах. Малі значення випадкових похибок є свідченням високого збігу результатів повторних вимірювань.

3. *Промахи* (грубі похибки вимірювань) – це похибки вимірювань, які істотно перевищують похибку, очікувану за даних умов. Вони зумовлені неуважністю експериментатора, який неправильно зробив відлік або неправильно його записав, а також неправильним поведінням із засобами вимірювання (неправильним вмиканням вимірювальних приладів) і т.п. При загальній оцінці результатів вимірювання такі помилкові результати слід відкинути та провести вимірювання вдруге (в інших умовах або повторити через певний проміжок часу); йдеться про контрольне вимірювання.

У процесі вимірювання названі види похибок проявляються одночасно, і загальна похибка є складною функцією її складових частин.

В залежності від умов виникнення похибок розрізняють: *основну похибку* – похибку засобів вимірювань при заданих нормальних умовах, і

додаткову похибку, яка викликана відхиленням однієї або більше величин від нормального значення або їх виходом за межі проміжку нормальних значень. [24]

За способом вираження похибок засобів вимірювань (мір, вимірювальних приладів) вони поділяються на *абсолютні, приведені та відносні*.

2.3. Фізичні методи дослідження та їх характеристика

Фізичні методики ґрунтуються на вимірюванні сигналів, які виникають внаслідок збудження електронів в атомах чи молекулах, а також ядерних перетворень (емісійна та атомно-абсорбційна спектроскопія, рентгеноспектральний аналіз, радіометричні методики і т. д.). Такі методики, як правило, не вимагають проведення хімічної реакції.

До фізичних методик також належать оптичні методики (спектрофотометрична, фотометрична), принцип дії яких полягає у залежності параметрів оптичного (світлового чи теплового) випромінювання від значення вимірюваної величини, що фіксується приладом, якщо вони застосовуються без попереднього проведення хімічних реакцій окислення-відновлення, комплексоутворення та ін. Ці методики легко автоматизувати. Для аналізу природних об'єктів найчастіше використовують титриметричні та фотометричні (спектрофотометричні) методики, за якими визначають велику кількість неорганічних та органічних інгредієнтів, особливо в природних водах. Титриметричним методом можна визначити багато забруднювачів на місці відбору проб. Для швидкого аналізу на місці відбору проб використовують також спеціальні індикаторні папірці (особливо при визначенні токсичних компонентів на рівні ГДК). Фотометричні методики ґрунтуються на поглинанні світла речовиною чи продуктом реакції в ультрафіолетовій (УФ), видимій та інфрачервоній частинах електромагнітного спектра. Вони придатні для визначення всіх хімічних елементів, крім інертних газів. [25]

Поширені методики атомної абсорбції, спектрального аналізу та хроматографії. Перші з них є ефективними при визначенні мікродошток металів, особливо у воді, ґрунті та донних відкладах. Хроматографічні методики застосовують переважно для визначення газуватих неорганічних сполук, летких органічних речовин та деяких катіонів металів, аніонів і нелетких органічних сполук. [26]

Атомно-абсорбційний спектральний аналіз ґрунтується на визначенні концентрації речовини за поглинанням шаром атомної пари елемента монохроматичного резонансного випромінювання. Така методика характеризується універсальністю, простотою і високою продуктивністю. Метод атомно-абсорбційного спектрального аналізу є принципом роботи багатьох аналізаторів.

Спектральний аналіз (фізичний спосіб) передбачає визначення складу та будови речовини за її спектром — упорядкованим за довжиною хвилі електромагнітним випромінюванням. Для збудження речовини використовують полум'я пальника, енергію електричної дуги, іскри. Спектральний аналіз дає змогу встановити елементний, нуклід-ний і молекулярний склад речовини, її будову (атомно-емісійний спектральний аналіз). [27]

Хроматографічні методи (ґрунтуються на розподілі рухомої і нерухомої фаз) застосовують в основному для визначення газуватих неорганічних сполук, летких органічних речовин (газова хроматографія) та деяких катіонів металів, аніонів і нелетких органічних сполук (тонкошарова та йонна хроматографія), алкалоїдів, що спричиняють отруєння організму. Для аналізу складних органічних проб використовують рідинну хроматографію. Послугуючись методикою газорідинної хроматографії, визначають склад стічних вод нафтопереробних і хімікофармацевтичних підприємств, заводів органічного синтезу.

Хемілюмінесцентні методики надзвичайно чутливі й селективні, що дає змогу визначати мікрокількості інгредієнтів, особливо при аналізі повітря, у

Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» від 24 лютого 1994 р. з останніми поправками та доповненнями від 29 червня 2010 р., що регулює суспільні відносини, які виникають у сфері забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя, визначає відповідні права і обов'язки державних органів, підприємств, установ, організацій та громадян, встановлює порядок організації державної санітарно-епідеміологічної служби і здійснення державного санітарно-епідеміологічного нагляду в Україні.[51]

Закон України «Про професійні спілки, їх права та гарантії діяльності» від 15 вересня 1999 р. з останніми поправками та доповненнями від 14 квітня 2009 р., який визначає особливості правового регулювання, засади створення, права та гарантії діяльності професійних спілок[52]

Нормативно-правові акти з охорони праці. Міжгалузеві та галузеві ДНАОП, стандарти системи стандартів безпеки праці (ГОСТ ССБП), Державні стандарти України з питань безпеки праці (ДСТУ), санітарні норми (СН), державні санітарні правила і норми (Дсан ПіН), будівельні норми і правила (ДБН) та ін..

Україна, як і кожна суверенна держава в нормах законодавства гарантує, стимулює та охороняє права і свободи своїх громадян, передбачає профілактичні заходи, а також покарання за протиправні дії. Згідно з Конституцією (Основним Законом) України забезпечення безпеки життєдіяльності, захист населення від надзвичайних ситуацій є обов'язком держави:

Ст. 3 Конституції України проголошує, що „людина, її життя і здоров'я, честь і гідність, недоторканність і безпека визнаються в Україні найвищою соціальною цінністю. Права і свободи людини та їх гарантії визначають зміст і спрямованість діяльності держави”.

Ст. 16 Основного Закону країни визначає: „Забезпечення екологічної безпеки і підтримання екологічної рівноваги на території України, подолання наслідків Чорнобильської катастрофи – катастрофи планетарного масштабу, збереження генофонду Українського народу є обов'язком держави”. „Кожна

людина має невід'ємне право на життя. Кожен має право захищати своє життя і здоров'я, життя і здоров'я інших людей від протиправних посягань" (ст. 27 Конституції України). „Кожен має право на охорону здоров'я, медичну допомогу та медичне страхування. Держава дбає про розвиток фізичної культури і спорту, забезпечує санітарно-епідемічне благополуччя" (ст. 49 Конституції України). „Кожен має право на безпечне для життя і здоров'я довкілля та на відшкодування завданої порушенням цього права шкоди" (ст. 50 Конституції України).[53-55]

Ці статті є юридичною базою зобов'язань держави щодо безпеки життєдіяльності. Здійснення обов'язків держави, визначених Основним Законом покладається на виконавчі органи державної влади та органи місцевого самоврядування, повноваження яких у цій сфері визначені законодавством. У своїй сукупності зазначені органи пов'язані між собою функціональною спрямованістю у вирішенні проблем БЖД. У країні визначені центральні органи виконавчої влади, відповідальні за державне управління у певних сферах безпеки життєдіяльності, діє низка законів, інших нормативно-правових актів та державних програм у сфері профілактики окремих небезпек, створені сприятливі умови для розвитку громадських та наукових організацій, які займаються проблемами безпеки життєдіяльності.[56]

До основних галузей безпеки життєдіяльності, які регулюються на державному рівні, належать цивільний захист населення, охорона здоров'я, санітарно-епідемічний стан, стан навколишнього середовища, охорона праці. Діяльність кожної з цих галузей регулюється відповідними законами. Крім того, в кожній галузі діє ряд нормативно-правових актів, що конкретизують, нормалізують, уточнюють діяльність всіх суб'єктів правовідносин.[57]

6.2. Загальні правила з техніки безпеки при роботі у лабораторії

Особи, що працюють у лабораторії несуть особисту відповідальність за недотримання вимог техніки безпеки. При виконанні лабораторних робіт доцільно чітко дотримуватися методики їх проведення. До роботи у лабораторних умовах допускаються особи при наявності захисного одягу – халату. Працюючи з

хімічними реактивами, необхідно уникати попадання реактивів на руки. Нюхати хімічні реактиви можна, тільки направляючи до себе пари або газу рухом руки, а не вдихаючи запах на повні легені. Для роботи можна використовувати тільки реактиви, які знаходяться в хімічному посуді, на яких є етикетки з назвами реактивів. Об'єми кислот та лугів, а також інших отруйних рідин дозволяється вимірювати тільки з допомогою мірного циліндру, автоматичної піпетки чи піпетки з гумовою грушею. Забороняється нахилитися над судиною в якій наливається рідина чи в якому вона нагрівається (кипить), так як бризки рідини можуть потрапити в обличчя та в очі. Забороняється нагрівати рідину в герметично закритому посуді. Всі роботи пов'язані з виділенням летючої речовини, випаровуванням та кип'ятінням розчину, які містять кислоту та аміак, роботи з органічними розчинниками, а також спалювання досліджених речовин виконують тільки в витяжній шафі при ввімкненій тязі та опущеним захисним екраном. Забороняється працювати з легкозаймистими речовинами, які знаходяться близько до відкритих електронагрівальних пристроїв. При вилученні тиглів з муфелю та перенесенні використовують спеціальні щіпці, так як температура в муфелю більше 600°C. Тиглі ставлять для охолодження тільки на огнестійку підставку. В ексікатор тиглі направляють тільки після охолодження. При переміщенні колб та хімічних стаканів з гарячими рідинами потрібно дотримуватись підвищеної безпеки. Працювати слід зокрема стоячи; сидячі можна виконувати роботи, які не пов'язані з небезпекою займання, розбрикування рідини, вибуху. [58]

Переносити чи ремонтувати обладнання, яке знаходиться під напругою, забороняється. Категорично забороняється залишати прибори включеними без догляду. При виконанні робіт підвищеної небезпеки (можливість самозаймання, вибуху, розбрикування гарячих та агресивних рідин) надівають захисний козирок з оргскла, захисні окуляри або встановлюють захисний екран. При роботі з газовими горілками необхідно слідкувати, щоб згорання було повним та не було витік газу. При роботі зі скляним посудом, збиранні та розбиранні приборів та їх деталей зі скла дотримуються наступних мір застереження:

- скляні трубки вставляють в пробки чи в резинові трубки, попередньо змочивши їх водою, гліцерином або вазеліновим маслом;[59]
- при закритті пробкою посудини, яка обернена рушником, тримають за верхню частину горла як можна ближче до пробірки.[60]

Залишки розчинника, концентрованих кислот та луги, а також інших їдких рідин зливають в каналізацію тільки після нейтралізації та знешкодження. В випадку займання горючих рідин або інших речовин нагрівальні прибори вимикають, судина з вогненебезпечними рідинами видаляють від вогню та приймають міри по ліквідації пожежу.[61]

В лабораторії необхідно дотримуватися та підтримувати чистоту. По закінченні роботи вимикають електроприлади, забезпечують електрощітки на лабораторних столах, закривають газ, ретельно миють використаний посуд, прибирають робоче місце, миють руки з милом та закривають водопровідні крані.[62]

Після закінчення роботи в лабораторії працюючі повинні відключити воду, світло, електроприлади та перевірити і привести в порядок своє робоче місце, прилади і апарати. Наприкінці робочого дня доцільно перевірити чи оброблені відпрацьовані розчини, чи всі склянки і посуд з хімічними речовинами закриті пробками та поставлені на відповідні місця. Фільтри і папір, які використовувалися під час роботи з отруйними речовинами, потрібно негайно знищити. Категорично забороняється виливати відпрацьовані кислоти, луги, аміак, бром і інші їдкі речовини в каналізацію, їх потрібно збирати в окремий посуд і після нейтралізації виливати в каналізацію або в інше спеціально відведене місце. Використані під час роботи зразки, продукти дегазації та промивні води зливаються у спеціальну тару; зливати ці речовини у каналізацію забороняється.[63]

6.3. Перша допомога при нещасних випадках у лабораторіях

До прибуття лікаря першу допомогу постраждалому при нещасному випадку повинні надати колеги по роботі. Часто здоров'я, а іноді і життя

постраждалого залежить від того, наскільки швидко та правильно була йому надана перша допомога. Кожний співробітник лабораторії та працюючий в ній повинен знати як практичні знання першої допомоги, так і міри зниження небезпеки чи тяжкості травми в момент нещасного випадку. Найбільш часті травми при роботі в лабораторії – термічні та хімічні опіки шкіри рук та порізи. При опіках необхідно дотримуватися наступних правил:

- при попаданні кислот та луги на шкіру та при невеликому опіку постраждале місце негайно промивають великою кількістю проточної водопровідної води протягом 10-30хв;[64]
- при термічних опіках після обробки водою обпечене місце промивають розчином перманганату калію або етиловим спиртом та змазують маззю від опіків;[65]
- при хімічних опіках кислотою обпечене місце після обробки водою промивають 5%-м розчином питної соди. При опіку лугами обпечене місце після обробки водою промивають 5%-м розчином оцтової кислоти;
- при обробці пораненого місця содою чи кислотою використовують ватний тампон, не допускаючи розтікання рідини по шкірі;[66]
- при значній площині ураження чи при попаданні кислот та лугів в очі необхідно термінова медична допомога.[67]

В випадку порізу рану треба обробити розчином йоду чи пероксиду водню. При забрудненні очей твердими часточками не терти очі, не робити спроб самотужки видалити смітинка, а негайно звернутися до лікаря. При отруєнні хімічними речовинами необхідно викликати лікаря та одночасно приступити до надання першої допомоги. Якщо отруєння викликано вдиханням отруйних парів чи газів, необхідно винести постраждалого на свіже повітря, якщо воно відбулося в результаті попадання отруті всередину – викликати блювання та дати протиотруту, в випадку необхідності зробити штучне дихання. Штучне дихання протипоказано при отруєнні хлором.[68]

6.4. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

При загорянні електропроводів і електроустановок необхідно виключити електричний струм, після цього гасити пожежу. При спалаху горючої рідини треба погасити всі нагрівні прилади, винести горючі матеріали та речовини, засипати полум'я піском і накрити ковдрою для припинення доступу повітря. У випадку необхідності гасити пожежу вуглекислотним вогнегасником, розчинні у воді спирти та горючі рідини необхідно гасити водою, на відміну від речовин, які з нею взаємодіють, утворюючи вогнебезпечні сполуки (лужні метали, їх карбіди, карбід кальцію, магній, алюміній в порошку або стружка, бензин, гас, бензол, скипидар, нафтопродукти). Нормальна робота витяжної шафи є першочерговим засобом для забезпечення вентиляції приміщення. При виникненні пожежі потрібно негайно визвати пожежну команду, включити пожежну сигналізацію, винести з лабораторії всі вогне та вибухонебезпечні речовини, а також балони з газами, виключити вентиляцію й електричний струм. [70] Під час термічних опіків I ступеня обпечені місця слід присипати содою, крохмалем чи тальком за умови опіків кислотою або лугом уражені місця необхідно промити проточною водою і обробити розчином соди або розчином оцтової кислоти. [71] Під час потрапляння твердих частинок, парів їдких речовин в очі промити їх водою, а потім 3% розчином соди. Під час опіків лужними металами необхідно швидко зняти з шкіри тампоном вати залишки металу, а обпечене місце промити водою і 3–5% розчином оцтової кислоти. При потраплянні мінеральних кислот в організм через стравохід швидко прополоскати рот 5% розчином соди, за умови сильних кровотеч необхідно зупинити її джгутом. [72]

Вогнегасники пінні призначені для гасіння пожеж твердих, рідких і газоподібних речовин. Ними не можна гасити електроприлади, що знаходяться під напругою, а також речовини, які займаються під час взаємодії з водою (натрій, калій, карбіди). Під час враження електричним струмом потерпілому, який знаходиться у свідомості, необхідно забезпечити спокій і чисте повітря. При

порушенні дихання та серцевої діяльності слід застосувати штучне дихання й непрямий масаж серця до прибуття швидкої медичної допомоги.[73]

6.5. Пожежна безпека

В лабораторіях часто використовують пожежо- та вибухонебезпечні речовини, які при невірній організації технологічного процесу та недотриманні вимог пожежної безпеки можуть спалахнути, викликати пожежі та вибухи, що ведуть до аварій, термічних опіків та травм працівників. Необережне ставлення до легкозаймистих рідин (ЛЗР) найчастіше буває причиною виникнення пожеж. Одним з важливих показників пожежної небезпеки речовини є її температура спалаху – найнижча температура при якій пари такої рідини, що нагріваються в особливих умовах, утворюють з повітрям суміш, яка спалахує при наближенні до неї полум'я у нормальних умовах. Чим нижча температура спалаху рідини, тим більша обережність вимагається при роботі з нею. [74] При роботі з такими речовинами не допускається використання пальників з відкритим полум'ям або електроплиток з відкритою спіраллю. У кожній хімічній лабораторії повинні бути засоби для гасіння пожежі: вогнегасники, ящики з піском, азбестова ковдра. Крім того повинен бути пожежний водопровід з краном та рукавами для гасіння пожежі. [75] Якщо загорілася навіть невелика кількість ЛЗР необхідно негайно вимкнути всі електронагрівальні прилади, погасити пальники, прибрати від місця загорання всі легко запалювальні предмети. Якщо загорілася рідина треба накинути на полум'я вологу вовняну або азбестову ковдру. [76] При загоранні одягу на людині необхідно збити полум'я. При опіках обов'язково необхідно надати медичну допомогу. До надання медичної допомоги треба обережно звільнити потерпілого від одягу і накрити місця опіків стерильною пов'язкою. [77] Не можна доторкатися руками до опеченого місця, скривати пухирі, обривати приставші до шкіри шматки одягу, обмивати або змазувати поранену поверхню будь-якими розчинами або мазями. Це може робити тільки лікар у відповідних умовах. [78]

6.6. Правила особистої гігієни

Одним із заходів, що сприяють забезпеченню безпеки праці в хімічних лабораторіях є обов'язкове виконання правил особистої гігієни. Забороняється в лабораторіях знаходитися у верхньому одязі, роздягатися в лабораторії та класти одяг на лабораторні пристрої. [79] Не загромождувати своє робоче місце речами, що не мають відношення до виконання роботи. [80] На робочому місці забороняється приймати їжу, пити, використовувати лабораторний посуд, як харчовий. По закінченні праці, а також перед їжею, необхідно старанно вимити руки, обличчя та прополоскати рот. [81] Кожний робітник повинен вміти користуватися засобами вогнегасіння і знати місце їх розташування. В лабораторії у наявності повинен бути наступний спецодяг: халат, хустинка, рукавички (гумові, бавовняні), окуляри, щитки, маски, респіратори. [82]

ВИСНОВКИ

1. У роботі визначенні фактичні значень діапазонів динаміки електричних параметрів листа *Prunus cerasus* за умови зміни інтенсивності його запилення та виду опудрювача. Загальні діапазони динаміки за результатами всіх наведених замірів знаходяться в у відповідних межах. Так повний опір варіює у діапазонах від 0 до 11,24, добротність характеризується значеннями (Q від 0,001 до 103,61, Θ від 0,01 до 85,6, D від 0,665 до 139,2.) , опір постійного току характеризується значеннями від 0 до 1484 ,індуктивність коливається в межах (Q від 0,843 до 103,61, Θ від -56,7 до 85,7, D від 0,079 до 183,4) ємність (від 0 до 1102,3) та має наступні варіації динаміки (Q від 0 до 17,25, Θ від -57 до 85,5, D від -37 до 2,93) за умови узагальнення всіх проведених промірів із різною частотою сигналу обліку.
2. За аналізом коефіцієнтів подібності електричних параметрів з використанням прийомів графічного наведення у вигляді графів визначені пари із максимальними та максимальними відсотковими значеннями коефіцієнтів Соренсена-Чекановського. До першої групи можна віднести пари (опудрення сіллю – запилення цементом; опудрення крейдою – запилення металевою стружкою; обволікання крейдою – запилення цементом; обволікання крейдою – запилення металевою стружкою; опудрення цементом – обволікання крейдою; опудрення цементом – запилення металевою стружкою; опудрення цементом - -опудрення сіллю; обволікання деревною стружкою – запилення металевою стружкою; обволікання крейдою – запилення крейдою)Які характеризуються найвищими показниками коефіцієнтів на рівні 98%. До другої зразки що зіставлялись із зразками що опудрювались цементом для них значення коефіцієнтів не перевищували позначки у 11%.
3. Побудовані за результатами кластерного аналізу дендрограми спряженості електричних показників за умови їх реєстрації на відмітці частоти сигналу у

100, 1000, 10000, 100000Гц не дозволяє виявити чіткої структури розподілу опудрювачів як за їх природою так і за інтенсивністю їх нанесення на поверхню листової пластинки.

4. Дендрити які побудовані із використанням показників певних груп серед яких: опір повного та постійного струму і ємність так само не відображають кореляційних показників залежності між наведеним графічним розподілом зразків та їх змістовними складовими розподілу, які б дозволили відокремити опудрювачі або за інтенсивністю їх нанесення або за їх видом.
5. Дендрограма спряженості значень за умови врахування динаміки всіх промірних показників при запиленні листа *Prunus cerasus* різними опудрювачами із різною інтенсивністю їх нанесення на поверхню має відмінний від попередніх дендритів вигляд, що проявляється у послідовності розподілу еkleктичних параметрів листів за ознаками абразивності речовин, які використовувалась у якості опудрювача. Так металева та деревна стружка у деяких випадках групується в окремий блок із врахуванням топології їх розподілу на наведеному дендриті. Можливо це обумовлюється фактом більш високої абразивності опудрювачів цієї групи у порівнянні із іншими (що мають більш гомогенну структуру). Якісна дендрограма спряженості значень за умови врахування динаміки всіх промірних показників при запиленні листа *Prunus cerasus* різними опудрювачами із різною інтенсивністю їх нанесення на поверхню має найбільш структурований вигляд по відношенню до вихідних умов проведеного дослідження та за топологією своєї будови дозволяє максимально наближено розподілити дослідні зразки як із врахуванням природи опудрювача так і з врахуванням інтенсивності його нанесення.
6. Отримані результати дослідження говорять про низьку інформативність проаналізованих у роботі прийомів ідентифікації виду опудрювача та інтенсивності його нанесення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Немченко М.В. Пилозатримуюча здатність листків дерев *Catalpa bignonioides* Walt. і *Catalpa speciosa* Ward. в урбатехногенних умовах зростання / М.В. Немченко // Запоріжжя: ЗНУ, 2008. – Вип. 13, № 2. – С. 29–39.
2. Залізняк А.О. Санітарно-гігієнічна фітомеліорація пришкільної території / А.О. Залізняк, А.П. Мартиненко, В.Г. Мартиненко // Наукові записки, вип.15 – 2014. – С. 84-85.
3. Петров М.В. Пилозатримуюча здатність деревних насаджень / М.В. Петров // Урбоэкосистемы: проблемы и перспективы развития: Матер. междунар. науч.-практ. конф.– Ишим, 2010. – С. 21–25.
4. Тертична О. В. Дослідження забруднення пилом повітря у виробництві продукції птахівництва / О. В. Тертична, О. П. Бригас, Л. І. Свальявчук, Н. В. Мірошник // ScienceRise. Biological science. - 2017. - № 4. - С. 12-15. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/texcsrb_2017_4_5
5. Головка Д.Б. Основи метрології та вимірювань: підручник. / Д.Б.Головка, К.Г. Рего, Ю.О.Скрипник. – К.: Либідь, 2001. – 408 с.
6. Гуржій А.М. Електричні і радіотехнічні вимірювання / А.М. Гуржій, Н.І. Поворознюк – К.: Нав. книга, 2002. – 287 с.
7. Межгосударственный стандарт. ГОСТ 8.497-83. Государственная система обеспечения единства измерений. Амперметры, вольтметры, ваттметры, варметры. Методика поверки. – Введен в действие 01.01.1985. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1985. – С. 12
8. Демидова-Панферова Р.М. Задачи и примеры расчетов по электроизмерительной технике / Р.М. Демидова-Панферова, В.Н. Малиновский, Ю.С.Солодов. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 192 с.
9. Дорожовець М.М. та ін. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник: У 2 т./ М. Дорожовець, Мотало В., Стадник Б., Василюк В., Борек Р., Ковальчик А.; За ред. Стадника Б. – Т.1: Основи метрології. - Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка»,

2005. – 532 с.
10. Дорожовець М.М. та ін. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник: У 2 т./ М. Дорожовець, Мотало В., Стадник Б., Василюк В., Борек Р., Ковальчик А.; За ред. Стадника Б. – Т.2: Вимірювальна техніка. - Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 654 с.
 11. ДСТУ 2708-99. Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення. - Чинний від 2000-07-01 // Кат. нормат. док. - К.: Держстандарт України, 2001. - Група 17.020
 12. ДСТУ 2681-94. Метрологія. Терміни та визначення. – Чинний від 1995- 01- 01 // // Кат. нормат. док. - К.: Держстандарт України, 2001. - Група 01.040.17; 17.020 (Т 80).17.020.
 13. Закон України про метрологію та метрологічну діяльність. – К.: №1314- VII- ВР, 05.06.2014 р.
 14. Евтихийев Н.Н. Измерение электрических и неэлектрических величин: учебн. пособие. / Н.Н.Евтихийев, Я.А. Купершмидт, В.Ф.Папуловский, В.Н.Скугоров. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 352 с
 15. Кухарчук В.В. Метрологія та вимірювальна техніка: навч. посібник. / В.В.Кухарчук, В.Ю.Кучерук, В.П.Долгополов, Л.В.Грумінська. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – 252 с.
 16. Кухарчук В.В. Основи метрології та електричних вимірювань: підручник / [В.В. Кухарчук, В.Ю. Кучерук, Є.Т.Володарський, В.В.Грабко] – Херсон: Олді-плюс, 2013. – 538 с.
 17. Метрологія. Терміни та визначення: ДСТУ 2681-94. – [Чинний від 1995-01- 01]. – К. Держстандарт України, 1994. – 68 с.
 18. Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви та позначення: ДСТУ 3651.0-97. - [Чинний від 1999-01-01]. – К. Держстандарт України, 1994. – 9 с.
 19. Новицкий П.В. Оценка погрешностей результатов измерений /

- П.В.Новицкий, И.А.Зограф. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 248 с.
- 20.Поліщук Є.С. Метрологія та вимірювальна техніка: підручник / Є.С.Поліщук, М.М.Дорожовець, В.О.Яцук, В.М.Ванько, Т.Г.Бойко; за ред. проф. Є.С.Поліщука. – Львів: Видавництво Львівська політехніка, 2012. – 544 с.
- 21.Сена Л.А. Единицы физических величин и их размерности. / Л.А.Сена. – М.: Наука, 1977. – 336 с.
- 22.Теория неопределенности в измерениях./И.П.Захаров, В.Д.Кукуш. – Харьков: Консум, 2002. – 256 с.
- 23.Шаповаленко О.Г. Основы электрических измерений. / О.Г.Шаповаленко, В.М.Бондар. – К.: Либідь, 2002. – 319 с
- 24.Шульц Ю. Электроизмерительная техника: 1000 понятий для практиков: справочник. /Ю.Шульц. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 288 с.
- 25.Ціделко В.Д. Невизначенність вимірювання. Обробка даних і подання результату вимірювання: моногр. / В.Д.Ціделко, Н.А.Яремчук. – К.: ІВЦ Видавництво «Політехніка», 2002. – 176 с.
- 26.Теверовский Б.З. Очистка промышленных газов в черной металлургии. Справочное пособие. – К.: Техника, 1993. – 151 с.
- 27.Теверовський Б.З. Розрахунки пристроїв для очищення промислових газів від пилу: Навч. посібник. – К.: НМК ВО, 1991. – 89 с.
- 29 Старк С.Б. Газоочистные аппараты и установки в металлургическом производстве: Учебник для вузов. 2-е изд.– М.: Металлургия. 1990. – 400 с.
- 30 Алиев Г.М.А. Техника пылеулавливания и очистка промышленных газов от пыли: Справ. изд.– М.: Металлургия, 1986. – 124с.
- 31 <http://www.appa.com.ua/product/appa-703>
- 32 Очистка технологических и неорганизованных выбросов от пыли в черной металлургии / А.И. Толочко, О.В. Филиппев, В.И. Славин и др. – М.: Металлургия, 1986. – 208 с.
- 33 Пылеулавливание в металлургии: Справ. изд. / В.М. Алешина, А.Ю.

- Вальдберг, Г.М. Гордон и др. – М.: Металлургия, 1984. – 336 с.
- 34 Справочник по пыле- и золоулавливанию / М.И. Биргер, А.Ю. Вальдберг, Б.И. Мягков и др. – М.: Энергоавтомиздат, 1983. – 312 с.
- 35 Бахарев В.С. Особливості формування екологічної небезпеки в умовах пилового забруднення атмосферного повітря / В.С. Бахарев // Біосферно-ноосферні ідеї В.І. Вернадського та еколого-економічні проблеми розвитку регіонів : тези доп. V-ої Всеукр. наук.-практ. конф. – Кременчук : Вид-во КДПУ, 2005. – С. 85-86.
- 36 Мала гірнича енциклопедія. – У 3-ої т. / за ред. В.С. Білецького. – Донецьк : Вид-во Донбас, 2004. – 143 с.
- 37 Илонова В.А. Откуда родом пыль? / В.А. Илонова. – М. : Изд-во "Санитарное просвещение", 1996. – 426 с.
- 38 Жизнь растений. – Т. 5. Цветковые растения / под ред. А.Л. Тахтаджяна. – М. : Изд-во "Просвещение", 1980. – С. 314-320.
- 39 Красинский Н.П. Теоретические основы построения ассортиментов газоустойчивых растений / Н.П. Красинский // В кн.: Дымоустойчивость растений и дымоустойчивые ассортименты. – М. : Изд-во "Наука", 1950. – 422 с.
- 40 Рубин Б.А. Курс физиологии растений / Б.А. Рубин. – М. : Изд-во "Высш. шк.", 1976. – С. 157-167.
- 41 Растения и чистота природной среды : сб. статей. – Минск : Изд-во "Жизнь", 1983. – 90 с. 9. Школьный экологический мониторинг : учебно-метод. пособ. / под ред. Т.Я. Ашихминой. – М. : Изд-во АГАР, 2000. – 428 с. 10. Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища в Україні у і півріччі 2015 року (за даними мережі спостережень національної гідрометслужби України).
- 42 Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов /Е.Я. Юдин, С.В. Белов, С.К. Баланцев и др. Под ред. Б.Я. Юдина, С.В. Белова. -2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1983. - 432 с., ил

- 43 Охрана труда в электроустановках /Б.А. Князевский, П.А. Долин, Т.П. Марусев и др. Под ред. Б,А Князевского. - 2-е изд., перераб и доп. - М.: Высшая школа, 1982.-311 с.
- 44 Закон України «Про охорону праці» від 14 жовтня 1992 р. (нова редакція від 21 листопада 2002 р.
- 45 Кодекс законів про працю України від 10 грудня 1971 р. – К. С.21.
- 46 Закон України «Про загальнообов'язкове державне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності» від 23 вересня 1999 р.Бабокин И.А. Система безопасности труда на горных предприятиях / И.А. Бабокин – М.: Недра, 1984. – 320 с
- 47 «Основы законодательства Украины про охорону здоров'я» від 19 листопада 1992 р.
- 48 Закон України «Про пожежну безпеку» від 17 грудня 1993 р. з останніми поправками та доповненнями від 18 вересня 2003 р Безопасность производственных процессов: Справочник / С. В. Белов, В.Н. Бринза, Б.С. Векшин и др.; Под общ. ред. С.В. Белова. – М.: Машиностроение, 1985. - 448 с.
- 49 Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» від 24 лютого 1994 р. з останніми поправками та доповненнями від 29 червня 2010 р Державні санітарні норми та правила "Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу" // Офіційний вісник України – 2014. – № 41.– С. 95-132
- 50 Закон України «Про професійні спілки, їх права та гарантії діяльності» від 15 вересня 1999 р. з останніми поправками та доповненнями від 14 квітня 2009 р Грин Х. Аэрозоли – пыли, дымы, туманы / Грин Х., Лейн В. . – Л.: Химия, 1969. – 426 с.
- 51 Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках / П.А. Долин. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 376 с

- 52 Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: Підручник / В.Ц. Жидецький. – Львів: Афіша, 2002. – 320 с.
- 53 Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: Навч. Посібник / Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников А.В. . – Львів: Афіша, 2000. - 350 с.
- 54 Жидецький В. Ц. Охорона праці користувачів комп'ютерів / В.Ц. Жидецький. – Львів: Афіша, 2000. – 176 с.
- 55 Закони України: «Про охорону праці»; «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві і професійного захворювання, що спричинили втрату працездатності»; «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення»; Кодекс цивільного захисту України; «Про дорожній рух»; «Про фізичний захист ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws>
- 56 Катренко Л.А. Охорона праці в галузі освіти: Навч. Посібник / Л.А. Катренко, І.П. Пістун. – Суми: Вид-во “Університетська книга”, 2001. – 339 с
- 57 Каспаров А.А. Гигиена труда и промышленная санитария / А.А. Каспаров. – М.: Медицина, 1977. – 384 с
- 58 Манойлов В. Е. Основы электробезопасности. – 5-е изд., перераб. и доп / В. Е. Манойлов. – Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отделение, 1991. – 480 с.
- 59 Машкович В.П. Защита от ионизирующих излучений: Справочник / В.П. Машкович.– 3-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 276 с.
- 60 Навроцкий В.К. Гигиена труда. – 2-е изд. / В.К. Навроцкий. – М.: Медицина, 1974. – 440 с.
- 61 НПАОП 0.00.-4.12-05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірку знань з питань охорони праці. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05>.
- 62 . НПАОП 40.1-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. – К.: Украртсороінформ, 2001. –

116 с.

- 63 Норми радіаційної безпеки України. НРБУ 97. – К.: Відділ полігр. Українського центру держсанепіднагляду МОЗ України, 1997. – 121 с.
- 64 . Основи охорони праці: Підручник / К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний та ін. – К.: Основа, 2003. - 472 с
- 65 Основи охорони праці / М.П. Купчик, М.П. Гандзюк, І.Ф. Степанець та ін. – К.: Основа, 2000. - 416 с
- 66 Охрана труда в машиностроении: Учебник для вузов / Под ред. Е.Я. Юдина и С.В. Белова. – М.: Машиностроение, 1983. - 432 с.
- 67 Охрана труда в электроустановках / Под ред. Б.А. Князевского. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 336 с.
- 68 Перелік професійних захворювань. Затверджено постановою КМУ від 8 листопада 2000 р. №1662. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1662-2000>.
- 69 Положення про порядок розслідування нещасних випадків, що сталися під час навчально-виховного процесу в навчальних закладах. Затверджено наказом МОН від 31 серпня 2001 р. №616. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z1093-01>.
- 70 Порядок проведення розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві. Затверджено постановою КМУ від 30 листопада 2011 р. №1232. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1232-2011>.
- 71 Порядок розслідування та обліку нещасних випадків невиробничого характеру. Затверджено постановою КМУ від 22 березня 2001р. №270. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/270-2001>.
- 72 Порядок складання та вимоги до санітарно-гігієнічних характеристик умов праці. Затверджено наказом МОЗ 13.12.2004. № 614. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0260-05>.
- 73 Правила улаштування електроустановок ПУЕ 2009. – Харків: Форт.-2009 –

736 с.

- 74 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: – <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z1143-06>
- 75 Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. – Харків: Форт.-2006 – 272 с.
- 76 Предупреждение взрывов пылеметановоздушных смесей / В.И. Мамаев, Ж.А. Ибраев, В.А. Лигай и др. – М.: Недра, 1990. – 159 с.
- 77 Санітарні норми і правила: ДСанПіН 3.3.1.007–98. Державні санітарні правила й норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електроннообчислювальних машин; ДСН 3.3.6.032–99. Санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації; ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку; ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень; СН 245-71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. СН 2392–79. Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров. СН 1960–79. Санитарные правила работы с источниками неиспользуемого рентгеновского излучения. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dnaop.com/398/2458>
- 78 Система стандартів безпеки праці: ДСТУ 2293-99. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dnaop.com/398/2458>.
- 79 Средства индивидуальной защиты работающих на производстве: Каталог-справочник / Под ред. В.Н. Ардасенова. – М.: Профиздат, 1988. – 176 с
- 80 . Смоланов С.М. Основи гірничорятувальної справи / Смоланов С.М., Голінько В.І., Грядущий Б.А. – Дніпропетровськ, НГУ, 2002. – 267 с.
- 81 Ткачук С.П. Взрывопожаробезопасность горного оборудования / Ткачук С.П., Колосюк В.П., Ихно С.А. . – К.: Основа, 2000. – 695 с.